



**ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA
INDUSTRIAL DE BILBAO**



GRADO EN MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

2013 / 2014

ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE VITORIA-GASTEIZ

DOCUMENTO . 3 ANEXO CÁLCULO

DATOS DE LA ALUMNA O DEL ALUMNO

NOMBRE: DIEGO

APELLIDOS: LÓPEZ DE VICUÑA CALLES

FDO.:

FECHA: 19/06/2014

DATOS DEL DIRECTOR O DE LA DIRECTORA

NOMBRE: IGNACIO

APELLIDOS: RODRÍGUEZ

DEPARTAMENTO: MECÁNICA

FDO.:

FECHA: 19/06/2014

ÍNDICE

1 DATOS DE OBRA	5
1.1 NORMAS A CONSIDERAR	5
1.2 ESTADO LÍMITE	5
1.2.1 Situaciones de proyecto.....	5
1.2.2 Combinaciones	10
1.3 RESISTENCIA AL FUEGO	49
2 ESTRUCTURA.....	49
2.1 CORREAS DE LA CUBIERTA Y FACHADA DE LOS EDIFICIOS DÁRSENAS.....	49
2.2 CORREAS DE CUBIERTA Y FACHADA DEL AUXILIAR Y VOLADIZO	75
2.3 NUDOS Y ESTRUCTURA.....	85
2.4 CALCULO DE DINTEL DARSENAS.....	106
2.5 PILAR DARSENAS	148
2.6 PILARILLO DARSENAS	191
2.7 VIGA DE ATADO DE DARSENAS.....	234
2.8 ARRIOSTRAMIENTOS CUBIERTA DARSENAS	275
2.9 ARRIOSTRAMIENTOS FACHADA DARSENAS	279

2.10 DINTEL EDIFICIO AUXILIAR.....	283
2.11 CELOSIA.....	325
2.11.1 CORDONES SUPERIORES.....	325
2.11.2 CORDONES INFERIORES.....	363
2.11.3 MONTANTES.....	391
2.11.4 DIAGONAL.....	405
2.12 PILAR EDIFICIO AUXILIAR.....	436
2.13 PILARILLO EDIFICIO AUXILIAR.....	479
2.14 ARRIOSTRAMIENTO CUBIERTA AUXILIAR.....	523
2.15 ARRIOSTRAMIENTO FACHADA AUXILIAR	527
2.16 DINTEL VOLADIZO	532
2.17 PILAR VOLADIZO.....	583
2.18 ARRIOSTRAMIENTO -VOLADIZO	626
2.19 PLACAS DE ANCLAJE	632
2.19.1 PLACA DE ANCLAJE PARA PILARES DÁRSENAS.....	632
2.19.2 PLACA DE ANCLAJE PILARILLOS DARSENAS	633
2.19.3 PLACA DE ANCLAJE PILAR AUXILIAR.....	635
2.19.4 PLACA DE ANCLAJEPILAR AUXILIAR-VOLADIZO	636
2.19.5 PLACA DE ANCLAJE PILARILLO AUXILIAR	637
2.19.6 PLACA DE ANCLAJE PILAR VOLADIZO	639
2.20 CIMENTACIÓN	640
2.20.1 ZAPATA (1) EDIFICIO DARSENAS Y EXTREMOS ED AUXILIAR .	641

2.20.2 ZAPATA (2) PILARES EXTREMOS DÁRSENAS	643
2.20.3 ZAPATA (3) PILAR DÁRSENAS Y VOLADIZO	646
2.20.4 ZAPATA (4) PILAR ED AUXILIAR	648
2.20.5 ZAPATA (5) PILAR AUXILIAR-VOLADIZO	651
2.20.6 ZAPATA (6) PILARILLOS DÁRSENAS.....	653
2.20.7 ZAPATA (7) COMBINADA	656
2.20.8 ZAPATA (8) PILARILLOS ED AUXILIAR	659
2.20.9 VIGA DE ATADO	662
2.21 UNIONES	662
2.21.1 UNIONES CRUCES DE SAN ANDRES DE LAS CUBIERTAS	669
2.21.2 UNIONES CRUCES DE SAN ANDRÉS FACHADAS	670
2.21.3 UNIÓN PILAR-DINTEL DÁRSENAS (pdiente hacia abajo)	671
1.21.4 UNIÓN DINTEL PILAR DÁRSENAS (pdiente hacia arriba)	684
2.21.5 PILARILLO-DINTEL DÁRSENAS	696
2.21.6 UNIÓN PILAR-DINTEL-VIGA DE ATADO-AUXILIAR.....	701
2.21.7 UNIÓN DINTEL- PILAR EXTREMOS-AUXILIAR.....	709
2.21.8 UNIÓN PILAR-DINTEL (VOLADIZO)-DINTEL (AUXILIAR) EXTREMO.	718
2.21.9 UNIÓN PILAR- AUXILIAR-DINTEL (VOLADIZO)	731
2.21.10 UNIÓN PILAR-DINTEL VOLADIZO	743
2.21.11 UNIÓN PILARILLO-DINTEL ED AUXILIAR	755
3. INSTALACIONES	763
3.1 ABASTECIMIENTO.....	764
3.2 SANEAMIENTO	767

3.3 AGUAS PLUVIALES..... 768

1 DATOS DE OBRA

1.1 NORMAS A CONSIDERAR

Cimentación: EHE-08

Hormigón: EHE-08

Acero conformado: CTE DB SE-A

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categorías de uso

C. Zonas de acceso al público

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

1.2 ESTADO LÍMITE

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

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

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

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

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

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

E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	1.000	0.000

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.600	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.600	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.600	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.600	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000

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

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	-	-
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	0.700	0.600
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.500	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.200	0.000

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

1.2.2 Combinaciones

■ Nombres de las hipótesis

PP	Peso propio
peso correas	peso correas
peso cubierta	peso cubierta
Q 1 (G1)	Q 1 (Uso G1. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento)
v(0)H1	v(0)H1
V(90)H1	V(90)H1
V(180)H1	V(180)H1
V(180)H2	V(180)H2
V(270)H1	V(270)H1
N 1 (EI)	con viento dando
N 2 (R)	N 2 (R)

■ E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
1	1.000	1.000	1.000								
2	1.350	1.000	1.000								
3	1.000	1.350	1.000								

Comb	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
4	1.350	1.350	1.000								
5	1.000	1.000	1.350								
6	1.350	1.000	1.350								
7	1.000	1.350	1.350								
8	1.350	1.350	1.350								
9	1.000	1.000	1.000		1.500						
10	1.350	1.000	1.000		1.500						
11	1.000	1.350	1.000		1.500						
12	1.350	1.350	1.000		1.500						
13	1.000	1.000	1.350		1.500						
14	1.350	1.000	1.350		1.500						
15	1.000	1.350	1.350		1.500						
16	1.350	1.350	1.350		1.500						
17	1.000	1.000	1.000			1.500					
18	1.350	1.000	1.000			1.500					
19	1.000	1.350	1.000			1.500					
20	1.350	1.350	1.000			1.500					
21	1.000	1.000	1.350			1.500					
22	1.350	1.000	1.350			1.500					
23	1.000	1.350	1.350			1.500					
24	1.350	1.350	1.350			1.500					
25	1.000	1.000	1.000				1.500				
26	1.350	1.000	1.000				1.500				
27	1.000	1.350	1.000				1.500				
28	1.350	1.350	1.000				1.500				
29	1.000	1.000	1.350				1.500				
30	1.350	1.000	1.350				1.500				
31	1.000	1.350	1.350				1.500				
32	1.350	1.350	1.350				1.500				
33	1.000	1.000	1.000					1.500			
34	1.350	1.000	1.000					1.500			
35	1.000	1.350	1.000					1.500			

Comb	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
36	1.350	1.350	1.000					1.500			
37	1.000	1.000	1.350					1.500			
38	1.350	1.000	1.350					1.500			
39	1.000	1.350	1.350					1.500			
40	1.350	1.350	1.350					1.500			
41	1.000	1.000	1.000						1.500		
42	1.350	1.000	1.000						1.500		
43	1.000	1.350	1.000						1.500		
44	1.350	1.350	1.000						1.500		
45	1.000	1.000	1.350						1.500		
46	1.350	1.000	1.350						1.500		
47	1.000	1.350	1.350						1.500		
48	1.350	1.350	1.350						1.500		
49	1.000	1.000	1.000							1.500	
50	1.350	1.000	1.000							1.500	
51	1.000	1.350	1.000							1.500	
52	1.350	1.350	1.000							1.500	
53	1.000	1.000	1.350							1.500	
54	1.350	1.000	1.350							1.500	
55	1.000	1.350	1.350							1.500	
56	1.350	1.350	1.350							1.500	
57	1.000	1.000	1.000		0.900					1.500	
58	1.350	1.000	1.000		0.900					1.500	
59	1.000	1.350	1.000		0.900					1.500	
60	1.350	1.350	1.000		0.900					1.500	
61	1.000	1.000	1.350		0.900					1.500	
62	1.350	1.000	1.350		0.900					1.500	
63	1.000	1.350	1.350		0.900					1.500	
64	1.350	1.350	1.350		0.900					1.500	
65	1.000	1.000	1.000			0.900				1.500	
66	1.350	1.000	1.000			0.900				1.500	
67	1.000	1.350	1.000			0.900				1.500	

Comb	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
68	1.350	1.350	1.000			0.900				1.500	
69	1.000	1.000	1.350			0.900				1.500	
70	1.350	1.000	1.350			0.900				1.500	
71	1.000	1.350	1.350			0.900				1.500	
72	1.350	1.350	1.350			0.900				1.500	
73	1.000	1.000	1.000				0.900			1.500	
74	1.350	1.000	1.000				0.900			1.500	
75	1.000	1.350	1.000				0.900			1.500	
76	1.350	1.350	1.000				0.900			1.500	
77	1.000	1.000	1.350				0.900			1.500	
78	1.350	1.000	1.350				0.900			1.500	
79	1.000	1.350	1.350				0.900			1.500	
80	1.350	1.350	1.350				0.900			1.500	
81	1.000	1.000	1.000					0.900		1.500	
82	1.350	1.000	1.000					0.900		1.500	
83	1.000	1.350	1.000					0.900		1.500	
84	1.350	1.350	1.000					0.900		1.500	
85	1.000	1.000	1.350					0.900		1.500	
86	1.350	1.000	1.350					0.900		1.500	
87	1.000	1.350	1.350					0.900		1.500	
88	1.350	1.350	1.350					0.900		1.500	
89	1.000	1.000	1.000						0.900	1.500	
90	1.350	1.000	1.000						0.900	1.500	
91	1.000	1.350	1.000						0.900	1.500	
92	1.350	1.350	1.000						0.900	1.500	
93	1.000	1.000	1.350						0.900	1.500	
94	1.350	1.000	1.350						0.900	1.500	
95	1.000	1.350	1.350						0.900	1.500	
96	1.350	1.350	1.350						0.900	1.500	
97	1.000	1.000	1.000		1.500					0.750	
98	1.350	1.000	1.000		1.500					0.750	
99	1.000	1.350	1.000		1.500					0.750	

Comb	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
100	1.350	1.350	1.000		1.500					0.750	
101	1.000	1.000	1.350		1.500					0.750	
102	1.350	1.000	1.350		1.500					0.750	
103	1.000	1.350	1.350		1.500					0.750	
104	1.350	1.350	1.350		1.500					0.750	
105	1.000	1.000	1.000			1.500				0.750	
106	1.350	1.000	1.000			1.500				0.750	
107	1.000	1.350	1.000			1.500				0.750	
108	1.350	1.350	1.000			1.500				0.750	
109	1.000	1.000	1.350			1.500				0.750	
110	1.350	1.000	1.350			1.500				0.750	
111	1.000	1.350	1.350			1.500				0.750	
112	1.350	1.350	1.350			1.500				0.750	
113	1.000	1.000	1.000				1.500			0.750	
114	1.350	1.000	1.000				1.500			0.750	
115	1.000	1.350	1.000				1.500			0.750	
116	1.350	1.350	1.000				1.500			0.750	
117	1.000	1.000	1.350				1.500			0.750	
118	1.350	1.000	1.350				1.500			0.750	
119	1.000	1.350	1.350				1.500			0.750	
120	1.350	1.350	1.350				1.500			0.750	
121	1.000	1.000	1.000					1.500		0.750	
122	1.350	1.000	1.000					1.500		0.750	
123	1.000	1.350	1.000					1.500		0.750	
124	1.350	1.350	1.000					1.500		0.750	
125	1.000	1.000	1.350					1.500		0.750	
126	1.350	1.000	1.350					1.500		0.750	
127	1.000	1.350	1.350					1.500		0.750	
128	1.350	1.350	1.350					1.500		0.750	
129	1.000	1.000	1.000						1.500	0.750	
130	1.350	1.000	1.000						1.500	0.750	
131	1.000	1.350	1.000						1.500	0.750	

Comb	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
132	1.350	1.350	1.000						1.500	0.750	
133	1.000	1.000	1.350						1.500	0.750	
134	1.350	1.000	1.350						1.500	0.750	
135	1.000	1.350	1.350						1.500	0.750	
136	1.350	1.350	1.350						1.500	0.750	
137	1.000	1.000	1.000								1.500
138	1.350	1.000	1.000								1.500
139	1.000	1.350	1.000								1.500
140	1.350	1.350	1.000								1.500
141	1.000	1.000	1.350								1.500
142	1.350	1.000	1.350								1.500
143	1.000	1.350	1.350								1.500
144	1.350	1.350	1.350								1.500
145	1.000	1.000	1.000		0.900						1.500
146	1.350	1.000	1.000		0.900						1.500
147	1.000	1.350	1.000		0.900						1.500
148	1.350	1.350	1.000		0.900						1.500
149	1.000	1.000	1.350		0.900						1.500
150	1.350	1.000	1.350		0.900						1.500
151	1.000	1.350	1.350		0.900						1.500
152	1.350	1.350	1.350		0.900						1.500
153	1.000	1.000	1.000			0.900					1.500
154	1.350	1.000	1.000			0.900					1.500
155	1.000	1.350	1.000			0.900					1.500
156	1.350	1.350	1.000			0.900					1.500
157	1.000	1.000	1.350			0.900					1.500
158	1.350	1.000	1.350			0.900					1.500
159	1.000	1.350	1.350			0.900					1.500
160	1.350	1.350	1.350			0.900					1.500
161	1.000	1.000	1.000				0.900				1.500
162	1.350	1.000	1.000				0.900				1.500
163	1.000	1.350	1.000				0.900				1.500

Comb	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
164	1.350	1.350	1.000				0.900				1.500
165	1.000	1.000	1.350				0.900				1.500
166	1.350	1.000	1.350				0.900				1.500
167	1.000	1.350	1.350				0.900				1.500
168	1.350	1.350	1.350				0.900				1.500
169	1.000	1.000	1.000					0.900			1.500
170	1.350	1.000	1.000					0.900			1.500
171	1.000	1.350	1.000					0.900			1.500
172	1.350	1.350	1.000					0.900			1.500
173	1.000	1.000	1.350					0.900			1.500
174	1.350	1.000	1.350					0.900			1.500
175	1.000	1.350	1.350					0.900			1.500
176	1.350	1.350	1.350					0.900			1.500
177	1.000	1.000	1.000						0.900		1.500
178	1.350	1.000	1.000						0.900		1.500
179	1.000	1.350	1.000						0.900		1.500
180	1.350	1.350	1.000						0.900		1.500
181	1.000	1.000	1.350						0.900		1.500
182	1.350	1.000	1.350						0.900		1.500
183	1.000	1.350	1.350						0.900		1.500
184	1.350	1.350	1.350						0.900		1.500
185	1.000	1.000	1.000		1.500						0.750
186	1.350	1.000	1.000		1.500						0.750
187	1.000	1.350	1.000		1.500						0.750
188	1.350	1.350	1.000		1.500						0.750
189	1.000	1.000	1.350		1.500						0.750
190	1.350	1.000	1.350		1.500						0.750
191	1.000	1.350	1.350		1.500						0.750
192	1.350	1.350	1.350		1.500						0.750
193	1.000	1.000	1.000			1.500					0.750
194	1.350	1.000	1.000			1.500					0.750
195	1.000	1.350	1.000			1.500					0.750

Comb	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
196	1.350	1.350	1.000			1.500					0.750
197	1.000	1.000	1.350			1.500					0.750
198	1.350	1.000	1.350			1.500					0.750
199	1.000	1.350	1.350			1.500					0.750
200	1.350	1.350	1.350			1.500					0.750
201	1.000	1.000	1.000				1.500				0.750
202	1.350	1.000	1.000				1.500				0.750
203	1.000	1.350	1.000				1.500				0.750
204	1.350	1.350	1.000				1.500				0.750
205	1.000	1.000	1.350				1.500				0.750
206	1.350	1.000	1.350				1.500				0.750
207	1.000	1.350	1.350				1.500				0.750
208	1.350	1.350	1.350				1.500				0.750
209	1.000	1.000	1.000					1.500			0.750
210	1.350	1.000	1.000					1.500			0.750
211	1.000	1.350	1.000					1.500			0.750
212	1.350	1.350	1.000					1.500			0.750
213	1.000	1.000	1.350					1.500			0.750
214	1.350	1.000	1.350					1.500			0.750
215	1.000	1.350	1.350					1.500			0.750
216	1.350	1.350	1.350					1.500			0.750
217	1.000	1.000	1.000						1.500		0.750
218	1.350	1.000	1.000						1.500		0.750
219	1.000	1.350	1.000						1.500		0.750
220	1.350	1.350	1.000						1.500		0.750
221	1.000	1.000	1.350						1.500		0.750
222	1.350	1.000	1.350						1.500		0.750
223	1.000	1.350	1.350						1.500		0.750
224	1.350	1.350	1.350						1.500		0.750
225	1.000	1.000	1.000	1.500							

Comb .	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
226	1.350	1.000	1.000	1.500							
227	1.000	1.350	1.000	1.500							
228	1.350	1.350	1.000	1.500							
229	1.000	1.000	1.350	1.500							
230	1.350	1.000	1.350	1.500							
231	1.000	1.350	1.350	1.500							
232	1.350	1.350	1.350	1.500							

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

Comb .	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
1	1.000	1.000	1.000								
2	1.600	1.000	1.000								
3	1.000	1.600	1.000								
4	1.600	1.600	1.000								
5	1.000	1.000	1.600								
6	1.600	1.000	1.600								
7	1.000	1.600	1.600								

Comb .	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
8	1.600	1.600	1.600								
9	1.000	1.000	1.000		1.600						
10	1.600	1.000	1.000		1.600						
11	1.000	1.600	1.000		1.600						
12	1.600	1.600	1.000		1.600						
13	1.000	1.000	1.600		1.600						
14	1.600	1.000	1.600		1.600						
15	1.000	1.600	1.600		1.600						
16	1.600	1.600	1.600		1.600						
17	1.000	1.000	1.000			1.600					
18	1.600	1.000	1.000			1.600					
19	1.000	1.600	1.000			1.600					
20	1.600	1.600	1.000			1.600					
21	1.000	1.000	1.600			1.600					
22	1.600	1.000	1.600			1.600					
23	1.000	1.600	1.600			1.600					
24	1.600	1.600	1.600			1.600					

Comb	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
25	1.00 0	1.000	1.000				1.600				
26	1.60 0	1.000	1.000				1.600				
27	1.00 0	1.600	1.000				1.600				
28	1.60 0	1.600	1.000				1.600				
29	1.00 0	1.000	1.600				1.600				
30	1.60 0	1.000	1.600				1.600				
31	1.00 0	1.600	1.600				1.600				
32	1.60 0	1.600	1.600				1.600				
33	1.00 0	1.000	1.000					1.600			
34	1.60 0	1.000	1.000					1.600			
35	1.00 0	1.600	1.000					1.600			
36	1.60 0	1.600	1.000					1.600			
37	1.00 0	1.000	1.600					1.600			
38	1.60 0	1.000	1.600					1.600			
39	1.00 0	1.600	1.600					1.600			
40	1.60 0	1.600	1.600					1.600			
41	1.00 0	1.000	1.000						1.600		

Comb	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
42	1.60 0	1.000	1.000						1.600		
43	1.00 0	1.600	1.000						1.600		
44	1.60 0	1.600	1.000						1.600		
45	1.00 0	1.000	1.600						1.600		
46	1.60 0	1.000	1.600						1.600		
47	1.00 0	1.600	1.600						1.600		
48	1.60 0	1.600	1.600						1.600		
49	1.00 0	1.000	1.000							1.600	
50	1.60 0	1.000	1.000							1.600	
51	1.00 0	1.600	1.000							1.600	
52	1.60 0	1.600	1.000							1.600	
53	1.00 0	1.000	1.600							1.600	
54	1.60 0	1.000	1.600							1.600	
55	1.00 0	1.600	1.600							1.600	
56	1.60 0	1.600	1.600							1.600	
57	1.00 0	1.000	1.000		0.960					1.600	
58	1.60 0	1.000	1.000		0.960					1.600	

Comb	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
59	1.000	1.600	1.000		0.960					1.600	
60	1.600	1.600	1.000		0.960					1.600	
61	1.000	1.000	1.600		0.960					1.600	
62	1.600	1.000	1.600		0.960					1.600	
63	1.000	1.600	1.600		0.960					1.600	
64	1.600	1.600	1.600		0.960					1.600	
65	1.000	1.000	1.000			0.960				1.600	
66	1.600	1.000	1.000			0.960				1.600	
67	1.000	1.600	1.000			0.960				1.600	
68	1.600	1.600	1.000			0.960				1.600	
69	1.000	1.000	1.600			0.960				1.600	
70	1.600	1.000	1.600			0.960				1.600	
71	1.000	1.600	1.600			0.960				1.600	
72	1.600	1.600	1.600			0.960				1.600	
73	1.000	1.000	1.000				0.960			1.600	
74	1.600	1.000	1.000				0.960			1.600	
75	1.000	1.600	1.000				0.960			1.600	

Comb	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
76	1.60 0	1.600	1.000				0.960			1.600	
77	1.00 0	1.000	1.600				0.960			1.600	
78	1.60 0	1.000	1.600				0.960			1.600	
79	1.00 0	1.600	1.600				0.960			1.600	
80	1.60 0	1.600	1.600				0.960			1.600	
81	1.00 0	1.000	1.000					0.960		1.600	
82	1.60 0	1.000	1.000					0.960		1.600	
83	1.00 0	1.600	1.000					0.960		1.600	
84	1.60 0	1.600	1.000					0.960		1.600	
85	1.00 0	1.000	1.600					0.960		1.600	
86	1.60 0	1.000	1.600					0.960		1.600	
87	1.00 0	1.600	1.600					0.960		1.600	
88	1.60 0	1.600	1.600					0.960		1.600	
89	1.00 0	1.000	1.000						0.960	1.600	
90	1.60 0	1.000	1.000						0.960	1.600	
91	1.00 0	1.600	1.000						0.960	1.600	
92	1.60 0	1.600	1.000						0.960	1.600	

Comb	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
93	1.00 0	1.000	1.600						0.960	1.600	
94	1.60 0	1.000	1.600						0.960	1.600	
95	1.00 0	1.600	1.600						0.960	1.600	
96	1.60 0	1.600	1.600						0.960	1.600	
97	1.00 0	1.000	1.000		1.600					0.800	
98	1.60 0	1.000	1.000		1.600					0.800	
99	1.00 0	1.600	1.000		1.600					0.800	
100	1.60 0	1.600	1.000		1.600					0.800	
101	1.00 0	1.000	1.600		1.600					0.800	
102	1.60 0	1.000	1.600		1.600					0.800	
103	1.00 0	1.600	1.600		1.600					0.800	
104	1.60 0	1.600	1.600		1.600					0.800	
105	1.00 0	1.000	1.000			1.600				0.800	
106	1.60 0	1.000	1.000			1.600				0.800	
107	1.00 0	1.600	1.000			1.600				0.800	
108	1.60 0	1.600	1.000			1.600				0.800	
109	1.00 0	1.000	1.600			1.600				0.800	

Comb .	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
110	1.600	1.000	1.600			1.600				0.800	
111	1.000	1.600	1.600			1.600				0.800	
112	1.600	1.600	1.600			1.600				0.800	
113	1.000	1.000	1.000				1.600			0.800	
114	1.600	1.000	1.000				1.600			0.800	
115	1.000	1.600	1.000				1.600			0.800	
116	1.600	1.600	1.000				1.600			0.800	
117	1.000	1.000	1.600				1.600			0.800	
118	1.600	1.000	1.600				1.600			0.800	
119	1.000	1.600	1.600				1.600			0.800	
120	1.600	1.600	1.600				1.600			0.800	
121	1.000	1.000	1.000					1.600		0.800	
122	1.600	1.000	1.000					1.600		0.800	
123	1.000	1.600	1.000					1.600		0.800	
124	1.600	1.600	1.000					1.600		0.800	
125	1.000	1.000	1.600					1.600		0.800	
126	1.600	1.000	1.600					1.600		0.800	

Comb .	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
127	1.00 0	1.600	1.600					1.600		0.800	
128	1.60 0	1.600	1.600					1.600		0.800	
129	1.00 0	1.000	1.000						1.600	0.800	
130	1.60 0	1.000	1.000						1.600	0.800	
131	1.00 0	1.600	1.000						1.600	0.800	
132	1.60 0	1.600	1.000						1.600	0.800	
133	1.00 0	1.000	1.600						1.600	0.800	
134	1.60 0	1.000	1.600						1.600	0.800	
135	1.00 0	1.600	1.600						1.600	0.800	
136	1.60 0	1.600	1.600						1.600	0.800	
137	1.00 0	1.000	1.000								1.600
138	1.60 0	1.000	1.000								1.600
139	1.00 0	1.600	1.000								1.600
140	1.60 0	1.600	1.000								1.600
141	1.00 0	1.000	1.600								1.600
142	1.60 0	1.000	1.600								1.600
143	1.00 0	1.600	1.600								1.600

Comb .	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
144	1.600	1.600	1.600								1.600
145	1.000	1.000	1.000		0.960						1.600
146	1.600	1.000	1.000		0.960						1.600
147	1.000	1.600	1.000		0.960						1.600
148	1.600	1.600	1.000		0.960						1.600
149	1.000	1.000	1.600		0.960						1.600
150	1.600	1.000	1.600		0.960						1.600
151	1.000	1.600	1.600		0.960						1.600
152	1.600	1.600	1.600		0.960						1.600
153	1.000	1.000	1.000			0.960					1.600
154	1.600	1.000	1.000			0.960					1.600
155	1.000	1.600	1.000			0.960					1.600
156	1.600	1.600	1.000			0.960					1.600
157	1.000	1.000	1.600			0.960					1.600
158	1.600	1.000	1.600			0.960					1.600
159	1.000	1.600	1.600			0.960					1.600
160	1.600	1.600	1.600			0.960					1.600

Comb .	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
161	1.00 0	1.000	1.000				0.960				1.600
162	1.60 0	1.000	1.000				0.960				1.600
163	1.00 0	1.600	1.000				0.960				1.600
164	1.60 0	1.600	1.000				0.960				1.600
165	1.00 0	1.000	1.600				0.960				1.600
166	1.60 0	1.000	1.600				0.960				1.600
167	1.00 0	1.600	1.600				0.960				1.600
168	1.60 0	1.600	1.600				0.960				1.600
169	1.00 0	1.000	1.000					0.960			1.600
170	1.60 0	1.000	1.000					0.960			1.600
171	1.00 0	1.600	1.000					0.960			1.600
172	1.60 0	1.600	1.000					0.960			1.600
173	1.00 0	1.000	1.600					0.960			1.600
174	1.60 0	1.000	1.600					0.960			1.600
175	1.00 0	1.600	1.600					0.960			1.600
176	1.60 0	1.600	1.600					0.960			1.600
177	1.00 0	1.000	1.000						0.960		1.600

Comb .	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
178	1.600	1.000	1.000						0.960		1.600
179	1.000	1.600	1.000						0.960		1.600
180	1.600	1.600	1.000						0.960		1.600
181	1.000	1.000	1.600						0.960		1.600
182	1.600	1.000	1.600						0.960		1.600
183	1.000	1.600	1.600						0.960		1.600
184	1.600	1.600	1.600						0.960		1.600
185	1.000	1.000	1.000		1.600						0.800
186	1.600	1.000	1.000		1.600						0.800
187	1.000	1.600	1.000		1.600						0.800
188	1.600	1.600	1.000		1.600						0.800
189	1.000	1.000	1.600		1.600						0.800
190	1.600	1.000	1.600		1.600						0.800
191	1.000	1.600	1.600		1.600						0.800
192	1.600	1.600	1.600		1.600						0.800
193	1.000	1.000	1.000			1.600					0.800
194	1.600	1.000	1.000			1.600					0.800

Comb .	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
195	1.00 0	1.600	1.000			1.600					0.800
196	1.60 0	1.600	1.000			1.600					0.800
197	1.00 0	1.000	1.600			1.600					0.800
198	1.60 0	1.000	1.600			1.600					0.800
199	1.00 0	1.600	1.600			1.600					0.800
200	1.60 0	1.600	1.600			1.600					0.800
201	1.00 0	1.000	1.000				1.600				0.800
202	1.60 0	1.000	1.000				1.600				0.800
203	1.00 0	1.600	1.000				1.600				0.800
204	1.60 0	1.600	1.000				1.600				0.800
205	1.00 0	1.000	1.600				1.600				0.800
206	1.60 0	1.000	1.600				1.600				0.800
207	1.00 0	1.600	1.600				1.600				0.800
208	1.60 0	1.600	1.600				1.600				0.800
209	1.00 0	1.000	1.000					1.600			0.800
210	1.60 0	1.000	1.000					1.600			0.800
211	1.00 0	1.600	1.000					1.600			0.800

Comb .	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
212	1.600	1.600	1.000					1.600			0.800
213	1.000	1.000	1.600					1.600			0.800
214	1.600	1.000	1.600					1.600			0.800
215	1.000	1.600	1.600					1.600			0.800
216	1.600	1.600	1.600					1.600			0.800
217	1.000	1.000	1.000						1.600		0.800
218	1.600	1.000	1.000						1.600		0.800
219	1.000	1.600	1.000						1.600		0.800
220	1.600	1.600	1.000						1.600		0.800
221	1.000	1.000	1.600						1.600		0.800
222	1.600	1.000	1.600						1.600		0.800
223	1.000	1.600	1.600						1.600		0.800
224	1.600	1.600	1.600						1.600		0.800
225	1.000	1.000	1.000	1.600							
226	1.600	1.000	1.000	1.600							
227	1.000	1.600	1.000	1.600							
228	1.600	1.600	1.000	1.600							

Comb .	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
229	1.000	1.000	1.600	1.600							
230	1.600	1.000	1.600	1.600							
231	1.000	1.600	1.600	1.600							
232	1.600	1.600	1.600	1.600							

■ E.L.U. de rotura. Acero conformado

■ E.L.U. de rotura. Acero laminado

1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias

Comb .	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
1	0.800	0.800	0.800								
2	1.350	0.800	0.800								
3	0.800	1.350	0.800								
4	1.350	1.350	0.800								
5	0.800	0.800	1.350								
6	1.350	0.800	1.350								
7	0.800	1.350	1.350								
8	1.350	1.350	1.350								
9	0.800	0.800	0.800		1.500						

Comb	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
10	1.35 0	0.800	0.800		1.500						
11	0.80 0	1.350	0.800		1.500						
12	1.35 0	1.350	0.800		1.500						
13	0.80 0	0.800	1.350		1.500						
14	1.35 0	0.800	1.350		1.500						
15	0.80 0	1.350	1.350		1.500						
16	1.35 0	1.350	1.350		1.500						
17	0.80 0	0.800	0.800			1.500					
18	1.35 0	0.800	0.800			1.500					
19	0.80 0	1.350	0.800			1.500					
20	1.35 0	1.350	0.800			1.500					
21	0.80 0	0.800	1.350			1.500					
22	1.35 0	0.800	1.350			1.500					
23	0.80 0	1.350	1.350			1.500					
24	1.35 0	1.350	1.350			1.500					
25	0.80 0	0.800	0.800				1.500				
26	1.35 0	0.800	0.800				1.500				

Comb	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
27	0.80 0	1.350	0.800				1.500				
28	1.35 0	1.350	0.800				1.500				
29	0.80 0	0.800	1.350				1.500				
30	1.35 0	0.800	1.350				1.500				
31	0.80 0	1.350	1.350				1.500				
32	1.35 0	1.350	1.350				1.500				
33	0.80 0	0.800	0.800					1.500			
34	1.35 0	0.800	0.800					1.500			
35	0.80 0	1.350	0.800					1.500			
36	1.35 0	1.350	0.800					1.500			
37	0.80 0	0.800	1.350					1.500			
38	1.35 0	0.800	1.350					1.500			
39	0.80 0	1.350	1.350					1.500			
40	1.35 0	1.350	1.350					1.500			
41	0.80 0	0.800	0.800						1.500		
42	1.35 0	0.800	0.800						1.500		
43	0.80 0	1.350	0.800						1.500		

Comb	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
44	1.35 0	1.350	0.800						1.500		
45	0.80 0	0.800	1.350						1.500		
46	1.35 0	0.800	1.350						1.500		
47	0.80 0	1.350	1.350						1.500		
48	1.35 0	1.350	1.350						1.500		
49	0.80 0	0.800	0.800							1.500	
50	1.35 0	0.800	0.800							1.500	
51	0.80 0	1.350	0.800							1.500	
52	1.35 0	1.350	0.800							1.500	
53	0.80 0	0.800	1.350							1.500	
54	1.35 0	0.800	1.350							1.500	
55	0.80 0	1.350	1.350							1.500	
56	1.35 0	1.350	1.350							1.500	
57	0.80 0	0.800	0.800		0.900					1.500	
58	1.35 0	0.800	0.800		0.900					1.500	
59	0.80 0	1.350	0.800		0.900					1.500	
60	1.35 0	1.350	0.800		0.900					1.500	

Comb	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
61	0.80 0	0.800	1.350		0.900					1.500	
62	1.35 0	0.800	1.350		0.900					1.500	
63	0.80 0	1.350	1.350		0.900					1.500	
64	1.35 0	1.350	1.350		0.900					1.500	
65	0.80 0	0.800	0.800			0.900				1.500	
66	1.35 0	0.800	0.800			0.900				1.500	
67	0.80 0	1.350	0.800			0.900				1.500	
68	1.35 0	1.350	0.800			0.900				1.500	
69	0.80 0	0.800	1.350			0.900				1.500	
70	1.35 0	0.800	1.350			0.900				1.500	
71	0.80 0	1.350	1.350			0.900				1.500	
72	1.35 0	1.350	1.350			0.900				1.500	
73	0.80 0	0.800	0.800				0.900			1.500	
74	1.35 0	0.800	0.800				0.900			1.500	
75	0.80 0	1.350	0.800				0.900			1.500	
76	1.35 0	1.350	0.800				0.900			1.500	
77	0.80 0	0.800	1.350				0.900			1.500	

Comb	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
78	1.35 0	0.800	1.350				0.900			1.500	
79	0.80 0	1.350	1.350				0.900			1.500	
80	1.35 0	1.350	1.350				0.900			1.500	
81	0.80 0	0.800	0.800					0.900		1.500	
82	1.35 0	0.800	0.800					0.900		1.500	
83	0.80 0	1.350	0.800					0.900		1.500	
84	1.35 0	1.350	0.800					0.900		1.500	
85	0.80 0	0.800	1.350					0.900		1.500	
86	1.35 0	0.800	1.350					0.900		1.500	
87	0.80 0	1.350	1.350					0.900		1.500	
88	1.35 0	1.350	1.350					0.900		1.500	
89	0.80 0	0.800	0.800						0.900	1.500	
90	1.35 0	0.800	0.800						0.900	1.500	
91	0.80 0	1.350	0.800						0.900	1.500	
92	1.35 0	1.350	0.800						0.900	1.500	
93	0.80 0	0.800	1.350						0.900	1.500	
94	1.35 0	0.800	1.350						0.900	1.500	

Comb .	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
95	0.80 0	1.350	1.350						0.900	1.500	
96	1.35 0	1.350	1.350						0.900	1.500	
97	0.80 0	0.800	0.800		1.500					0.750	
98	1.35 0	0.800	0.800		1.500					0.750	
99	0.80 0	1.350	0.800		1.500					0.750	
100	1.35 0	1.350	0.800		1.500					0.750	
101	0.80 0	0.800	1.350		1.500					0.750	
102	1.35 0	0.800	1.350		1.500					0.750	
103	0.80 0	1.350	1.350		1.500					0.750	
104	1.35 0	1.350	1.350		1.500					0.750	
105	0.80 0	0.800	0.800			1.500				0.750	
106	1.35 0	0.800	0.800			1.500				0.750	
107	0.80 0	1.350	0.800			1.500				0.750	
108	1.35 0	1.350	0.800			1.500				0.750	
109	0.80 0	0.800	1.350			1.500				0.750	
110	1.35 0	0.800	1.350			1.500				0.750	
111	0.80 0	1.350	1.350			1.500				0.750	

Comb .	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
112	1.350	1.350	1.350			1.500				0.750	
113	0.800	0.800	0.800				1.500			0.750	
114	1.350	0.800	0.800				1.500			0.750	
115	0.800	1.350	0.800				1.500			0.750	
116	1.350	1.350	0.800				1.500			0.750	
117	0.800	0.800	1.350				1.500			0.750	
118	1.350	0.800	1.350				1.500			0.750	
119	0.800	1.350	1.350				1.500			0.750	
120	1.350	1.350	1.350				1.500			0.750	
121	0.800	0.800	0.800					1.500		0.750	
122	1.350	0.800	0.800					1.500		0.750	
123	0.800	1.350	0.800					1.500		0.750	
124	1.350	1.350	0.800					1.500		0.750	
125	0.800	0.800	1.350					1.500		0.750	
126	1.350	0.800	1.350					1.500		0.750	
127	0.800	1.350	1.350					1.500		0.750	
128	1.350	1.350	1.350					1.500		0.750	

Comb .	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
129	0.80 0	0.800	0.800						1.500	0.750	
130	1.35 0	0.800	0.800						1.500	0.750	
131	0.80 0	1.350	0.800						1.500	0.750	
132	1.35 0	1.350	0.800						1.500	0.750	
133	0.80 0	0.800	1.350						1.500	0.750	
134	1.35 0	0.800	1.350						1.500	0.750	
135	0.80 0	1.350	1.350						1.500	0.750	
136	1.35 0	1.350	1.350						1.500	0.750	
137	0.80 0	0.800	0.800								1.500
138	1.35 0	0.800	0.800								1.500
139	0.80 0	1.350	0.800								1.500
140	1.35 0	1.350	0.800								1.500
141	0.80 0	0.800	1.350								1.500
142	1.35 0	0.800	1.350								1.500
143	0.80 0	1.350	1.350								1.500
144	1.35 0	1.350	1.350								1.500
145	0.80 0	0.800	0.800		0.900						1.500

Comb .	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
146	1.350	0.800	0.800		0.900						1.500
147	0.800	1.350	0.800		0.900						1.500
148	1.350	1.350	0.800		0.900						1.500
149	0.800	0.800	1.350		0.900						1.500
150	1.350	0.800	1.350		0.900						1.500
151	0.800	1.350	1.350		0.900						1.500
152	1.350	1.350	1.350		0.900						1.500
153	0.800	0.800	0.800			0.900					1.500
154	1.350	0.800	0.800			0.900					1.500
155	0.800	1.350	0.800			0.900					1.500
156	1.350	1.350	0.800			0.900					1.500
157	0.800	0.800	1.350			0.900					1.500
158	1.350	0.800	1.350			0.900					1.500
159	0.800	1.350	1.350			0.900					1.500
160	1.350	1.350	1.350			0.900					1.500
161	0.800	0.800	0.800				0.900				1.500
162	1.350	0.800	0.800				0.900				1.500

Comb .	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
163	0.80 0	1.350	0.800				0.900				1.500
164	1.35 0	1.350	0.800				0.900				1.500
165	0.80 0	0.800	1.350				0.900				1.500
166	1.35 0	0.800	1.350				0.900				1.500
167	0.80 0	1.350	1.350				0.900				1.500
168	1.35 0	1.350	1.350				0.900				1.500
169	0.80 0	0.800	0.800					0.900			1.500
170	1.35 0	0.800	0.800					0.900			1.500
171	0.80 0	1.350	0.800					0.900			1.500
172	1.35 0	1.350	0.800					0.900			1.500
173	0.80 0	0.800	1.350					0.900			1.500
174	1.35 0	0.800	1.350					0.900			1.500
175	0.80 0	1.350	1.350					0.900			1.500
176	1.35 0	1.350	1.350					0.900			1.500
177	0.80 0	0.800	0.800						0.900		1.500
178	1.35 0	0.800	0.800						0.900		1.500
179	0.80 0	1.350	0.800						0.900		1.500

Comb .	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
180	1.350	1.350	0.800						0.900		1.500
181	0.800	0.800	1.350						0.900		1.500
182	1.350	0.800	1.350						0.900		1.500
183	0.800	1.350	1.350						0.900		1.500
184	1.350	1.350	1.350						0.900		1.500
185	0.800	0.800	0.800		1.500						0.750
186	1.350	0.800	0.800		1.500						0.750
187	0.800	1.350	0.800		1.500						0.750
188	1.350	1.350	0.800		1.500						0.750
189	0.800	0.800	1.350		1.500						0.750
190	1.350	0.800	1.350		1.500						0.750
191	0.800	1.350	1.350		1.500						0.750
192	1.350	1.350	1.350		1.500						0.750
193	0.800	0.800	0.800			1.500					0.750
194	1.350	0.800	0.800			1.500					0.750
195	0.800	1.350	0.800			1.500					0.750
196	1.350	1.350	0.800			1.500					0.750

Comb .	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
197	0.80 0	0.800	1.350			1.500					0.750
198	1.35 0	0.800	1.350			1.500					0.750
199	0.80 0	1.350	1.350			1.500					0.750
200	1.35 0	1.350	1.350			1.500					0.750
201	0.80 0	0.800	0.800				1.500				0.750
202	1.35 0	0.800	0.800				1.500				0.750
203	0.80 0	1.350	0.800				1.500				0.750
204	1.35 0	1.350	0.800				1.500				0.750
205	0.80 0	0.800	1.350				1.500				0.750
206	1.35 0	0.800	1.350				1.500				0.750
207	0.80 0	1.350	1.350				1.500				0.750
208	1.35 0	1.350	1.350				1.500				0.750
209	0.80 0	0.800	0.800					1.500			0.750
210	1.35 0	0.800	0.800					1.500			0.750
211	0.80 0	1.350	0.800					1.500			0.750
212	1.35 0	1.350	0.800					1.500			0.750
213	0.80 0	0.800	1.350					1.500			0.750

Comb	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
214	1.350	0.800	1.350					1.500			0.750
215	0.800	1.350	1.350					1.500			0.750
216	1.350	1.350	1.350					1.500			0.750
217	0.800	0.800	0.800						1.500		0.750
218	1.350	0.800	0.800						1.500		0.750
219	0.800	1.350	0.800						1.500		0.750
220	1.350	1.350	0.800						1.500		0.750
221	0.800	0.800	1.350						1.500		0.750
222	1.350	0.800	1.350						1.500		0.750
223	0.800	1.350	1.350						1.500		0.750
224	1.350	1.350	1.350						1.500		0.750
225	0.800	0.800	0.800	1.500							
226	1.350	0.800	0.800	1.500							
227	0.800	1.350	0.800	1.500							
228	1.350	1.350	0.800	1.500							
229	0.800	0.800	1.350	1.500							
230	1.350	0.800	1.350	1.500							

Comb .	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
231	0.800	1.350	1.350	1.500							
232	1.350	1.350	1.350	1.500							

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb .	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
1	1.000	1.000	1.000								
2	1.000	1.000	1.000		0.500						
3	1.000	1.000	1.000			0.500					
4	1.000	1.000	1.000				0.500				
5	1.000	1.000	1.000					0.500			
6	1.000	1.000	1.000						0.500		
7	1.000	1.000	1.000							0.200	
8	1.000	1.000	1.000								0.200

■ Tensiones sobre el terreno

■ Desplazamientos

Comb .	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
1	1.000	1.000	1.000								
2	1.000	1.000	1.000		1.000						

Comb .	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
3	1.000	1.000	1.000			1.000					
4	1.000	1.000	1.000				1.000				
5	1.000	1.000	1.000					1.000			
6	1.000	1.000	1.000						1.000		
7	1.000	1.000	1.000							1.000	
8	1.000	1.000	1.000		1.000					1.000	
9	1.000	1.000	1.000			1.000				1.000	
10	1.000	1.000	1.000				1.000			1.000	
11	1.000	1.000	1.000					1.000		1.000	
12	1.000	1.000	1.000						1.000	1.000	
13	1.000	1.000	1.000								1.000
14	1.000	1.000	1.000		1.000						1.000
15	1.000	1.000	1.000			1.000					1.000
16	1.000	1.000	1.000				1.000				1.000
17	1.000	1.000	1.000					1.000			1.000
18	1.000	1.000	1.000						1.000		1.000
19	1.000	1.000	1.000	1.000							

Comb	PP	peso correas	peso cubierta	Q 1 (G1)	v(0)H 1	V(90)H 1	V(180)H 1	V(180)H 2	V(270)H 1	N 1 (EI)	N 2 (R)
20	1.00 0	1.000	1.000	1.000	1.000						
21	1.00 0	1.000	1.000	1.000		1.000					
22	1.00 0	1.000	1.000	1.000			1.000				
23	1.00 0	1.000	1.000	1.000				1.000			
24	1.00 0	1.000	1.000	1.000					1.000		
25	1.00 0	1.000	1.000	1.000						1.000	
26	1.00 0	1.000	1.000	1.000	1.000					1.000	
27	1.00 0	1.000	1.000	1.000		1.000				1.000	
28	1.00 0	1.000	1.000	1.000			1.000			1.000	
29	1.00 0	1.000	1.000	1.000				1.000		1.000	
30	1.00 0	1.000	1.000	1.000					1.000	1.000	
31	1.00 0	1.000	1.000	1.000							1.000
32	1.00 0	1.000	1.000	1.000	1.000						1.000
33	1.00 0	1.000	1.000	1.000		1.000					1.000
34	1.00 0	1.000	1.000	1.000			1.000				1.000
35	1.00 0	1.000	1.000	1.000				1.000			1.000
36	1.00 0	1.000	1.000	1.000					1.000		1.000

1.3.- Resistencia al fuego

Perfiles de acero

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.

Resistencias requeridas: R 60, R 90 y R 30

Revestimiento de protección: Pintura intumescente

Densidad: 0.0 kg/m³

Conductividad: 0.01 W/(m·K)

Calor específico: 0.00 J/(kg·K)

El espesor mínimo necesario de revestimiento para cada barra se indica en la tabla de comprobación de resistencia.

2.- ESTRUCTURA

2.1.- CORREAS DE LA CUBIERTA Y FACHADA DE LOS EDIFICIOS DÁRSENAS:

Cargas sobre los pórticos

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	0.96 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	3.92 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Uniforme	---	3.92 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	2.26 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Viento a 180° con presión interior	Uniforme	---	3.56 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	0.96 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.39 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Uniforme	---	0.39 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	2.26 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 180° con presión interior	Uniforme	---	0.75 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	1.28 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	1.76 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.00/0.1 2 (R)	5.50 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.12/1.0 0 (R)	2.11 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	1.09 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Faja	0.00/0.1 2 (R)	0.11 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Faja	0.12/1.0 0 (R)	0.11 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Uniforme	---	1.09 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.00/0.2 5 (R)	2.15 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.25/0.75 (R)	1.92 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.75/1.00 (R)	2.27 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.15 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180° con presión interior	Faja	0.00/0.88 (R)	3.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180° con presión interior	Faja	0.88/1.00 (R)	7.64 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180° con presión interior	Uniforme	---	2.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	3.94 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución)	Uniforme	---	1.97 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Pórtico 2

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	1.92 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	7.83 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Uniforme	---	7.83 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	2.85 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180° con presión interior	Uniforme	---	7.13 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	1.92 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.78 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Uniforme	---	0.78 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	2.85 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 180° con presión interior	Uniforme	---	1.49 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	2.55 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	3.52 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.00/0.12 (R)	8.99 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.12/1.00 (R)	4.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	2.19 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Faja	0.00/0.12 (R)	0.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Faja	0.12/1.00 (R)	0.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Uniforme	---	2.19 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.00/0.25 (R)	0.18 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.25/0.75 (R)	0.16 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.75/1.00 (R)	0.19 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	1.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180° con presión interior	Faja	0.00/0.88 (R)	6.15 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 180° con presión interior	Faja	0.88/1.00 (R)	10.63 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180° con presión interior	Uniforme	---	4.15 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.92 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	7.87 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución)	Uniforme	---	3.94 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Pórtico 3

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	1.92 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	7.83 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Uniforme	---	7.83 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	1.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180° con presión interior	Uniforme	---	7.13 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	1.92 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.78 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Uniforme	---	0.78 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	1.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 180° con presión interior	Uniforme	---	1.49 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	2.55 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	3.52 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.00/0.12 (R)	8.64 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.12/1.00 (R)	4.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	2.19 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Faja	0.00/0.12 (R)	0.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Faja	0.12/1.00 (R)	0.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Uniforme	---	2.19 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.92 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180° con presión interior	Faja	0.00/0.88 (R)	6.15 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180° con presión interior	Faja	0.88/1.00 (R)	9.83 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180° con presión interior	Uniforme	---	4.15 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.92 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	7.87 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución)	Uniforme	---	3.94 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Pórtico 4, Pórtico 5, Pórtico 6, Pórtico 7, Pórtico 8, Pórtico 9

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Carga permanente	Unifor me	---	1.92 kN/m	EG: (0.00, 0.00, - 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Unifor me	---	7.83 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con succión interior	Unifor me	---	7.83 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Unifor me	---	0.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, - 1.00)
Pilar	Viento a 180° con presión interior	Unifor me	---	7.13 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, - 1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Unifor me	---	0.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, - 1.00)
Pilar	Carga permanente	Unifor me	---	1.92 kN/m	EG: (0.00, 0.00, - 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Unifor me	---	0.78 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con succión interior	Unifor me	---	0.78 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Unifor me	---	0.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 180° con presión interior	Unifor me	---	1.49 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, - 1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Unifor me	---	0.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubier ta	Carga permanente	Unifor me	---	2.55 kN/m	EG: (0.00, 0.00, - 1.00)
Cubier ta	Sobrecarga de uso	Unifor me	---	3.52 kN/m	EG: (0.00, 0.00, - 1.00)
Cubier ta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.00/0.12 (R)	8.64 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubier ta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.12/1.00 (R)	4.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubier ta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Unifor me	---	2.19 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, - 1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Faja	0.00/0.12 (R)	0.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Faja	0.12/1.00 (R)	0.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Uniforme	---	2.19 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.92 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180° con presión interior	Faja	0.00/0.88 (R)	6.15 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180° con presión interior	Faja	0.88/1.00 (R)	9.83 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180° con presión interior	Uniforme	---	4.15 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.92 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	7.87 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución)	Uniforme	---	3.94 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Pórtico 10

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	1.92 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	7.83 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Uniforme	---	7.83 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180° con presión interior	Uniforme	---	7.13 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	1.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Carga permanente	Unifor me	---	1.92 kN/m	EG: (0.00, 0.00, - 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Unifor me	---	0.78 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con succión interior	Unifor me	---	0.78 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Unifor me	---	0.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 180° con presión interior	Unifor me	---	1.49 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, - 1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Unifor me	---	1.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubier ta	Carga permanente	Unifor me	---	2.55 kN/m	EG: (0.00, 0.00, - 1.00)
Cubier ta	Sobrecarga de uso	Unifor me	---	3.52 kN/m	EG: (0.00, 0.00, - 1.00)
Cubier ta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.00/0.12 (R)	8.64 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubier ta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.12/1.00 (R)	4.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubier ta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Unifor me	---	2.19 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, - 1.00)
Cubier ta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con succión interior	Faja	0.00/0.12 (R)	0.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, - 1.00)
Cubier ta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con succión interior	Faja	0.12/1.00 (R)	0.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, - 1.00)
Cubier ta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con succión interior	Unifor me	---	2.19 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, - 1.00)
Cubier ta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Unifor me	---	0.92 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubier ta	Viento a 180° con presión interior	Faja	0.00/0.88 (R)	6.15 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubier ta	Viento a 180° con presión interior	Faja	0.88/1.00 (R)	9.83 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubier ta	Viento a 180° con presión interior	Unifor me	---	4.15 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.92 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	7.87 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución)	Uniforme	---	3.94 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Pórtico 11

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	1.92 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	7.83 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Uniforme	---	7.83 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180° con presión interior	Uniforme	---	7.13 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	2.85 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	1.92 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.78 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Uniforme	---	0.78 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 180° con presión interior	Uniforme	---	1.49 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	2.85 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	2.55 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	3.52 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.00/0.12 (R)	8.99 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.12/1.00 (R)	4.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	2.19 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Faja	0.00/0.12 (R)	0.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Faja	0.12/1.00 (R)	0.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Uniforme	---	2.19 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.92 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180° con presión interior	Faja	0.00/0.88 (R)	6.15 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180° con presión interior	Faja	0.88/1.00 (R)	10.63 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180° con presión interior	Uniforme	---	4.15 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.00/0.25 (R)	0.18 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.25/0.75 (R)	0.16 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.75/1.00 (R)	0.19 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	1.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	7.87 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución)	Uniforme	---	3.94 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Pórtico 12

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Carga permanente	Unifor me	---	0.96 kN/m	EG: (0.00, 0.00, - 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Unifor me	---	3.92 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con succión interior	Unifor me	---	3.92 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Unifor me	---	0.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, - 1.00)
Pilar	Viento a 180° con presión interior	Unifor me	---	3.56 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, - 1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Unifor me	---	2.26 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, - 1.00)
Pilar	Carga permanente	Unifor me	---	0.96 kN/m	EG: (0.00, 0.00, - 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Unifor me	---	0.39 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con succión interior	Unifor me	---	0.39 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Unifor me	---	0.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 180° con presión interior	Unifor me	---	0.75 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, - 1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Unifor me	---	2.26 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubier ta	Carga permanente	Unifor me	---	1.28 kN/m	EG: (0.00, 0.00, - 1.00)
Cubier ta	Sobrecarga de uso	Unifor me	---	1.76 kN/m	EG: (0.00, 0.00, - 1.00)
Cubier ta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.00/0.12 (R)	5.50 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubier ta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.12/1.00 (R)	2.11 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubier ta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 con succión interior	Unifor me	---	1.09 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, - 1.00)
Cubier ta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 con succión interior	Faja	0.00/0.12 (R)	0.11 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, - 1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Faja	0.12/1.00 (R)	0.11 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior	Uniforme	---	1.09 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180° con presión interior	Faja	0.00/0.88 (R)	3.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180° con presión interior	Faja	0.88/1.00 (R)	7.64 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180° con presión interior	Uniforme	---	2.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.00/0.25 (R)	2.15 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.25/0.75 (R)	1.92 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Faja	0.75/1.00 (R)	2.27 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 con succión interior	Uniforme	---	0.15 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	3.94 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución)	Uniforme	---	1.97 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Descripción de las abreviaturas:

R : Posición relativa a la longitud de la barra.

EG : Ejes de la carga coincidentes con los globales de la estructura.

EXB : Ejes de la carga en el plano de definición de la misma y con el eje X coincidente con la barra.

Datos de correas de cubierta	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: CF-275x4.0	Límite flecha: $L / 300$
Separación: 1.40 m	Número de vanos: Dos vanos (SON LOS ELEMENTOS QUE ABOSEVEN LOS FENOMENOS TÉRMICOS)-JUNTA DE DILATACIÓN

Datos de correas de cubierta	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de Acero: S235	Tipo de fijación: Fijación rígida

Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 94.69 %

Perfil: CF-275x4.0									
Material: S235									
	Nudos		Longitud d (m)	Características mecánicas					
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (mm)
	12.644, 96.800, 7.922	12.644, 88.000, 7.922	8.800	18.20	1958.02	139.37	0.97	- 18.79	0.00
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad									
	Pandeo			Pandeo lateral					
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.					
b	0.00	1.00	0.00	0.00					
L _k	0.000	8.800	0.000	0.000					
C ₁	-		1.000						
Notación: b: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico									

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	λ	N _t	N _c	M _y	M _z	M _y M _z	V _y	V _z	N _t M _y	N _c M _y	NM _y M _z V _y	M _t NM _y M _z	
	b / t £ (b / t) ^{Máx.} Cumple	N.P. (1)	N.P. (2)	N.P. (3)	x: 8.8 m h = 99.7	N.P. (4)	N.P. (5)	N.P. (6)	x: 8.8 m h = 13.2	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE h = 99.7

Notación:

b / t: Relación anchura / espesor

λ : 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

M_yM_z: Resistencia a flexión biaxial

V_y: Resistencia a corte Y

V_z: Resistencia a corte Z

N_tM_yM_z: Resistencia a tracción y flexión

N_cM_yM_z: Resistencia a compresión y flexión

NM_yM_zV_yV_z: Resistencia a cortante, axil y flexión

M_tNM_yM_zV_yV_z: Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante

x: Distancia al origen de la barra

h: Coeficiente de aprovechamiento (%)

N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

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

(3) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

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

(5) La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.

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

(7) No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

(8) No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

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

(10) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Relación anchura / espesor (CTE DB SE-A, Tabla 5.5 y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 5.2)

Se debe satisfacer:

$$h/t \leq 250$$

$$h/t : \underline{63.8} \quad \checkmark$$

$$b/t \leq 90$$

$$b/t : \underline{15.0} \quad \checkmark$$

$$c/t \leq 30$$

$$c/t : \underline{3.8} \quad \checkmark$$

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$$c/b : \underline{0.250}$$

Donde:

h: Altura del alma.

$$h : \underline{255.00} \text{ mm}$$

b: Ancho de las alas.

$$b : \underline{60.00} \text{ mm}$$

c: Altura de los rigidizadores.

$$c : \underline{15.00} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$t : \underline{4.00} \text{ mm}$$

Nota: Las dimensiones no incluyen el acuerdo entre elementos.

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

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

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.2)

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

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.3)

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

Resistencia a flexión. Eje Y (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.997}$$



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 12.644, 88.000, 7.922, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(180^\circ) H1$.

$M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{31.77} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

$M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{y,Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

La resistencia de cálculo a flexión $M_{c,Rd}$ viene dada por:

$$M_{c,Rd} : \underline{31.87} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_{el} : Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra de mayor tensión.

$$W_{el} : \underline{142.40} \text{ cm}^3$$

f_{yb} : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_{yb} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

g_{m0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{m0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral del ala superior: (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que la longitud de pandeo lateral es nula.

Resistencia a pandeo lateral del ala inferior: (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión. Eje Z (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

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

Resistencia a flexión biaxial (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

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

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} \leq 1$$

h : 0.132



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 12.644, 88.000, 7.922, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(180^\circ) H1$.

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

V_{Ed} : 18.22 kN

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

$$V_{b,Rd} : \underline{138.28} \text{ kN}$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{266.31} \text{ mm}$$

t : Espesor.

$$t : \underline{4.00} \text{ mm}$$

f : Ángulo que forma el alma con la horizontal.

$$f : \underline{90.0} \text{ grados}$$

f_{bv} : Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.

$$f_{bv} : \underline{136.30} \text{ MPa}$$

Siendo:

λ_w : Esbeltez relativa del alma.

$$\lambda_w : \underline{0.77}$$

Donde:

f_{yb} : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_{yb} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000.00} \text{ MPa}$$

g_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M0} : \underline{1.05}$$

Comprobación de flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Porcentajes de aprovechamiento:
- Flecha: 70.00 %

Coordenadas del nudo inicial: 12.644, 8.800, 7.922

Coordenadas del nudo final: 12.644, 0.000, 7.922

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot V(180^\circ)$ H1 a una distancia 2.933 m del origen en el segundo vano de la correa.

($I_y = 1958 \text{ cm}^4$) ($I_z = 139 \text{ cm}^4$)

Datos de correas laterales	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: CF-200x3.0	Límite flecha: $L / 300$
Separación: 1.00 m	Número de vanos: Dos vanos (ABSORVEN LOS FENOMENOS DE DILATACIÓN)-JUNTA DE DILATACIÓN
Tipo de Acero: S235	Tipo de fijación: Fijación rígida

Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 97.14 %

Perfil: CF-200x3.0									
Material: S235									
	Nudos		Longitud d (m)	Características mecánicas					
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (mm)
	0.000, 88.000, 0.500	0.000, 79.200, 0.500	8.800	10.20	588.29	45.90	0.31	-13.41	0.00
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad									
	Pandeo			Pandeo lateral					
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.				
	b	0.00	1.00	0.00	0.00				
	L _k	0.000	8.800	0.000	0.000				
	C ₁	-		1.000					
Notación: b: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico									

Barr	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	a	b / t	λ	N _t	N _c	M _y	M _z	M _y M _z	V _y	V _z	N _t M _y	N _c M _y	NM _y M _z V _y	
	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	N.P. (1)	N.P. (2)	N.P. (3)	x: 0 m h = 98.1	N.P. (4)	N.P. (5)	N.P. (6)	x: 0 m h = 9.7	N.P. (7)	N.P. (8)	N.P. (9)	N.P. (10)	CUMPLE h = 98.1
Notación: b / t: Relación anchura / espesor λ: Limitación de esbeltez N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión. Eje Y														

Barr a	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado		
	b / t	l	N _t	N _c	M _y	M _z	M _y M _z	V _y	V _z	N _t M _y	N _c M _y	NM _y M _z V _y	M _t NM _y M _z V _y			
<p><i>M_z: Resistencia a flexión. Eje Z</i></p> <p><i>M_yM_z: Resistencia a flexión biaxial</i></p> <p><i>V_y: Resistencia a corte Y</i></p> <p><i>V_z: Resistencia a corte Z</i></p> <p><i>N_tM_yM_z: Resistencia a tracción y flexión</i></p> <p><i>N_cM_yM_z: Resistencia a compresión y flexión</i></p> <p><i>NM_yM_zV_yV_z: Resistencia a cortante, axil y flexión</i></p> <p><i>M_tNM_yM_zV_yV_z: Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante</i></p> <p><i>x: Distancia al origen de la barra</i></p> <p><i>h: Coeficiente de aprovechamiento (%)</i></p> <p><i>N.P.: No procede</i></p>																
<p><i>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</i></p> <p>(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.</p> <p>(2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.</p> <p>(3) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</p> <p>(4) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</p> <p>(5) La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.</p> <p>(6) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p>(7) No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>(8) No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>(9) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>(10) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p>																

Relación anchura / espesor (CTE DB SE-A, Tabla 5.5 y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 5.2)

Se debe satisfacer:

h/t ≤ 250

h / t : 62.7



$$b/t \leq 90$$

$$b/t : \underline{16.0} \quad \checkmark$$

$$c/t \leq 30$$

$$c/t : \underline{4.7} \quad \checkmark$$

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$$c/b : \underline{0.292}$$

Donde:

h: Altura del alma.

$$h : \underline{188.00} \text{ mm}$$

b: Ancho de las alas.

$$b : \underline{48.00} \text{ mm}$$

c: Altura de los rigidizadores.

$$c : \underline{14.00} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$t : \underline{3.00} \text{ mm}$$

Nota: Las dimensiones no incluyen el acuerdo entre elementos.

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

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

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.2)

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

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.3)

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

Resistencia a flexión. Eje Y (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : 0.981$$



Para flexión positiva:

$M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{y,Ed}^+ : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 88.000, 0.500, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(0^\circ) H2$.

$M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{y,Ed}^- : 12.92 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

La resistencia de cálculo a flexión $M_{c,Rd}$ viene dada por:

$$M_{c,Rd} : 13.17 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_{el} : Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra de mayor tensión.

$$W_{el} : 58.83 \text{ cm}^3$$

f_{yb} : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_{yb} : 235.00 \text{ MPa}$$

g_{m0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{m0} : 1.05$$

Resistencia a pandeo lateral del ala superior: (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a pandeo lateral del ala inferior: (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que la longitud de pandeo lateral es nula.

Resistencia a flexión. Eje Z (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

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

Resistencia a flexión biaxial (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

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

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} \leq 1$$

$$h : \quad 0.097$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 88.000, 0.500, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(0^\circ)$ H2.

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

$$V_{Ed} : \quad 7.34 \quad \text{kN}$$

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

$$V_{b,Rd} : \quad 75.69 \quad \text{kN}$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \quad 194.36 \quad \text{mm}$$

t : Espesor.

$$t : \quad 3.00 \quad \text{mm}$$

f : Ángulo que forma el alma con la horizontal.

$$f : \quad 90.0 \quad \text{grados}$$

f_{bv} : Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.

$$f_{bv} : \quad 136.30 \quad \text{MPa}$$

Siendo:

λ_w : Esbeltez relativa del alma.

$$\lambda_w : \underline{0.75}$$

Donde:

f_{yb} : Límite elástico del material base. (CTE

DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_{yb} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000.00} \text{ MPa}$$

g_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a tracción y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.8 y 6.3)

No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a compresión y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.9 y 6.2.5)

No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante, axil y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.10)

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

Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.6)

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

Comprobación de flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Porcentajes de aprovechamiento:
- Flecha: 76.70 %

Coordenadas del nudo inicial: 0.000, 88.000, 0.500

Coordenadas del nudo final: 0.000, 79.200, 0.500

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot V(0^\circ)$

H1 a una distancia 4.400 m del origen en el segundo vano de la correa.

($I_y = 588 \text{ cm}^4$) ($I_z = 46 \text{ cm}^4$)

Medición de correas			
Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kN/m ²
Correas de cubierta	11	157.14	0.12
Correas laterales	16	128.15	0.09

2.2 CORREAS DE CUBIERTA Y FACHADA DEL AUXILIAR Y VOLADIZO

PORTICOS:

Barra	Hipótesis	Valor
Pilar	Carga permanente	0.83 kN/m
Pilar	Viento a 0° sin acción en el interior	2.44 kN/m
Pilar	Viento a 90° , presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	3.68 kN/m
Pilar	Viento a 180° , presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	1.17 kN/m
Pilar	Viento a 180° , presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	1.17 kN/m
Pilar	Viento a 270° , presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	1.69 kN/m
Pilar	Carga permanente	0.83 kN/m
Pilar	Viento a 0° sin acción en el interior	1.17 kN/m
Pilar	Viento a 90° , presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	3.68 kN/m
Pilar	Viento a 180° , presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	2.44 kN/m
Pilar	Viento a 180° , presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	2.44 kN/m

Barra	Hipótesis	Valor
Pilar	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	1.69 kN/m
Cubierta	Carga permanente	0.93 kN/m
Cubierta	Sobrecarga de uso	1.50 kN/m
Cubierta	Viento a 0° sin acción en el interior	2.71 kN/m
Cubierta	Viento a 0° sin acción en el interior	7.25 kN/m
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	2.96 kN/m
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	2.57 kN/m
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	3.01 kN/m
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	1.19 kN/m
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	5.36 kN/m
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	1.98 kN/m
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	0.03 kN/m
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	0.03 kN/m
Cubierta	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	1.72 kN/m
Cubierta	Nieve (estado inicial)	2.80 kN/m
Cubierta	Nieve (redistribución)	1.40 kN/m

CORREAS DE LA CUBIERTA DEL VOLADIZO

Cargas en barras

Pórtico 1, Pórtico 13

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	1.07 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	1.50 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Uniforme	---	6.90 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Faja	0.00/0.10 (R)	8.14 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Faja	0.10/0.90 (R)	7.27 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Faja	0.90/1.00 (R)	8.14 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

Pórtico 2, Pórtico 12

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	2.14 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	3.00 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Faja	0.00/0.10 (R)	2.77 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Faja	0.10/0.90 (R)	1.77 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Faja	0.90/1.00 (R)	2.77 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Uniforme	---	9.39 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Faja	0.00/0.10 (R)	16.29 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Faja	0.10/0.90 (R)	13.33 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Faja	0.90/1.00 (R)	16.29 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

Pórtico 3, Pórtico 11

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	2.14 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	3.00 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Faja	0.00/0.10 (R)	8.48 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Faja	0.10/0.90 (R)	5.41 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Faja	0.90/1.00 (R)	8.48 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Uniforme	---	0.28 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Faja	0.00/0.10 (R)	16.29 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Faja	0.10/0.90 (R)	10.84 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Faja	0.90/1.00 (R)	16.29 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

Pórtico 4, Pórtico 5, Pórtico 6, Pórtico 7, Pórtico 8, Pórtico 9, Pórtico 10

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	2.14 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	3.00 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Faja	0.00/0.10 (R)	8.65 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Faja	0.10/0.90 (R)	5.52 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Faja	0.90/1.00 (R)	8.65 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Faja	0.00/0.10 (R)	16.29 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Faja	0.10/0.90 (R)	10.77 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Cubiertas aisladas	Faja	0.90/1.00 (R)	16.29 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

Descripción de las abreviaturas:

R : Posición relativa a la longitud de la barra.

EG : Ejes de la carga coincidentes con los globales de la estructura.

EXB : Ejes de la carga en el plano de definición de la misma y con el eje X coincidente con la barra.

Datos de correas de cubierta AUXILIAR	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: CF-250x4.0	Límite flecha: $L / 300$
Separación: 1.25 m	Número de vanos: Dos vanos (ABSORVEN EL FENOMENO DE DILATACIÓN-JUNTAS DE DILATACIÓN)
Tipo de Acero: S235	Tipo de fijación: Fijación rígida

Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 96.03 %

Perfil: CF-250x4.0										
Material: S235										
	Nudos		Longitud d (m)	Características mecánicas						
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (mm)	
	0.622, 7.500, 7.062	0.622, 0.000, 7.062	7.500	17.20	1558.58	135.47	0.92	-17.68	0.00	
	Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad									
		Pandeo			Pandeo lateral					
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.					
	b	0.00	1.00	0.00	0.00					
	L _k	0.000	7.500	0.000	0.000					
	C ₁	-		1.000						
	Notación: b: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico									

Barr a	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	b / t	λ	N _t	N _c	M _y	M _z	M _y M _z	V _y	V _z	N _t M _y	N _c M _y	NM _y M _z V	M _t NM _y M _z		
	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	N.P. (1)	N.P. (2)	N.P. (3)	x: 0 m h = 96.0	N.P. (4)	N.P. (5)	N.P. (6)	x: 0 m h = 16.2	N.P. (7)	N.P. (8)	N.P. (9)	N.P. (10)	CUMPLE h = 96.0	
Notación: b / t: Relación anchura / espesor λ: Limitación de esbeltez N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión. Eje Y															

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	l	N _t	N _c	M _y	M _z	M _y M _z	V _y	V _z	N _t M _y M _z	N _c M _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t NM _y M _z V _y V _z	
	<p><i>M_z: Resistencia a flexión. Eje Z</i></p> <p><i>M_yM_z: Resistencia a flexión biaxial</i></p> <p><i>V_y: Resistencia a corte Y</i></p> <p><i>V_z: Resistencia a corte Z</i></p> <p><i>N_tM_yM_z: Resistencia a tracción y flexión</i></p> <p><i>N_cM_yM_z: Resistencia a compresión y flexión</i></p> <p><i>NM_yM_zV_yV_z: Resistencia a cortante, axil y flexión</i></p> <p><i>M_tNM_yM_zV_yV_z: Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante</i></p> <p><i>x: Distancia al origen de la barra</i></p> <p><i>h: Coeficiente de aprovechamiento (%)</i></p> <p><i>N.P.: No procede</i></p>													
	<p><i>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</i></p> <p><i>(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.</i></p> <p><i>(2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.</i></p> <p><i>(3) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</i></p> <p><i>(4) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</i></p> <p><i>(5) La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.</i></p> <p><i>(6) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</i></p> <p><i>(7) No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</i></p> <p><i>(8) No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</i></p> <p><i>(9) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</i></p> <p><i>(10) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</i></p>													

Relación anchura / espesor (CTE DB SE-A, Tabla 5.5 y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 5.2)

Se debe satisfacer:

$$h/t \leq 250$$

$$h/t : 57.5$$



$$b/t \leq 90$$

$$b/t : \underline{15.0} \quad \checkmark$$

$$c/t \leq 30$$

$$c/t : \underline{3.8} \quad \checkmark$$

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$$c/b : \underline{0.250}$$

Donde:

h: Altura del alma.

$$h : \underline{230.00} \text{ mm}$$

b: Ancho de las alas.

$$b : \underline{60.00} \text{ mm}$$

c: Altura de los rigidizadores.

$$c : \underline{15.00} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$t : \underline{4.00} \text{ mm}$$

Nota: Las dimensiones no incluyen el acuerdo entre elementos.

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

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

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.2)

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

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.3)

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

Resistencia a flexión. Eje Y (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.960}$$



Para flexión positiva:

$M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.622, 7.500,

7.062, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.05 \cdot Q + 1.50 \cdot V H1$.

$M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{y,Ed}^- : \underline{26.80} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

La resistencia de cálculo a flexión $M_{c,Rd}$ viene dada por:

$$M_{c,Rd} : \underline{27.91} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_{el} : Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra de mayor tensión.

$$W_{el} : \underline{124.69} \text{ cm}^3$$

f_{yb} : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_{yb} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

g_{m0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{m0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral del ala superior: (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a pandeo lateral del ala inferior: (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que la longitud de pandeo lateral es nula.

Resistencia a flexión. Eje Z (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

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

Resistencia a flexión biaxial (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

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

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} \leq 1$$

η : 0.162



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.622, 7.500, 7.062, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.05*Q + 1.50*V H1.

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

V_{Ed} : 20.27 kN

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

$V_{b,Rd}$: 125.30 kN

Donde:

h_w : Altura del alma.

h_w : 241.31 mm

t : Espesor.

t : 4.00 mm

f : Ángulo que forma el alma con la horizontal.

f : 90.0 grados

f_{bv} : Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.

$$f_{bv} : \underline{136.30} \text{ MPa}$$

Siendo:

λ_w : Esbeltez relativa del alma.

$$\lambda_w : \underline{0.70}$$

Donde:

f_{yb} : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_{yb} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000.00} \text{ MPa}$$

g_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a tracción y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.8 y 6.3)

No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a compresión y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.9 y 6.2.5)

No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante, axil y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.10)

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

Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.6)

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

Comprobación de flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Porcentajes de aprovechamiento:
- Flecha: 76.45 %

Coordenadas del nudo inicial: 0.622, 7.500, 7.062

Coordenadas del nudo final: 0.622, 0.000, 7.062

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot Q + 1.00 \cdot V$ H1 a una distancia 3.750 m del origen en el segundo vano de la correa.

($I_y = 1559 \text{ cm}^4$) ($I_z = 135 \text{ cm}^4$)

Medición de correas			
Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kN/m ²
Correas de cubierta	9	121.50	0.12

2.3 NUDOS Y ESTRUCTURA

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N25/N26	HE 260 B (HEB)	7.000	0.083	650.61
		N27/N28	HE 260 B (HEB)	7.000	0.083	650.61
		N29/N30	HE 260 B (HEB)	7.000	0.083	650.61
		N31/N32	HE 260 B (HEB)	7.000	0.083	650.61
		N33/N34	HE 260 B (HEB)	7.000	0.083	650.61
		N35/N36	HE 260 B (HEB)	7.000	0.083	650.61
		N37/N38	HE 260 B (HEB)	9.000	0.107	836.50
		N39/N40	HE 260 B (HEB)	9.000	0.107	836.50
		N41/N42	HE 260 B (HEB)	9.000	0.107	836.50
		N43/N44	HE 260 B (HEB)	9.000	0.107	836.50
		N45/N46	HE 260 B (HEB)	9.000	0.107	836.50
		N49/N50	HE 260 B (HEB)	7.000	0.083	650.61
		N77/N395	HE 200 B (HEB)	8.431	0.066	516.90

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N78/N396	HE 200 B (HEB)	7.578	0.059	464.59
		N36/N80	IPE 400 (IPE)	10.050	0.085	666.63
		N34/N81	IPE 400 (IPE)	10.050	0.085	666.63
		N32/N82	IPE 400 (IPE)	10.050	0.085	666.63
		N30/N83	IPE 400 (IPE)	10.050	0.085	666.63
		N28/N84	IPE 400 (IPE)	10.050	0.085	666.63
		N86/N87	HE 260 B (HEB)	9.000	0.107	836.50
		N88/N89	HE 260 B (HEB)	7.000	0.083	650.61
		N90/N91	HE 260 B (HEB)	9.000	0.107	836.50
		N92/N93	HE 260 B (HEB)	7.000	0.083	650.61
		N94/N95	HE 260 B (HEB)	9.000	0.107	836.50
		N96/N97	HE 260 B (HEB)	7.000	0.083	650.61
		N98/N99	HE 260 B (HEB)	9.000	0.107	836.50
		N100/N101	HE 260 B (HEB)	7.000	0.083	650.61
		N104/N105	HE 260 B (HEB)	7.000	0.083	650.61
		N107/N108	HE 260 B (HEB)	7.000	0.083	650.61
		N101/N113	IPE 400 (IPE)	10.050	0.085	666.63
		N97/N112	IPE 400 (IPE)	10.050	0.085	666.63
		N89/N111	IPE 400 (IPE)	10.050	0.085	666.63
		N93/N110	IPE 400 (IPE)	10.050	0.085	666.63
		N23/N115	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N11/N116	HE 240 B (HEB)	6.500	0.069	540.86
		N116/N115	IPE 500 (IPE)	13.424	0.156	1222.40
		N10/N117	HE 240 B (HEB)	6.500	0.069	540.86
		N9/N118	HE 240 B (HEB)	6.500	0.069	540.86
		N8/N119	HE 240 B (HEB)	6.500	0.069	540.86
		N7/N120	HE 240 B (HEB)	6.500	0.069	540.86
		N6/N121	HE 240 B (HEB)	6.500	0.069	540.86
		N5/N122	HE 240 B (HEB)	6.500	0.069	540.86
		N4/N123	HE 240 B (HEB)	6.500	0.069	540.86
		N3/N124	HE 240 B (HEB)	6.500	0.069	540.86

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N2/N125	HE 240 B (HEB)	6.500	0.069	540.86
		N1/N126	HE 240 B (HEB)	6.500	0.069	540.86
		N12/N24	HE 260 B (HEB)	9.000	0.107	836.50
		N22/N127	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N21/N128	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N20/N129	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N19/N130	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N18/N131	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N17/N132	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N16/N133	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N15/N134	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N14/N135	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N13/N136	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N117/N127	IPE 500 (IPE)	13.424	0.156	1222.40
		N118/N128	IPE 500 (IPE)	13.424	0.156	1222.40
		N120/N130	IPE 500 (IPE)	13.424	0.156	1222.40
		N121/N131	IPE 500 (IPE)	13.424	0.156	1222.40
		N122/N132	IPE 500 (IPE)	13.424	0.156	1222.40
		N123/N133	IPE 500 (IPE)	13.424	0.156	1222.40
		N124/N134	IPE 500 (IPE)	13.424	0.156	1222.40
		N75/N137	HE 200 B (HEB)	7.000	0.055	429.16
		N76/N138	HE 200 B (HEB)	7.498	0.059	459.72
		N47/N48	HE 260 B (HEB)	9.000	0.107	836.50
		N160/N143	IPE 500 (IPE)	13.424	0.156	1222.40
		N140/N142	IPE 500 (IPE)	13.424	0.156	1222.40
		N157/N146	IPE 500 (IPE)	13.424	0.156	1222.40
		N156/N147	IPE 500 (IPE)	13.424	0.156	1222.40
		N155/N148	IPE 500 (IPE)	13.424	0.156	1222.40
		N154/N149	IPE 500 (IPE)	13.424	0.156	1222.40
		N153/N150	IPE 500 (IPE)	13.424	0.156	1222.40
		N152/N151	IPE 600 (IPE)	13.424	0.209	1643.91

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N141/N139	IPE 300 (IPE)	13.424	0.072	566.94
		N72/N142	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N71/N143	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N70/N144	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N69/N145	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N68/N146	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N67/N147	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N66/N148	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N65/N149	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N64/N150	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N62/N139	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N51/N141	HE 240 B (HEB)	6.500	0.069	540.86
		N61/N152	HE 240 B (HEB)	6.500	0.069	540.86
		N60/N153	HE 240 B (HEB)	6.500	0.069	540.86
		N59/N154	HE 240 B (HEB)	6.500	0.069	540.86
		N58/N155	HE 240 B (HEB)	6.500	0.069	540.86
		N57/N156	HE 240 B (HEB)	6.500	0.069	540.86
		N56/N157	HE 240 B (HEB)	6.500	0.069	540.86
		N55/N158	HE 240 B (HEB)	6.500	0.069	540.86
		N54/N159	HE 240 B (HEB)	6.500	0.069	540.86
		N53/N160	HE 240 B (HEB)	6.500	0.069	540.86
		N52/N140	HE 240 B (HEB)	6.500	0.069	540.86
		N63/N151	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N74/N161	HE 200 B (HEB)	7.500	0.059	459.81
		N73/N162	HE 200 B (HEB)	7.001	0.055	429.25
		N1/N125	Ø20 (Redondos)	10.940	0.003	26.98
		N2/N126	Ø20 (Redondos)	10.940	0.003	26.98
		N8/N118	Ø20 (Redondos)	10.940	0.003	26.98
		N9/N119	Ø20 (Redondos)	10.940	0.003	26.98
		N107/N26	Ø12 (Redondos)	10.259	0.001	9.11
		N25/N108	Ø12 (Redondos)	10.259	0.001	9.11

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N51/N152	Ø20 (Redondos)	10.940	0.003	26.98
		N61/N141	Ø20 (Redondos)	10.940	0.003	26.98
		N55/N159	Ø20 (Redondos)	10.940	0.003	26.98
		N54/N158	Ø20 (Redondos)	10.940	0.003	26.98
		N163/N165	HE 200 B (HEB)	7.578	0.059	464.59
		N164/N166	HE 200 B (HEB)	8.431	0.066	516.90
		N104/N50	Ø14 (Redondos)	10.259	0.002	12.40
		N49/N105	Ø14 (Redondos)	10.259	0.002	12.40
		N166/N103	Ø20 (Redondos)	9.605	0.003	23.69
		N105/N165	Ø20 (Redondos)	9.664	0.003	23.83
		N106/N354	HE 260 B (HEB)	9.000	0.107	836.50
		N126/N125	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N125/N124	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N124/N123	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N123/N122	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N122/N121	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N121/N120	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N120/N119	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N119/N118	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N118/N117	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N117/N116	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N38/N91	IPE 330 (IPE)	7.500	0.047	368.56
		N91/N40	IPE 330 (IPE)	7.500	0.047	368.56
		N40/N87	IPE 330 (IPE)	7.500	0.047	368.56
		N87/N42	IPE 330 (IPE)	7.500	0.047	368.56
		N42/N95	IPE 330 (IPE)	7.500	0.047	368.56
		N95/N44	IPE 330 (IPE)	7.500	0.047	368.56
		N44/N99	IPE 330 (IPE)	7.500	0.047	368.56
		N99/N46	IPE 330 (IPE)	7.500	0.047	368.56
		N46/N103	IPE 330 (IPE)	7.500	0.047	368.56
		N103/N48	IPE 330 (IPE)	7.500	0.047	368.56

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N24/N354	IPE 330 (IPE)	7.500	0.047	368.56
		N354/N38	IPE 330 (IPE)	7.500	0.047	368.56
		N26/N108	IPE 330 (IPE)	7.500	0.047	368.56
		N28/N93	IPE 330 (IPE)	7.500	0.047	368.56
		N93/N30	IPE 330 (IPE)	7.500	0.047	368.56
		N30/N89	IPE 330 (IPE)	7.500	0.047	368.56
		N89/N32	IPE 330 (IPE)	7.500	0.047	368.56
		N32/N97	IPE 330 (IPE)	7.500	0.047	368.56
		N97/N34	IPE 330 (IPE)	7.500	0.047	368.56
		N34/N101	IPE 330 (IPE)	7.500	0.047	368.56
		N101/N36	IPE 330 (IPE)	7.500	0.047	368.56
		N36/N105	IPE 330 (IPE)	7.500	0.047	368.56
		N105/N50	IPE 330 (IPE)	7.500	0.047	368.56
		N108/N28	IPE 330 (IPE)	7.500	0.047	368.56
		N109/N84	IPE 120 (IPE)	7.500	0.010	77.71
		N84/N110	IPE 120 (IPE)	7.500	0.010	77.71
		N110/N83	IPE 120 (IPE)	7.500	0.010	77.71
		N83/N111	IPE 120 (IPE)	7.500	0.010	77.71
		N111/N82	IPE 120 (IPE)	7.500	0.010	77.71
		N82/N112	IPE 120 (IPE)	7.500	0.010	77.71
		N112/N81	IPE 120 (IPE)	7.500	0.010	77.71
		N81/N113	IPE 120 (IPE)	7.500	0.010	77.71
		N113/N80	IPE 120 (IPE)	7.500	0.010	77.71
		N80/N114	IPE 120 (IPE)	7.500	0.010	77.71
		N114/N79	IPE 500 (IPE)	7.500	0.087	682.95
		N85/N109	IPE 500 (IPE)	7.500	0.087	682.95
		N136/N135	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N134/N133	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N133/N132	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N132/N131	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N131/N130	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N130/N129	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N129/N128	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N128/N127	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N127/N115	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N135/N134	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N397/N381	HE 240 B (HEB)	6.500	0.069	540.86
		N398/N382	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N115/N382	IPE 400 (IPE)	7.700	0.065	510.76
		N141/N152	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N152/N153	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N153/N154	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N154/N155	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N155/N156	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N156/N157	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N157/N158	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N158/N159	IPE 600 (IPE)	8.800	0.137	1077.65
		N159/N160	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N160/N140	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N139/N151	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N151/N150	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N150/N149	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N149/N148	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N148/N147	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N147/N146	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N146/N145	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N145/N144	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N144/N143	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N143/N142	IPE 400 (IPE)	8.800	0.074	583.73
		N411/N362	HE 240 B (HEB)	6.500	0.069	540.86
		N412/N363	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N362/N363	IPE 500 (IPE)	13.424	0.156	1222.40

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N140/N362	IPE 400 (IPE)	7.700	0.065	510.76
		N142/N363	IPE 400 (IPE)	7.700	0.065	510.76
		N365/N85	Ø20 (Redondos)	8.091	0.003	19.95
		N26/N365	Ø20 (Redondos)	10.269	0.003	25.33
		N364/N109	Ø20 (Redondos)	8.091	0.003	19.95
		N108/N364	Ø20 (Redondos)	10.269	0.003	25.33
		N366/N84	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N367/N110	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N368/N83	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N369/N111	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N370/N82	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N371/N112	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N372/N81	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N373/N113	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N374/N80	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N375/N79	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N376/N114	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N377/N109	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N378/N85	HE 240 B (HEB)	8.000	0.085	665.68
		N105/N379	Ø20 (Redondos)	10.269	0.003	25.33
		N379/N114	Ø20 (Redondos)	8.091	0.003	19.95
		N380/N79	Ø20 (Redondos)	8.091	0.003	19.95
		N50/N380	Ø20 (Redondos)	10.269	0.003	25.33
		N381/N382	IPE 500 (IPE)	13.424	0.156	1222.40
		N26/N386	Ø20 (Redondos)	9.664	0.003	23.83
		N395/N354	Ø20 (Redondos)	9.605	0.003	23.69
		N391/N24	Ø20 (Redondos)	9.605	0.003	23.69
		N108/N396	Ø20 (Redondos)	9.664	0.003	23.83
		N116/N381	IPE 500 (IPE)	7.700	0.089	701.16
		N50/N410	Ø20 (Redondos)	9.664	0.003	23.83
		N409/N48	Ø20 (Redondos)	9.605	0.003	23.69

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N106/N24	Ø20 (Redondos)	11.715	0.004	28.89
		N12/N354	Ø20 (Redondos)	11.715	0.004	28.89
		N47/N103	Ø20 (Redondos)	11.715	0.004	28.89
		N102/N48	Ø20 (Redondos)	11.715	0.004	28.89
		N158/N145	IPE 600 (IPE)	13.424	0.209	1643.91
		N159/N144	IPE 600 (IPE)	13.424	0.209	1643.91
		N396/N414	Ø20 (Redondos)	8.746	0.003	21.57
		N414/N395	Ø20 (Redondos)	8.746	0.003	21.57
		N413/N391	Ø20 (Redondos)	8.746	0.003	21.57
		N386/N413	Ø20 (Redondos)	8.746	0.003	21.57
		N415/N413	HE 200 B (HEB)	8.005	0.063	490.74
		N417/N409	Ø20 (Redondos)	8.746	0.003	21.57
		N410/N417	Ø20 (Redondos)	8.746	0.003	21.57
		N165/N416	Ø20 (Redondos)	8.746	0.003	21.57
		N416/N166	Ø20 (Redondos)	8.746	0.003	21.57
		N418/N417	HE 200 B (HEB)	8.005	0.063	490.74
		N102/N103	HE 260 A (HEA)	9.000	0.078	613.24
		N125/N137	Ø20 (Redondos)	9.869	0.003	24.34
		N126/N419	Ø20 (Redondos)	9.869	0.003	24.34
		N137/N420	Ø20 (Redondos)	9.869	0.003	24.34
		N419/N138	Ø20 (Redondos)	9.869	0.003	24.34
		N138/N135	Ø20 (Redondos)	9.878	0.003	24.36
		N420/N136	Ø20 (Redondos)	9.878	0.003	24.36
		N118/N424	Ø20 (Redondos)	9.869	0.003	24.34
		N119/N421	Ø20 (Redondos)	9.869	0.003	24.34
		N421/N423	Ø20 (Redondos)	9.869	0.003	24.34
		N424/N422	Ø20 (Redondos)	9.869	0.003	24.34
		N422/N129	Ø20 (Redondos)	9.878	0.003	24.36
		N423/N128	Ø20 (Redondos)	9.878	0.003	24.36
		N161/N151	Ø20 (Redondos)	9.869	0.003	24.34
		N428/N139	Ø20 (Redondos)	9.869	0.003	24.34

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N162/N428	Ø20 (Redondos)	9.869	0.003	24.34
		N430/N161	Ø20 (Redondos)	9.869	0.003	24.34
		N141/N430	Ø20 (Redondos)	9.878	0.003	24.36
		N152/N162	Ø20 (Redondos)	9.878	0.003	24.36
		N427/N144	Ø20 (Redondos)	9.869	0.003	24.34
		N425/N145	Ø20 (Redondos)	9.869	0.003	24.34
		N429/N425	Ø20 (Redondos)	9.869	0.003	24.34
		N159/N429	Ø20 (Redondos)	9.878	0.003	24.36
		N426/N427	Ø20 (Redondos)	9.869	0.003	24.34
		N158/N426	Ø20 (Redondos)	9.878	0.003	24.36
		N125/N135	IPE 600 (IPE)	13.424	0.209	1643.91
		N126/N136	IPE 300 (IPE)	13.424	0.072	566.94
		N119/N129	IPE 600 (IPE)	13.424	0.209	1643.91
		N50/N48	IPE 330 (IPE)	21.095	0.132	1036.63
		N26/N24	IPE 330 (IPE)	21.095	0.132	1036.63
		N105/N114	IPE 400 (IPE)	10.050	0.085	666.63
		N50/N79	IPE 400 (IPE)	10.050	0.085	666.63
		N26/N85	IPE 400 (IPE)	10.050	0.085	666.63
		N108/N109	IPE 400 (IPE)	10.050	0.085	666.63
Acero conformado	S275	N180/N167	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N181/N169	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N182/N171	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N183/N173	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N184/N175	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N185/N177	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N186/N179	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N180/N87	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N180/N168	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N181/N168	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N181/N170	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N182/N170	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N182/N172	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N183/N172	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N183/N174	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N184/N174	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N184/N176	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N185/N176	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N185/N178	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N186/N178	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N186/N89	CC 70x70x4 (CC)	2.253	0.002	17.68
		N200/N187	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N201/N189	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N202/N191	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N203/N193	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N204/N195	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N205/N197	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N206/N199	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N200/N42	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N200/N188	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N201/N188	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N201/N190	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N202/N190	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N202/N192	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N203/N192	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N203/N194	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N204/N194	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N204/N196	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N205/N196	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N205/N198	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N206/N198	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N206/N32	CC 70x70x4 (CC)	2.253	0.002	17.68

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N220/N207	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N221/N209	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N222/N211	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N223/N213	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N224/N215	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N225/N217	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N226/N219	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N220/N95	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N220/N208	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N221/N208	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N221/N210	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N222/N210	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N222/N212	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N223/N212	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N223/N214	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N224/N214	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N224/N216	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N225/N216	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N225/N218	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N226/N218	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N226/N97	CC 70x70x4 (CC)	2.253	0.002	17.68
		N240/N227	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N241/N229	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N242/N231	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N243/N233	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N244/N235	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N245/N237	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N246/N239	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N240/N44	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N240/N228	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N241/N228	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N241/N230	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N242/N230	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N242/N232	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N243/N232	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N243/N234	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N244/N234	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N244/N236	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N245/N236	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N245/N238	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N246/N238	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N246/N34	CC 70x70x4 (CC)	2.253	0.002	17.68
		N260/N247	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N261/N249	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N262/N251	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N263/N253	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N264/N255	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N265/N257	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N266/N259	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N260/N99	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N260/N248	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N261/N248	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N261/N250	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N262/N250	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N262/N252	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N263/N252	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N263/N254	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N264/N254	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N264/N256	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N265/N256	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N265/N258	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N266/N258	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N266/N101	CC 70x70x4 (CC)	2.253	0.002	17.68
		N280/N267	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N281/N269	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N282/N271	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N283/N273	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N284/N275	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N285/N277	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N286/N279	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N280/N46	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N280/N268	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N281/N268	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N281/N270	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N282/N270	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N282/N272	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N283/N272	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N283/N274	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N284/N274	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N284/N276	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N285/N276	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N285/N278	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N286/N278	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N286/N36	CC 70x70x4 (CC)	2.253	0.002	17.68
		N300/N287	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N301/N289	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N302/N291	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N303/N293	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N304/N295	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N305/N297	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N306/N299	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N300/N40	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N300/N288	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N301/N288	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N301/N290	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N302/N290	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N302/N292	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N303/N292	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N303/N294	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N304/N294	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N304/N296	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N305/N296	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N305/N298	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N306/N298	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N306/N30	CC 70x70x4 (CC)	2.253	0.002	17.68
		N320/N307	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N321/N309	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N322/N311	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N323/N313	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N324/N315	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N325/N317	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N326/N319	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N320/N91	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N320/N308	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N321/N308	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N321/N310	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N322/N310	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N322/N312	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N323/N312	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N323/N314	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N324/N314	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N324/N316	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N325/N316	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N325/N318	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N326/N318	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N326/N93	CC 70x70x4 (CC)	2.253	0.002	17.68
		N340/N327	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N341/N329	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N342/N331	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N343/N333	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N344/N335	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N345/N337	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N346/N339	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N340/N38	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N340/N328	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N341/N328	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N341/N330	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N342/N330	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N342/N332	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N343/N332	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N343/N334	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N344/N334	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N344/N336	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N345/N336	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N345/N338	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N346/N338	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N346/N28	CC 70x70x4 (CC)	2.253	0.002	17.68
		N347/N354	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N353/N108	CC 70x70x4 (CC)	2.253	0.002	17.68
		N355/N103	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N361/N105	CC 70x70x4 (CC)	2.253	0.002	17.68
		N364/N365	2xCF-250x4.0(=[]) (Conformados C)	7.500	0.026	202.50
		N380/N379	2xCF-250x4.0(=[]) (Conformados C)	7.500	0.026	202.50
		N347/N394	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N348/N392	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N349/N390	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N351/N387	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N352/N385	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N353/N383	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N347/N393	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N348/N393	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N348/N391	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N349/N391	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N349/N389	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N350/N389	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N350/N388	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N351/N388	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N351/N386	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N352/N386	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N352/N384	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N353/N384	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N395/N391	2xCF-250x3.0(=[]) (Conformados C)	7.500	0.020	155.46
		N396/N386	2xCF-250x3.0(=[]) (Conformados C)	7.500	0.020	155.46
		N355/N399	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N361/N408	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N360/N406	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N359/N405	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N357/N402	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N356/N401	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N361/N407	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N360/N407	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N359/N404	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N358/N404	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N358/N403	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N357/N403	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N356/N400	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N355/N400	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N356/N409	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N357/N409	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N359/N410	CC 70x70x4 (CC)	2.194	0.002	17.22
		N360/N410	CC 70x70x4 (CC)	2.410	0.002	18.92
		N409/N166	2xCF-250x3.0(=) (Conformados C)	7.500	0.020	155.46
		N410/N165	2xCF-250x3.0(=) (Conformados C)	7.500	0.020	155.46
		N413/N414	2xCF-250x3.0(=) (Conformados C)	7.500	0.020	155.46
		N350/N414	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N416/N417	2xCF-250x3.0(=) (Conformados C)	7.500	0.020	155.46
		N358/N416	CC 70x70x4 (CC)	1.750	0.002	13.73
		N137/N419	2xCF-250x3.0(=) (Conformados C)	8.800	0.023	182.41
		N138/N420	2xCF-250x3.0(=) (Conformados C)	8.800	0.023	182.41
		N423/N422	2xCF-250x3.0(=) (Conformados C)	8.800	0.023	182.41
		N424/N421	2xCF-250x3.0(=) (Conformados C)	8.800	0.023	182.41
		N161/N428	2xCF-250x3.0(=) (Conformados C)	8.800	0.023	182.41
		N427/N425	2xCF-250x3.0(=) (Conformados C)	8.800	0.023	182.41
		N162/N430	2xCF-250x3.0(=) (Conformados C)	8.800	0.023	182.41
		N429/N426	2xCF-250x3.0(=) (Conformados C)	8.800	0.023	182.41

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N108/N354	CC 130x130x8 (CC)	21.095	0.079	618.55
		N28/N38	CC 130x130x8 (CC)	21.095	0.079	618.55
		N93/N91	CC 130x130x8 (CC)	21.095	0.079	618.55
		N30/N40	CC 130x130x8 (CC)	21.095	0.079	618.55
		N89/N87	CC 130x130x8 (CC)	21.095	0.079	618.55
		N32/N42	CC 130x130x8 (CC)	21.095	0.079	618.55
		N97/N95	CC 130x130x8 (CC)	21.095	0.079	618.55
		N34/N44	CC 130x130x8 (CC)	21.095	0.079	618.55
		N101/N99	CC 130x130x8 (CC)	21.095	0.079	618.55
		N36/N46	CC 130x130x8 (CC)	21.095	0.079	618.55
		N105/N103	CC 130x130x8 (CC)	21.095	0.079	618.55
		N286/N280	CC 130x130x6 (CC)	18.000	0.052	407.10
		N361/N355	CC 130x130x6 (CC)	18.000	0.052	407.10
		N266/N260	CC 130x130x6 (CC)	18.000	0.052	407.10
		N246/N240	CC 130x130x6 (CC)	18.000	0.052	407.10
		N226/N220	CC 130x130x6 (CC)	18.000	0.052	407.10
		N206/N200	CC 130x130x6 (CC)	18.000	0.052	407.10
		N186/N180	CC 130x130x6 (CC)	18.000	0.052	407.10
		N306/N300	CC 130x130x6 (CC)	18.000	0.052	407.10
		N326/N320	CC 130x130x6 (CC)	18.000	0.052	407.10
		N346/N340	CC 130x130x6 (CC)	18.000	0.052	407.10
		N353/N347	CC 130x130x6 (CC)	18.000	0.052	407.10

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)
		HEB	HE 260 B	199.00			2.356		1849			
			HE 200 B	77.027			0.602		4722.41			
			HE 240 B	451.99			4.791		3761			
					728.026			7.749		6082	9.14	
			IPE 400	496.948			4.199		3296			
			IPE 500	250.909			2.911		2284			
			IPE 600	75.920			1.184		9297.21			
			IPE 300	26.848			0.144		1133.88			
			IPE 330	222.190			1.391		1091			
			IPE 120	75.000			0.099		777.15			
		IPE		114								
					7.816			9.928		7793	8.49	
			Ø20	591.808			0.186		1459.49			
			Ø12	20.518			0.002		18.22			
		Redondos	Ø14	20.518			0.003		24.79			
	S275	s		8								

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		HEA	HE 260 A	9.000	632.844				0.191			1502.50	
								0.078		613.24			
					9.000			0.078		613.24			
						2517.687			17.947			14088.338	
Acero conformado	S275	CC	CC 70x70x4	489.961				0.490		3845.32			
			CC 130x130x8	232.045				0.867		6804.09			
			CC 130x130x6	198.000				0.570		4478.12			
					920.007				1.927		1512.753		
			CF-250x4.0, Doble en cajón con presillas	15.000				0.052		405.01			
			CF-250x3.0, Doble en cajón con presillas	115.400				0.305		2392.06			
			Conformados C		130.400				0.356		2797.06		
					1050.407			2.283			17924.59		

Cargas sobre las barras:

Unidades:

- Cargas puntuales: kN
- Momentos puntuales: kN·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: kN/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

2.4 CALCULO DE DINTEL DARSENAS

Barra N120/N130

Perfil: IPE 500		Material: Acero (S275)					
	Nudos		Longitud	Características mecánicas			
	Inicial	Final	(m)	Área	$I_y^{(1)}$	$I_z^{(1)}$	$I_t^{(2)}$
	N120	N130	13.424	(cm ²)	(cm ⁴)	(cm ⁴)	(cm ⁴)
				116.00	48200.00	2142.00	89.29
	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		0.36	0.50	0.10	0.29	
L_K		4.800	6.712	1.300	3.900		
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							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 30							
Factor de forma: 159.27 m ⁻¹							
Temperatura máx. de la barra: 341.0 °C							
Pintura intumescente: 1.0 mm							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado		
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	M_t		$M_t V_z$	$M_t V_y$
N120/N130	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0 m $\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 2.7$	x: 6.041 m $\eta = 51.5$	x: 0 m $\eta = 1.3$	x: 13.424 m $\eta = 14.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6.041 m $\eta = 50.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 51.5$
Comprobaciones que no proceden (N.P.):																
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.																
⁽²⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N120/N130	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 1.2$	x: 6.712 m $\eta = 18.6$	x: 13.424 m $\eta = 0.5$	x: 13.424 m $\eta = 5.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6.712 m $\eta = 18.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 18.6$
Comprobaciones que no proceden (N.P.):														
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.														
⁽²⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.														

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	Nt	Nc	My	Mz	Vz	Vy	MvVz	MzVy	NMvMz	NMvMzVvVz	Mt	MtVz	MtVy	
Notación: N: Resistencia a tracción Nc: Resistencia a compresión My: Resistencia a flexión eje Y Mz: Resistencia a flexión eje Z Vz: Resistencia a corte Z Vy: Resistencia a corte Y MvVz: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados MzVy: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NMvMz: Resistencia a flexión y axil combinados NMvMzVvVz: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados Mt: Resistencia a torsión MtVz: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados MtVy: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede														

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (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.

$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{ef} \cdot f_y}{N_{cr}}}$	$\bar{\lambda} : 1.25$	
--	------------------------	--

Donde:

- | | |
|---|---|
| <p>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.</p> <p>A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.</p> <p>f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)</p> <p>N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.</p> | <p>Clase : 4</p> <hr style="border: 0.5px solid #ccc;"/> <p>A_{ef} : 109.14 cm²</p> <hr style="border: 0.5px solid #ccc;"/> <p>f_y : 275.00 MPa</p> <hr style="border: 0.5px solid #ccc;"/> <p>N_{cr} : 1926.89 kN</p> <hr style="border: 0.5px solid #ccc;"/> |
|---|---|

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

- | | |
|--|--|
| <p>a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.</p> | <p>N_{cr,y} : 22174.69 kN</p> <hr style="border: 0.5px solid #ccc;"/> |
|--|--|

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z} : 1926.89 \text{ kN}$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T} : 5588.29 \text{ kN}$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $I_y : 48200.00 \text{ cm}^4$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $I_z : 2142.00 \text{ cm}^4$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme. $I_t : 89.29 \text{ cm}^4$

I_w : Constante de alabeo de la sección. $I_w : 1249000.00 \text{ cm}^6$

E : Módulo de elasticidad. $E : 210000 \text{ MPa}$

G : Módulo de elasticidad transversal. $G : 81000 \text{ MPa}$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. $L_{ky} : 6.712 \text{ m}$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. $L_{kz} : 4.800 \text{ m}$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión. $L_{kt} : 3.900 \text{ m}$

i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. $i_o : 20.83 \text{ cm}$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. $i_y : 20.38 \text{ cm}$

$i_z : 4.30 \text{ cm}$

y_o , z_o: 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_o : 0.00 mm

z_o : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura

ambiente (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

45.88 ≤ 279.81 ✓

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : 468.00 mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : 10.20 mm
A_w : Área del alma.	A_w : 47.74 cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : 32.00 cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : 0.30
E : Módulo de elasticidad.	E : 210000 MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : 275.00 MPa

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.011$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N120, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot pesocorreas + 0.8 \cdot pesocubierta + 1.5 \cdot V(270)H1$.

$$N_{t,Ed}: \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{t,Ed} : 33.09 \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : 3038.10 \text{ kN}$$

Donde:

$$A: \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} \quad A : 116.00 \text{ cm}^2$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

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

$\gamma_{M0} : 1.05$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0.012$ ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0.027$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N120, para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 0.9 \cdot V(90)H1 + 1.5 \cdot N1(EI)}$$

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

$N_{c,Ed} : 35.44$ kN

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

$N_{c,Rd} : 2858.4$

$d : 0$ 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.

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

Clas

e : 4

cm

A_{ef} : 109.14 ²

MP

f_{yd} : 261.90 a

Siendo:

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

γ_{mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 275.00 a

γ_{mo} : 1.05

MP

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,R} 1294.1

d : 3 kN

Donde:

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

cm

A_{ef} : 109.14 ²

MP

f_{yd} : 261.90 a

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 a MP

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

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : 0.96

χ_z : 0.45

χ_T : 0.76

Siendo:

ϕ_y : 0.59

ϕ_z : 1.46

ϕ_T : 0.86

α : Coeficiente de imperfección elástica. α_y : 0.21

α_z : 0.34

α_T : 0.34

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

$\bar{\lambda}_y$: 0.37

$\bar{\lambda}_z$: 1.25

$\bar{\lambda}_T$: 0.73

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: 1926.8

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. N_{cr} : 9 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,y}$: 69 kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,z}$: 9 kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: 9 kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: 9 kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: 9 kN

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.439 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.515 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 6.041 m del nudo N120, para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot N1(EI)}$$

$$\mathbf{M_{Ed}^+}: \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{Ed}^+} : 252.33 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 6.041 m del nudo N120, para la combinación de acciones

$$\underline{0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1}$$

$$\mathbf{M_{Ed}^-}: \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{Ed}^-} : 205.52 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$\mathbf{M}_{c,Rd} : 574.62 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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** : 1

W_{pl,y}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **W_{pl,y}** : 2194.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 261.90 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 275.00 MPa

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

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

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

$$\mathbf{M}_{b,Rd}^+ : 552.83 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{b,Rd}^- : 398.99 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$\mathbf{W}_{pl,y} : 2194.00 \text{ cm}^3$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 261.90$ MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00$ MPa

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M1} : 1.05$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$\chi_{LT}^+ : 0.96$

$\chi_{LT}^- : 0.69$

Siendo:

$\phi_{LT}^+ : 0.56$

$\phi_{LT}^- : 0.97$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica. $\alpha_{LT} : 0.34$

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

$\bar{\lambda}_{LT}^+ : 0.31$

$\bar{\lambda}_{LT}^- : 0.85$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$M_{cr}^+ : 6465.01$ kN·m

$M_{cr}^- : 838.84$ kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTv} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTv}^+ : 1378.38 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTv}^- : 459.46 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW}^+ : 6316.36 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTW}^- : 701.82 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : 1928.00 \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : 2142.00 \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : 89.29 \text{ cm}^4$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : 210000 \text{ MPa}$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : 81000 \text{ MPa}$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : 1.300 \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : 3.900 \text{ m}$$

$$C_1 : 1.00$$

C₁: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

i_{f,z}⁺: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida. **i_{f,z}⁺** : 5.17 cm

i_{f,z}⁻ : 5.17 cm

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.013** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N120, para la combinación de acciones

$1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1$.

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}⁺** : 1.16 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N120, para la combinación de acciones

$0.8 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(90)H1 + 0.75 \cdot N1(EI)$.

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}⁻** : 1.01 kN·m

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

$$M_{c,Rd} : 87.97 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

W_{pl,z}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : 335.90 \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

γ_{mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{mo} : 1.05$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.142 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N130, para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot N1(EI)}$$

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 109.68 kN

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

$V_{c,Rd}$: 771.18 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. A_v : 51.00 cm²

Siendo:

h : Canto de la sección. h : 500.00 mm

t_w : Espesor del alma. t_w : 10.20 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

γ_{m0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{m0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$45.88 < 64.71$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : 45.88$$

$\lambda_{\text{máx}}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{\text{máx}} : 64.71$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : 0.92$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{\text{ref}} : 235.00 \text{ MPa}$$

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

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < 0.001$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

$$0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0) H1.$$

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 0.17$ kN

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

$V_{c,Rd} : 1032.23$ kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : 68.26$ cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta. $A : 116.00$ cm²

d : Altura del alma. $d : 468.00$ mm

t_w : Espesor del alma. $t_w : 10.20$ mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 261.90$ MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00$ MPa

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

**Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados -
Temperatura ambiente** (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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$11.035 \leq 39.306$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot N1(EI).$$

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{108.26} \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{c,Rd} : \underline{771.18} \text{ kN}$$

**Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados -
Temperatura ambiente** (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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.018 \leq 52.611$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$\underline{0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1.}$$

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{0.17} \quad \text{kN}$$

$$\mathbf{V_{c,Rd}}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad \mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{1032.23} \quad \text{kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.366} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{M_{ef,Ed}}{M_{b,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.506} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 6.041 m del nudo N120, para la combinación de acciones

$$\underline{0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1.}$$

Donde:

$$\mathbf{N_{t,Ed}}: \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{N_{t,Ed}} : \underline{24.47} \quad \text{kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\mathbf{M}_{y,Ed} : \underline{205.52} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{z,Ed} : \underline{0.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\mathbf{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.

$$\mathbf{N}_{pl,Rd} : \underline{3038.10} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\mathbf{M}_{pl,Rd,y} : \underline{574.62} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{pl,Rd,z} : \underline{87.97} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M}_{ef,Ed} : \underline{-201.82} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$$\mathbf{\sigma}_{com,Ed} : \underline{91.99} \text{ MPa}$$

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$$\mathbf{W}_{y,com} : \underline{2194.00} \text{ cm}^3$$

A: Área de la sección bruta.

$$\mathbf{A} : \underline{116.00} \text{ cm}^2$$

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$$\mathbf{M}_{b,Rd,y} : \underline{398.99} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente

(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 para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot N1(EI).$$

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$11.035 \leq 39.306$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : 108.26 \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : 771.18 \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : 0.003 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N120, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(270)H1.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

N_{t,Ed} : 5.81 kN

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

N_{t,Rd} : 2317.69 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 116.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 199.80 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : 199.80$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00$ MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : 0.73$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0.005$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0.012$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N120, para la combinación de acciones

$$\underline{PP+pesocorreas+pesocubierta+0.2 \cdot N1(EI)}.$$

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$\underline{N_{c,Ed} : 10.46 \quad \text{kN}}$$

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

$$\underline{N_{c,Rd} : 2180.60 \quad \text{kN}}$$

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.

$$\underline{Clase : 4}$$

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$$\underline{A_{ef} : 109.14 \quad \text{cm}^2}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\underline{f_{yd} : 199.80 \quad \text{MPa}}$$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$\underline{f_{y,\theta} : 199.80 \quad \text{MPa}}$$

f_y : Límite elástico.

(CTE DB SE-A,
Tabla 4.1)

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de
reducción del límite
elástico para la
temperatura que
alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : 0.73$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de
seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : 1.00$$

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:

$$N_{b,Rd} : 897.29 \text{ kN}$$

Donde:

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las
secciones de clase 4.

$$A_{ef} : 109.14 \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 199.80 \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido
para la temperatura que
alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : 199.80 \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico.

(CTE DB SE-A,
Tabla 4.1)

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{y,\theta}$: 0.73
$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M,\theta}$: 1.00
χ : Coeficiente de reducción por pandeo.	
	χ_y : 0.91
	χ_z : 0.41
	χ_T : 0.70
Siendo:	
	ϕ_y : 0.61
	ϕ_z : 1.54
	ϕ_T : 0.90
α : Coeficiente de imperfección elástica.	
	α_y : 0.49
	α_z : 0.49
	α_T : 0.49
$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.	
	$\bar{\lambda}_y$: 0.37
	$\bar{\lambda}_z$: 1.25
	$\bar{\lambda}_T$: 0.73
$k_{\lambda,\theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{\lambda,\theta}$: 1.00

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

$$\mathbf{N_{cr}} : 1926.89 \text{ kN}$$

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión

respecto al eje Y.

$$\mathbf{N_{cr,y}} : 22174.69 \text{ kN}$$

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión

respecto al eje Z.

$$\mathbf{N_{cr,z}} : 1926.89 \text{ kN}$$

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

$$\mathbf{N_{cr,T}} : 5588.29 \text{ kN}$$

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.176$$



$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.186$$



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 6.712 m del nudo N120, para la combinación de acciones

$$PP + pesocorreas + pesocubierta + 0.2 \cdot N1(EI).$$

$$M_{Ed}^+ : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^+ : 77.12 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 6.712 m del nudo N120, para la combinación de acciones

$$PP + pesocorreas + pesocubierta + 0.5 \cdot V(270)H1.$$

$$M_{Ed}^- : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^- : 29.32 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : 438.36 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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 :** 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$:** 2194.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 199.80 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **$f_{y,\theta}$:** 199.80 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00$ MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : 0.73$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

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

$$M_{b,Rd}^+ : 414.84 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd}^- : 277.05 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y} : 2194.00$ cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 199.80$ MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : 199.80$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 275.00 MPa
k_{y,θ} : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	k_{y,θ}	: 0.73
γ_{M,θ} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M,θ}	: 1.00

χ_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

	χ_{LT}⁺	: 0.95
	χ_{LT}⁻	: 0.63
Siendo:	φ_{LT}⁺	: 0.57
	φ_{LT}⁻	: 1.02
α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.	α_{LT}	: 0.49
λ̄_{LT} : Esbeltez reducida.		

$$\bar{\lambda}_{LT}^{+} : 0.31$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^{-} : 0.85$$

k_{λ,θ} : Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.	k_{λ,θ}	: 1.00
M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.	M_{cr}⁺	: 6465.01 kN·m

$$\mathbf{M}_{cr^-} : \underline{838.84} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral \mathbf{M}_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

\mathbf{M}_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$\mathbf{M}_{LTV^+} : \underline{1378.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{LTV^-} : \underline{459.46} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

\mathbf{M}_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$\mathbf{M}_{LTW^+} : \underline{6316.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{LTW^-} : \underline{701.82} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$\mathbf{W}_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$\mathbf{W}_{el,y} : \underline{1928.00} \text{ cm}^3$$

\mathbf{I}_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$\mathbf{I}_z : \underline{2142.00} \text{ cm}^4$$

\mathbf{I}_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$\mathbf{I}_t : \underline{89.29} \text{ cm}^4$$

\mathbf{E} : Módulo de elasticidad.

$$\mathbf{E} : \underline{210000} \text{ MPa}$$

\mathbf{G} : Módulo de elasticidad transversal.

$$\mathbf{G} : \underline{81000} \text{ MPa}$$

\mathbf{L}_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$\mathbf{L}_c^+ : \underline{1.300} \text{ m}$$

\mathbf{L}_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$\mathbf{L}_c^- : \underline{3.900} \text{ m}$$

C₁ : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C₁	: <u>1.00</u>	
i_{f,z}⁺ : Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.	i_{f,z}⁺	: <u>5.17</u>	cm
	i_{f,z}⁻	: <u>5.17</u>	cm

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.005 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N130, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(90)H1.

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}⁺** : 0.32 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N130, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}⁻** : 0.37 kN·m

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

$$M_{c,Rd} : 67.11 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : 335.90 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 199.80 \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : 199.80 \text{ MPa}$$

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

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : 0.73$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : 1.00$$

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.056 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N130, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.2·N1(EI).

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

V_{Ed} : 33.11 kN

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

V_{c,Rd} : 588.31 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

A_v : 51.00 cm²

Siendo:

h: Canto de la sección.

h : 500.00 mm

t_w: Espesor del alma.

t_w : 10.20 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 199.80 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido $f_{y,\theta}$: 199.80 MPa
para la temperatura que
alcanza el perfil.

f_y : Límite elástico.
(CTE DB SE-A,
Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de $k_{y,\theta}$: 0.73
reducción del límite
elástico para la
temperatura que
alcanza el perfil.

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de
seguridad del material. $\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB
SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores
transversales, no es necesario comprobar la
resistencia a la abolladura del alma, puesto
que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad \mathbf{45.88 < 64.71}$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 45.88

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ε : Factor de reducción. ε : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η < 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.05 kN

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

$V_{c,Rd}$: 787.46 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : 68.26 cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : 116.00 cm²

d: Altura del alma. **d** : 468.00 mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : 10.20 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 199.80 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **f_{y,θ}** : 199.80 MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 275.00 MPa

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. **k_{y,θ}** : 0.73

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M,θ}** : 1.00

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados -**Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$3.331 \leq 29.985$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$PP + pesocorreas + pesocubierta + 0.2 \cdot N1(EI)$.

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

V_{Ed} : 32.68 kN

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

$V_{c,Rd}$: 588.31 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados -**Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.005 \leq 40.136$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 0.05$ kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : 787.46$ kN

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : 0.179 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : 0.179 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : 0.183 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 6.712 m del nudo N120, para la combinación de acciones

$$\underline{PP+pesocorreas+pesocubierta+0.2\cdot N1(EI)}.$$

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : 6.76 kN
M_{y,Ed}, M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed}⁺ : 77.12 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 : 1
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	N_{pl,Rd} : 2317.69 kN
M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z} : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{pl,Rd,y} : 438.36 kN·m M_{pl,Rd,z} : 67.11 kN·m
Resistencia a pandeo : (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)	
A : Área de la sección bruta.	A : 116.00 cm ²
W_{pl,y}, W_{pl,z} : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	W_{pl,y} : 2194.00 cm ³ W_{pl,z} : 335.90 cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : 199.80 MPa

Siendo:

f_{y,θ} : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.	f_{y,θ} : 199.80 MPa
--	-------------------------------------

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : 275.00 MPa
	k_{y,θ} : 0.73

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : 1.00$$

$k_y, k_z, k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y : 1.00$$

$$k_z : 1.01$$

$$k_{y,LT} : 1.00$$

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

$$C_{m,y} : 1.00$$

$$C_{m,z} : 1.00$$

$$C_{m,LT} : 1.00$$

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

$$\chi_y : 0.91$$

$$\chi_z : 0.39$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : 1.00$$

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

$$\bar{\lambda}_y : 0.38$$

$$\bar{\lambda}_z : 1.29$$

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

$$\alpha_y : 0.60$$

$$\alpha_z : 0.60$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio

(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 para la combinación de acciones $PP+pesocorreas+pesocubierta+0.2 \cdot N1(EI)$.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$3.331 \leq 29.985$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{32.68} \text{ kN}$$

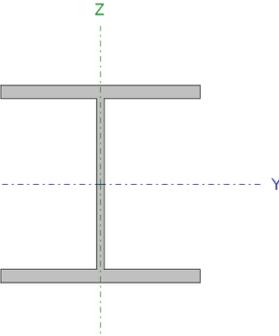
$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{588.31} \text{ kN}$$

FLECHA	DINTEL DARSENAS
Maximo	37,23mm
Distancia	6,712m

2.5 PILAR DARSENAS

Barra N13/N136

Perfil: HE 240 B Material: Acero (S275)							
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N13	N136	8.000	106.00	11260.00	3923.00	102.70	
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	8.000	8.000	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							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 30 Factor de forma: 138.94 m-1 Temperatura máx. de la barra: 554.5 °C Pintura intumescente: 0.4 mm							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _Y	M _Z	V _Z	V _Y	M _Y V _Z	M _Z V _Y	NM _Y M _Z	NM _Y M _Z V _Y V _Z	M _t	M _t V _Z		M _t V _Y
N13/N136	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 8 m η = 1.4	x: 0 m η = 4.4	x: 0 m η = 17.6	x: 0 m η = 74.6	x: 0 m η = 5.0	x: 0 m η = 5.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 92.9	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 4.9	x: 0 m η = 1.2	CUMPLE η = 92.9

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														Estado
	N _t	N _c	M _Y	M _Z	V _Z	V _Y	M _Y V _Z	M _Z V _Y	NM _Y M _Z	NM _Y M _Z V _Y V _Z	M _t	M _t V _Z	M _t V _Y		
N13/N136	x: 8 m η = 0.5	x: 0 m η = 4.5	x: 0 m η = 8.5	x: 0 m η = 38.9	x: 0 m η = 2.6	x: 0 m η = 2.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 47.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 2.6	x: 0 m η = 0.6	CUMPLE η = 47.6	
Notación: N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _Y : Resistencia a flexión eje Y M _Z : Resistencia a flexión eje Z V _Z : Resistencia a corte Z V _Y : Resistencia a corte Y M _Y V _Z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _Z V _Y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _Y M _Z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _Y M _Z V _Y V _Z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _Z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _Y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%)															

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (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.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda} : 1.49$ ✓

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 : 1

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

A : 106.00 cm²

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

f_y : 265.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 1270.45 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} : 3646.51 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 1270.45 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	: <u>11260.00</u>	cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z	: <u>3923.00</u>	cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t	: <u>102.70</u>	cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w	: <u>486900.00</u>	cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E	: <u>210000</u>	MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G	: <u>81000</u>	MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky}	: <u>8.000</u>	m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz}	: <u>8.000</u>	m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt}	: <u>0.000</u>	m
i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_o	: <u>11.97</u>	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	: <u>10.31</u>	cm
	i_z	: <u>6.08</u>	cm
y_o, z_o : 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_o	: <u>0.00</u>	mm
	z_o	: <u>0.00</u>	mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura

ambiente (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$$20.60 \leq 168.93 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w: Altura del alma.

$$\mathbf{h_w} : 206.00 \text{ mm}$$

t_w: Espesor del alma.

$$\mathbf{t_w} : 10.00 \text{ mm}$$

A_w: Área del alma.

$$\mathbf{A_w} : 20.60 \text{ cm}^2$$

A_{fc,ef}: Área reducida del ala comprimida.

$$\mathbf{A_{fc,ef}} : 40.80 \text{ cm}^2$$

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$\mathbf{k} : 0.30$$

E: Módulo de elasticidad.

$$\mathbf{E} : 210000 \text{ MPa}$$

f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\mathbf{f_{yf}} : 265.00 \text{ MPa}$$

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.014 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N136, para la combinación de acciones

$$0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1.$$

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : 36.41 kN

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

$N_{t,Rd}$: 2675.24 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 106.00 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 252.38 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 265.00 MPa

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.014 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.044 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 0.9 \cdot V(90)H1 + 1.5 \cdot N1(EI)$.

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

$$N_{c,Ed} : 37.61 \text{ kN}$$

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

$$2675.$$

$$N_{c,Rd} : 24 \text{ kN}$$

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.

Clas

$$e : 1$$

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

$$106.0 \text{ cm}$$

$$A : 0 \text{ }^2$$

$$252.3 \text{ MP}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 8 \text{ a}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 0	a	265.0 MP
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:

$$N_{b,Rd} = \frac{852.8}{7} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.	A	: 0	cm^2	106.0
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd}	: 8	a	252.3 MP

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 0	a	265.0 MP
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1}	: 1.05		

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y = 0.68$$

$$\chi_z = 0.32$$

Siendo:

$$\phi_y = 1.00$$

$$\phi_z = 1.92$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.	α_y : 0.34
	α_z : 0.49
$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.	
	$\bar{\lambda}_y$: 0.88
	$\bar{\lambda}_z$: 1.49
N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:	1270.
	N_{cr} : 45 kN
$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	3646.
	$N_{cr,y}$: 51 kN
$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	1270.
	$N_{cr,z}$: 45 kN
$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	$N_{cr,T}$: ∞

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.176$$



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones

$$0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1.$$

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 46.70 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(90)H1 + 0.75 \cdot N1(EI)}.$$

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 41.55 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : 265.76 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 1053.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 252.38 \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : 265.00 \text{ MPa}$$

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.746} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones

$$\underline{0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1.}$$

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\underline{\mathbf{M_{Ed}^+} : 27.06 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1 + 0.75 \cdot N1(EI).}$$

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\underline{\mathbf{M_{Ed}^-} : 93.82 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

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

$$\underline{\mathbf{M_{c,Rd}} : 125.79 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

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.

$$\underline{\mathbf{Clase} : 1}$$

W_{pl,z}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$\underline{\mathbf{W_{pl,z}} : 498.40 \text{ cm}^3}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\underline{\mathbf{f_{yd}} : 252.38 \text{ MPa}}$$

Siendo:

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

$$\underline{\mathbf{f_y} : 265.00 \text{ MPa}}$$

γ_{mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\underline{\mathbf{\gamma_{mo}} : 1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta = \frac{0.05}{0} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1 + 0.7 \cdot N1(EI)}$$

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

$$\mathbf{V_{Ed}} : \underline{17.65} \text{ kN}$$

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

$$\mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{349.7} \text{ kN}$$

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

$$\mathbf{A_v} : \underline{24.00} \text{ cm}^2$$

Siendo:

		240.0 m
h : Canto de la sección.	h	: 0 m
		_____ m
t_w : Espesor del alma.	t_w	: 10.00 m
		_____ m
		252.3 MP
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd}	: 8 a
		_____ a

Siendo:

		265.0 MP
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 0 a
		_____ a
γ_{mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{mo}	: 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad \begin{matrix} 20.6 & 65.9 \\ 0 & < 2 \end{matrix}$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.	λ_w	: 20.60

λ_{máx} : Esbeltez máxima.	λ_{máx}	: 65.92

ε : Factor de reducción.	ε	: 0.94

Siendo:

	235.0 MP
f_{ref} : Límite elástico de referencia.	$f_{ref} : 0 \quad a$
	265.0 MP
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_y : 0 \quad a$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.051$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1 + 0.75 \cdot N1(EI).$$

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

$$V_{Ed} : 63.21 \quad \text{kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : 1244.38 \quad \text{kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : 85.40 \quad \text{cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.	A : 106.00 cm ²
d : Altura del alma.	d : 206.00 mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : 10.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : 252.38 MPa
---	------------------------------------

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : 265.00 MPa
γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (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}**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$1.799 \leq 17.824$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1 + 0.75 \cdot N1(EI).$$

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	V_{Ed} : 17.65 kN
--	----------------------------------

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

$V_{c,Rd}$: 349.71 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$6.443 \leq 63.424$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1 + 0.75 \cdot N1(EI)}.$$

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

V_{Ed} : 63.21 kN

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

$V_{c,Rd}$: 1244.38 kN

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : 0.929$$



$$\eta = \frac{M_{ef,Ed}}{M_{b,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : 0.911$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N13, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1$.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	$N_{t,Ed}$: 27.51 kN
$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^+$: 46.70 kN·m
	$M_{z,Ed}^-$: 93.46 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 : 1
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.	$N_{pl,Rd}$: 2675.24 kN
$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y}$: 265.76 kN·m
	$M_{pl,Rd,z}$: 125.79 kN·m
Resistencia a pandeo : (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)	
$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.	$M_{ef,Ed}$: 44.51 kN·m

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.	$\sigma_{com,Ed}$: 42.27 MPa
---	---

W_{y,com} : Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.	W_{y,com} : 1053.00 cm ³
A : Área de la sección bruta.	A : 106.00 cm ²
M_{b,Rd,y} : Momento flector resistente de cálculo.	M_{b,Rd,y} : 265.76 kN·m

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente

(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 para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1 + 0.75 \cdot N1(EI)}$$

$$V_{Ed,y} \leq \frac{V_{c,Rd,y}}{2}$$

$$\frac{6.44}{3} \leq \frac{63.42}{4}$$

Donde:

V_{Ed,y} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	V_{Ed,y} : 63.21 N	k
V_{c,Rd,y} : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	V_{c,Rd,y} : 1244.38 N	k

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$\eta < 0.001$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

$$0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1.$$

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo **M_{T,Rd}** viene dado por:

$$M_{T,Rd} : 8.80 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : 60.41 \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 252.38 \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : 265.00 \text{ MPa}$$

γ_{mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{mo} : 1.05$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 9 \quad \begin{matrix} 0.04 \\ \checkmark \end{matrix}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N13, para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1 + 0.7 \cdot 5 \cdot N2(R)}.$$

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

$$\underline{V_{Ed} : 17.30 \text{ kN}}$$

kN·

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$\underline{M_{T,Ed} : 0.00 \text{ m}}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **V_{pl,T,Rd}** viene dado por:

$$\underline{V_{pl,T} : 349.6}$$

$$\underline{R_d : 4 \text{ kN}}$$

Donde:

V_{pl,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$349.7$$

$$\underline{V_{pl,Rd} : 1 \text{ kN}}$$

τ_{T,Ed}: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\underline{\tau_{T,Ed} : 0.07 \text{ MPa}}$$

Siendo:

$$\mathbf{W_T}: \text{Módulo de resistencia a torsión.} \quad \mathbf{W_T} : \frac{60.41 \text{ cm}^3}{252.3}$$

$$\mathbf{f_{yd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f_{yd}} : 8 \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_y}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_y} : \frac{265.0}{0} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{\gamma_{Mo}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma_{Mo}} : 1.05$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \frac{0.012}{\checkmark}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N13, para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1 + 0.75 \cdot N2(R)}.$$

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : 15.22 \text{ kN}$$

kN·

$$\mathbf{M_{T,Ed}}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{T,Ed}} : 0.00 \text{ m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \frac{1244.}{14} \text{ kN}$$

Donde:

$$V_{pl,Rd} = \frac{1244.}{38} \text{ kN}$$

$$\tau_{\tau,Ed} = \frac{0.07}{1} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$W_T = \frac{60.41}{252.3} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} = \frac{8}{1} \text{ MPa}$$

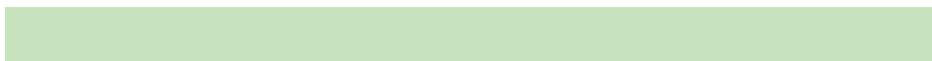
Siendo:

$$f_y = \frac{265.0}{0} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0} = \frac{1.05}{1}$$

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:



$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.005$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N136, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(270)H1.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{N_{t,Ed}} : 7.86 \quad \text{kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

$$\mathbf{N_{t,Rd}} : 1717.31 \quad \text{kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$\mathbf{A} : 106.00 \quad \text{cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : 162.01 \quad \text{MPa}$$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$\mathbf{f_{y,\theta}} : 162.01 \quad \text{MPa}$$

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

$$\mathbf{f_y} : 265.00 \quad \text{MPa}$$

$$\mathbf{k_{y,\theta}} : 0.61$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0.011$ ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0.045$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones

$PP + pesocorreas + pesocubierta + 0.2 \cdot N1(EI)$.

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

$N_{c,Ed} : 18.59$ kN

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

$$N_{c,Rd} : \underline{1717.31 \text{ kN}}$$

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 :** 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 106.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 162.01 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **f_{y,θ} :** 162.01 MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 265.00 MPa

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. **k_{y,θ} :** 0.61

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M,θ} :** 1.00

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:

$$N_{b,Rd} : \underline{414.94} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las
secciones de clase 1, 2 y 3. $A : \underline{106.00} \text{ cm}^2$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{162.01} \text{ MPa}$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido $f_{y,\theta} : \underline{162.01} \text{ MPa}$
para la temperatura que
alcanza el perfil.

f_y: Límite elástico.
(CTE DB SE-A,
Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$

k_{y,θ}: Factor de $k_{y,\theta} : \underline{0.61}$
reducción del límite
elástico para la
temperatura que
alcanza el perfil.

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de
seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

χ: Coeficiente de reducción por
pandeo.

	χ_y	: 0.52
	χ_z	: 0.24
Siendo:		
	ϕ_y	: 1.25
	ϕ_z	: 2.45
α : Coeficiente de imperfección elástica.	α_y	: 0.49
	α_z	: 0.49
$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.		
	$\bar{\lambda}_y$: 1.04
	$\bar{\lambda}_z$: 1.77
$k_{\lambda,\theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{\lambda,\theta}$: 1.19
N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:	N_{cr}	: 1270.45 kN
$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	$N_{cr,y}$: 3646.51 kN
$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	$N_{cr,z}$: 1270.45 kN
$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	$N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.085** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(270)H1.

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}⁺ : 14.50 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(90)H1.

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}⁻ : 13.87 kN·m

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

M_{c,Rd} : 170.60 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 : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y} : 1053.00 \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 162.01 \text{ MPa}$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : 162.01 \text{ MPa}$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 265.00 \text{ MPa}$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : 0.61$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.389 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{Ed}^+} : 8.74 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(270)H1.

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{Ed}^-} : 31.43 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

$$\mathbf{M_{c,Rd}} : 80.75 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\mathbf{Clase} : 1$$

W_{pl,z}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$\mathbf{W_{pl,z}} : 498.40 \quad \text{cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : 162.01 \quad \text{MPa}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_{y,0}} : 162.01 \quad \text{MPa}$$

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

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

f_y : 265.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.61

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.026 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

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

V_{Ed} : 5.88 kN

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

$$V_{c,Rd} : \underline{224.49 \text{ kN}}$$

Donde:

$$A_v: \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{24.00 \text{ cm}^2}$$

Siendo:

$$h: \text{Canto de la sección.} \quad h : \underline{240.00 \text{ mm}}$$

$$t_w: \text{Espesor del alma.} \quad t_w : \underline{10.00 \text{ mm}}$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{162.01 \text{ MPa}}$$

Siendo:

$$f_{y,\theta}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad f_{y,\theta} : \underline{162.01 \text{ MPa}}$$

f_y : Límite elástico.

(CTE DB SE-A,

Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00 \text{ MPa}}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.61}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad \mathbf{20.60 < 65.92}$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{20.60}$$

$$\lambda_{\text{máx}}: \text{Esbeltez máxima.} \quad \lambda_{\text{máx}} : \underline{65.92}$$

$$\varepsilon: \text{Factor de reducción.} \quad \varepsilon : \underline{0.94}$$

Siendo:

$$f_{\text{ref}}: \text{Límite elástico de referencia.} \quad f_{\text{ref}} : \underline{235.00 \text{ MPa}}$$

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{265.00 \text{ MPa}}$$

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.026} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(270)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed} : 21.14 kN**

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

V_{c,Rd} : 798.80 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v : 85.40 cm²**

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A : 106.00 cm²**

d: Altura del alma. **d : 206.00 mm**

t_w: Espesor del alma. **t_w : 10.00 mm**

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} : 162.01 MPa**

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **f_{y,θ} : 162.01 MPa**

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : 265.00 MPa
$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{y,\theta}$: 0.61
$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados -

Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.600 \leq 11.442$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$PP + pesocorreas + pesocubierta + 0.5 \cdot v(0)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 5.88 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 224.49 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados -**Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$2.154 \leq 40.714$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(270)H1.

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

V_{Ed} : 21.14 kN

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

$V_{c,Rd}$: 798.80 kN

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : 0.476 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\gamma_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\gamma_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : 0.325 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\gamma_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : 0.453 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N13, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(270)H1.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : 3.26 kN
M_{y,Ed}, M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed}⁺ : 14.50 kN·m M_{z,Ed}⁻ : 31.43 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 : 1
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	N_{pl,Rd} : 1717.31 kN
M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z} : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{pl,Rd,y} : 170.60 kN·m M_{pl,Rd,z} : 80.75 kN·m
Resistencia a pandeo : (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)	
A : Área de la sección bruta.	A : 106.00 cm ²
W_{pl,y}, W_{pl,z} : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	W_{pl,y} : 1053.00 cm ³ W_{pl,z} : 498.40 cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : 162.01 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.	$f_{y,\theta}$: 162.01 MPa
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 265.00 MPa
$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{y,\theta}$: 0.61
$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M,\theta}$: 1.00
k_y, k_z : Coeficientes de interacción.		
	k_y	: 1.00
	k_z	: 1.01
$C_{m,y}, C_{m,z}$: 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	: 0.52
	χ_z	: 0.24
$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y$: 1.04
	$\bar{\lambda}_z$: 1.77
α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.	α_y	: 0.60
	α_z	: 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio

(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 para la combinación de acciones *PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(270)H1*.

$$V_{Ed,y} \leq \frac{V_{c,Rd,y}}{2}$$

$$2.154 \leq 40.714$$

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

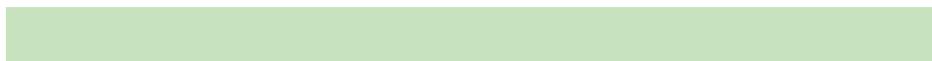
$$V_{Ed,y} : 21.14 \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,y} : 798.80 \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:



$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < 0.001 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M}_{T,Ed} : 0.00 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo **M_{T,Rd}** viene dado por:

$$\mathbf{M}_{T,Rd} : 5.65 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W}_T : 60.41 \quad \text{cm}^3$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f}_{yd} : 162.01 \quad \text{MPa}$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $\mathbf{f}_{y,\theta} : 162.01 \quad \text{MPa}$

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

$$\mathbf{f}_y : 265.00 \quad \text{MPa}$$

$$\mathbf{k}_{y,\theta} : 0.61$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1 \quad \eta : 0.026 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N13, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 5.88 \text{ kN}$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{pl,T,Rd}} : \underline{224.47 \text{ kN}}$$

Donde:

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

$$\mathbf{V_{pl,Rd}} : \underline{224.49 \text{ kN}}$$

$\mathbf{\tau_{T,Ed}}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\mathbf{\tau_{T,Ed}} : \underline{0.02 \text{ MPa}}$$

Siendo:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión.

$$\mathbf{W_T} : \underline{60.41 \text{ cm}^3}$$

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{162.01 \text{ MPa}}$$

Siendo:

$\mathbf{f_{y,\theta}}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$\mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{162.01 \text{ MPa}}$$

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f_y} : \underline{265.00 \text{ MPa}}$$

$\mathbf{k_{y,\theta}}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$\mathbf{k_{y,\theta}} : \underline{0.61}$$

$\mathbf{\gamma_{M,\theta}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma_{M,\theta}} : \underline{1.00}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

η : 0.006 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N13, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

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

V_{Ed} : 5.00 kN

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

M_{T,Ed} : 0.00 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **V_{pl,T,Rd}** viene dado por:

V_{pl,T,Rd} : 798.72 kN

Donde:

V_{pl,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

V_{pl,Rd} : 798.80 kN

τ_{T,Ed}: Tensiones tangenciales por torsión.

τ_{T,Ed} : 0.02 MPa

Siendo:

$$\begin{aligned} \mathbf{W_T}: \text{Módulo de resistencia} \\ \text{a torsión.} \quad \mathbf{W_T} &: 60.41 \text{ cm}^3 \\ \mathbf{f_{yd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f_{yd}} &: 162.01 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} \mathbf{f_{y,\theta}}: \text{Límite elástico reducido} \quad \mathbf{f_{y,\theta}} &: 162.01 \text{ MPa} \\ \text{para la temperatura que} \\ \text{alcanza el perfil.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{f_y}: \text{Límite elástico.} \\ \text{(CTE DB SE-A,} \\ \text{Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_y} &: 265.00 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{k_{y,\theta}}: \text{Factor de} \quad \mathbf{k_{y,\theta}} &: 0.61 \\ \text{reducción del} \\ \text{límite elástico para} \\ \text{la temperatura} \\ \text{que alcanza el} \\ \text{perfil.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{\gamma_{M,\theta}}: \text{Coeficiente parcial de} \\ \text{seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma_{M,\theta}} &: 1.00 \end{aligned}$$

FLECHA	PILAR-DARSENAS
Maximo	6,892mm
Distancia	4,803m

2.6 PILARILLO DARSENAS

Barra N76/N138

Perfil: HE 200 B Material: Acero (S275)							
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N76	N138	7.498	78.10	5696.00	2003.00	59.28	
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	0.70	0.70	0.00	0.00		
	L _K	5.249	5.249	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							
Situación de incendio Resistencia requerida: R 30 Factor de forma: 156.97 m-1 Temperatura máx. de la barra: 588.5 °C Pintura intumescente: 0.4 mm							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z		M _t V _y
N76/N138	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 7.498 m η = 1.1	x: 0 m η = 6.4	x: 0 m η = 42.1	x: 0 m η = 13.4	x: 0 m η = 15.9	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 55.7	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 5.8	η = 0.3	CUMPLE η = 75.7

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														Estado
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y		
N76/N138	x: 7.498 m η = 0.1	x: 0 m η = 7.1	x: 0 m η = 26.8	x: 0 m η = 8.1	x: 0 m η = 10.1	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 36.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 3.8	η = 0.2	CUMPLE η = 46.1	
Notación: N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión eje Y M _z : Resistencia a flexión eje Z V _z : Resistencia a corte Z V _y : Resistencia a corte Y M _y V _z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _z V _y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _y M _z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%)															

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (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.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda} : 1.19$ ✓

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 : 1

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

A : 78.10 cm²

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

f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 1506.80 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} : 4284.94 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 1506.80 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	: 5696.00	cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z	: 2003.00	cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t	: 59.28	cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w	: 171100.00	cm ⁶
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}	: 5.249	m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz}	: 5.249	m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt}	: 0.000	m
i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_o	: 9.93	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	: 8.54	cm
	i_z	: 5.06	cm
y_o , z_o : 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_o	: 0.00	mm
	z_o	: 0.00	mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura

ambiente (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$$88.89 \leq 163.60 \quad \checkmark$$

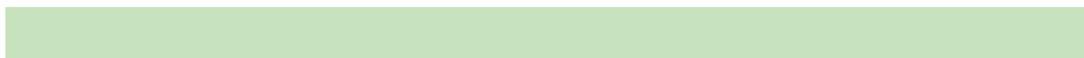
Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : 170.00 mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : 9.00 mm
A_w : Área del alma.	A_w : 15.30 cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : 30.00 cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : 0.30
E : Módulo de elasticidad.	E : 210000 MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : 275.00 MPa

Siendo:

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

Se debe satisfacer:



$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.31$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N138, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : 22.76 kN

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

$N_{t,Rd}$: 2045.48 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 78.10 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 275.00 MPa

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.28} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.64} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N76, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot pesocorreas + 1.35 \cdot pesocubierta + 1.5 \cdot N1(EI)$.

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{N_{c,Ed}} : \underline{56.98} \quad \text{kN}$$

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

$$\mathbf{N_{c,Rd}} : \underline{2045.48} \quad \text{kN}$$

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** : 1

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

$$\mathbf{A} : \underline{78.10} \quad \text{cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{261.90} \quad \text{MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 275.00	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:

$$N_{b,Rd} : 893.25 \text{ kN}$$

Donde:

A : Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.	A	: 78.10	cm ²
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd}	: 261.90	MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 275.00	MPa
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1}	: 1.05	

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : 0.78$$

$$\chi_z : 0.44$$

Siendo:

$$\phi_y : 0.84$$

$$\phi_z : 1.46$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.	α_y	: 0.34
	α_z	: 0.49
$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.	$\bar{\lambda}_y$: 0.71
	$\bar{\lambda}_z$: 1.19
N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:	N_{cr}	: 1506.80 kN
N_{cr,y} : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	N_{cr,y}	: 4284.94 kN
N_{cr,z} : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	N_{cr,z}	: 1506.80 kN
N_{cr,T} : Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	N_{cr,T}	: ∞

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.421 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N76, para la combinación de acciones

$$0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1.$$

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 49.74 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N76, para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1 + 0.75 \cdot N1(EI).$$

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 70.76 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : 168.27 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 642.50 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

γ_{m0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{m0} : 1.05$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.134 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N76, para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(90)H1 + 0.75 \cdot N1(EI).$$

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 9.40 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N76, para la combinación de acciones

$$0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1.$$

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 10.75 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : 80.09 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : 305.80 \quad \text{cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 261.90 \quad \text{MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 275.00 MPa
γ_{m0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{m0}	: 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta = \frac{0.15}{9}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N76, para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1 + 0.75 \cdot N1(EI).}$$

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	V_{Ed}	: 43.26 kN
---	----------	------------

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

		272.1
$V_{c,Rd}$: 8	kN

Donde:

$$\mathbf{A_v}: \text{Área transversal a cortante.} \quad \mathbf{A_v} : \frac{18.00 \text{ cm}^2}{\text{cm}}$$

Siendo:

$$\mathbf{h}: \text{Canto de la sección.} \quad \mathbf{h} : \frac{200.0 \text{ m}}{0 \text{ m}}$$

$$\mathbf{t_w}: \text{Espesor del alma.} \quad \mathbf{t_w} : \frac{9.00 \text{ m}}{\text{m}}$$

$$\mathbf{f_{yd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f_{yd}} : \frac{261.9 \text{ MP}}{0 \text{ a}}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_y}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_y} : \frac{275.0 \text{ MP}}{0 \text{ a}}$$

$$\mathbf{\gamma_{mo}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma_{mo}} : \frac{1.05}{\text{m}}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{\mathbf{d}}{\mathbf{t_w}} < 70 \cdot \varepsilon \quad \frac{58.8}{9} < \frac{64.7}{1}$$

Donde:

$$\mathbf{\lambda_w}: \text{Esbeltez del alma.} \quad \mathbf{\lambda_w} : \frac{18.89}{\text{m}}$$

$\lambda_{\text{máx}}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{\text{máx}}$: 64.71

ε : Factor de reducción.

ε : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 0 a 235.0 MP

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

f_y : 0 a 275.0 MP

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{\text{Ed}}}{V_{\text{c,Rd}}} \leq 1$$

η : 0.03 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

$0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1.$

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

V_{Ed} : 2.85 kN

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

$V_{\text{c,Rd}}$: 949.60 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : 62.80 cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : 78.10 cm²

d: Altura del alma. **d** : 170.00 mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : 9.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 261.90 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 275.00 MPa

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

**Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados -
Temperatura ambiente** (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}**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$8.410 \leq 13.873$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1 + 0.75 \cdot N1(EI)}.$$

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : 43.26 \text{ kN}$$

$$\mathbf{V_{c,Rd}}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad \mathbf{V_{c,Rd}} : 272.18 \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (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 $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante

$\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$

$$\mathbf{2.290} \leq \mathbf{48.400}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$\underline{0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1}.$$

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : 2.85 \text{ kN}$$

$$\mathbf{V_{c,Rd}}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad \mathbf{V_{c,Rd}} : 949.60 \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : 0.557 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.510 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.401 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N76, para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1 + 0.75 \cdot N1(EI)}.$$

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : 13.49 kN
M_{y,Ed}, M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed} : 70.76 kN·m M_{z,Ed} : 10.40 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 : 1
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	N_{pl,Rd} : 2045.48 kN
	M_{pl,Rd,y} : 168.27 kN·m

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,z} : 80.09 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

A : Área de la sección bruta.

$$A : 78.10 \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : 642.50 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : 305.80 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

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

$$\gamma_{M1} : 1.05$$

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : 1.00$$

$$k_z : 1.02$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: 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.

$$\chi_y : 0.78$$

$$\chi_z : 0.44$$

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

$$\bar{\lambda}_y : 0.71$$

$$\bar{\lambda}_z : 1.19$$

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

$$\alpha_y : 0.60$$

$$\alpha_z : 0.60$$

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.001 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

$$0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1.$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : 0.00 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : 5.98 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : 39.52 \quad \text{cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 261.90 \quad \text{MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : 275.00 \quad \text{MPa}$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : 1.05$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 8 \quad \begin{array}{l} 0.05 \\ \checkmark \end{array}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N76, para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(90)H1 + 0.75 \cdot N2(R)}.$$

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : 15.83 \text{ kN}$$

kN·

$$\mathbf{M_{T,Ed}}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{T,Ed}} : 0.00 \text{ m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $\mathbf{V_{pl,T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{pl,T}} : 272.1$$

$$\mathbf{Rd} : 1 \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{V_{pl,Rd}}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad \mathbf{V_{pl,Rd}} : 8 \text{ kN}$$

$$\mathbf{\tau_{T,Ed}}: \text{Tensiones tangenciales por torsión.} \quad \mathbf{\tau_{T,Ed}} : 0.09 \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\mathbf{W_T}: \text{Módulo de resistencia a torsión.} \quad \mathbf{W_T} : 39.52 \text{ cm}^3$$

261.9

$$\mathbf{f_{yd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f_{yd}} : 0 \text{ MPa}$$

Siendo:

		275.0	
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 0	MPa
γ_{m0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{m0}	: 1.05	

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

η : 3 0.00 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(90)H1 + 0.75 \cdot N2(R).$

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 2.48 kN

kN·

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: 0.00 m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$\begin{array}{r} V_{pl,T}, \quad 949.3 \\ R_d \quad : \quad 8 \quad \text{kN} \\ \hline \end{array}$$

Donde:

$$\begin{array}{r} 949.6 \\ V_{pl,Rd}: \text{ Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{pl,Rd} : 0 \quad \text{kN} \\ \tau_{T,Ed}: \text{ Tensiones tangenciales por torsión.} \quad \tau_{T,Ed} : 0.09 \quad \text{MPa} \\ \hline \end{array}$$

Siendo:

$$\begin{array}{r} W_T: \text{ Módulo de resistencia a torsión.} \quad W_T : 39.52 \quad \text{cm}^3 \\ \hline f_{yd}: \text{ Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : 0 \quad \text{MPa} \\ \hline \end{array}$$

Siendo:

$$\begin{array}{r} 275.0 \\ f_y: \text{ Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : 0 \quad \text{MPa} \\ \hline \gamma_{m0}: \text{ Coeficiente parcial de seguridad del} \\ \text{material.} \quad \gamma_{m0} : 1.05 \\ \hline \end{array}$$

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1 \quad \eta : 0.001 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N138, para la combinación de acciones

$$\underline{PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5\cdot V(270)H1.}$$

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : 1.21 \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : 1084.87 \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : 78.10 \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 138.91 \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : 138.91 \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico.

(CTE DB SE-A,

Tabla 4.1)

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : 0.51$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0.023$ ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0.071$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N76, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.2·N1(EI).

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

$N_{c,Ed} : 25.48$ kN

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

$$N_{c,Rd} : 1084.87 \text{ kN}$$

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 :** 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 78.10 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 138.91 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **f_{y,θ}** : 138.91 MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 275.00 MPa

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. **k_{y,θ}** : 0.51

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M,θ}** : 1.00

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:

$$N_{b,Rd} : 357.05 \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. $A : 78.10 \text{ cm}^2$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 138.91 \text{ MPa}$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : 138.91 \text{ MPa}$

f_y: Límite elástico.

(CTE DB SE-A,

Tabla 4.1)

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : 0.51$$

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : 1.00$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : 0.62$$

$$\chi_z : 0.33$$

Siendo:

$$\phi_y : 1.04$$

$$\phi_z : 1.87$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.	α_y	: 0.49
	α_z	: 0.49
$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.		
	$\bar{\lambda}_y$: 0.86
	$\bar{\lambda}_z$: 1.46
$k_{\lambda,\theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{\lambda,\theta}$: 1.22
N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:	N_{cr}	: 1506.80 kN
$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	$N_{cr,y}$: 4284.94 kN
$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	$N_{cr,z}$: 1506.80 kN
$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	$N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.268 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N76, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

$$M_{Ed}^+ : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^+ : 15.79 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N76, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(270)H1.

$$M_{Ed}^- : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^- : 23.95 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : 89.25 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 642.50 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 138.91$ MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : 138.91$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00$ MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : 0.51$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0.081$ ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N76, para la combinación de acciones

$$\underline{PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5\cdot V(90)H1.}$$

$$\mathbf{M_{Ed}^+}: \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{Ed}^+} : \underline{3.15} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N76, para la combinación de acciones

$$\underline{PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5\cdot V(270)H1.}$$

$$\mathbf{M_{Ed}^-}: \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{Ed}^-} : \underline{3.45} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

$$\mathbf{M_{c,Rd}} : \underline{42.48} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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 :** 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$:** 305.80 cm^3

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 138.91 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **$f_{y,\theta}$:** 138.91 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 275.00 MPa
k_{y,θ} : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	k_{y,θ}	: 0.51
γ_{M,θ} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M,θ}	: 1.00

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.101 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N76, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(270)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed} : 14.58 kN**

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

$$V_{c,Rd} : \underline{144.36 \text{ kN}}$$

Donde:

$$A_v: \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{18.00 \text{ cm}^2}$$

Siendo:

$$h: \text{Canto de la sección.} \quad h : \underline{200.00 \text{ mm}}$$

$$t_w: \text{Espesor del alma.} \quad t_w : \underline{9.00 \text{ mm}}$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{138.91 \text{ MPa}}$$

Siendo:

$$f_{y,\theta}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad f_{y,\theta} : \underline{138.91 \text{ MPa}}$$

f_y : Límite elástico.

(CTE DB SE-A,
Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00 \text{ MPa}}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.51}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad \mathbf{18.89 < 64.71}$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{18.89}$$

$$\lambda_{\text{máx}}: \text{Esbeltez máxima.} \quad \lambda_{\text{máx}} : \underline{64.71}$$

$$\varepsilon: \text{Factor de reducción.} \quad \varepsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_{ref}}: \text{Límite elástico de referencia.} \quad \mathbf{f_{ref}} : \underline{235.00 \text{ MPa}}$$

$$\mathbf{f_y}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_y} : \underline{275.00 \text{ MPa}}$$

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \mathbf{0.002} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones *PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(270)H1.*

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

$$\mathbf{V_{Ed}} : \underline{0.92} \text{ kN}$$

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

$$\mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{503.64} \text{ kN}$$

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

$$\mathbf{A_v} : \underline{62.80} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta.

$$\mathbf{A} : \underline{78.10} \text{ cm}^2$$

d: Altura del alma.

$$\mathbf{d} : \underline{170.00} \text{ mm}$$

t_w: Espesor del alma.

$$\mathbf{t_w} : \underline{9.00} \text{ mm}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{138.91} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$\mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{138.91} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico.

(CTE DB SE-A, Tabla
4.1)

f_y : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de
reducción del límite
elástico para la
temperatura que
alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.51

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de
seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados -

Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$1.486 \leq 7.358$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(270)H1.

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

V_{Ed} : 14.58 kN

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

$V_{c,Rd}$: 144.36 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados -**Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.093 \leq 25.670$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(270)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 0.92 \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : 503.64 \text{ kN}$

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : 0.361 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.340} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.281} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N76, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(270)H1.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : 11.90 kN
M_{y,Ed}, M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed} : 23.95 kN·m M_{z,Ed} : 3.45 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 : 1
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	N_{pl,Rd} : 1084.87 kN
M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z} : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{pl,Rd,y} : 89.25 kN·m M_{pl,Rd,z} : 42.48 kN·m
Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)	
A : Área de la sección bruta.	A : 78.10 cm ²
W_{pl,y}, W_{pl,z} : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	W_{pl,y} : 642.50 cm ³ W_{pl,z} : 305.80 cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : 138.91 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : 138.91$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00$ MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : 0.51$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

$k_y : 1.01$

$k_z : 1.05$

$C_{m,y}, C_{m,z}$: 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. $\chi_y : 0.62$
 $\chi_z : 0.33$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\bar{\lambda}_y : 0.86$
 $\bar{\lambda}_z : 1.46$

$$\alpha_y, \alpha_z: \text{Factores dependientes de la clase de la sección. } \alpha_y : 0.60$$

$$\alpha_z : 0.60$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio

(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(270)H1.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$1.486 \leq 7.358$$

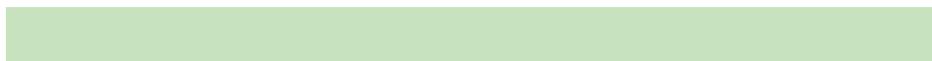
Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z} : 14.58$ kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z} : 144.36$ kN

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:



$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < 0.001 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M}_{T,Ed} : 0.00 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo **M_{T,Rd}** viene dado por:

$$\mathbf{M}_{T,Rd} : 3.17 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W}_T : 39.52 \quad \text{cm}^3$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f}_{yd} : 138.91 \quad \text{MPa}$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $\mathbf{f}_{y,\theta} : 138.91 \quad \text{MPa}$

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

$$\mathbf{f}_y : 275.00 \quad \text{MPa}$$

$$\mathbf{k}_{y,\theta} : 0.51$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0.038$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N76, para la combinación de acciones *PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(90)H1.*

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

$V_{Ed} : 5.48$ kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed} : 0.00$ kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{pl,T,Rd}} : \underline{144.34 \text{ kN}}$$

Donde:

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

$$\mathbf{V_{pl,Rd}} : \underline{144.36 \text{ kN}}$$

$\mathbf{\tau_{T,Ed}}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\mathbf{\tau_{T,Ed}} : \underline{0.03 \text{ MPa}}$$

Siendo:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión.

$$\mathbf{W_T} : \underline{39.52 \text{ cm}^3}$$

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{138.91 \text{ MPa}}$$

Siendo:

$\mathbf{f_{y,\theta}}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$\mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{138.91 \text{ MPa}}$$

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f_y} : \underline{275.00 \text{ MPa}}$$

$\mathbf{k_{y,\theta}}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$\mathbf{k_{y,\theta}} : \underline{0.51}$$

$\mathbf{\gamma_{M,\theta}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma_{M,\theta}} : \underline{1.00}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

η : **0.002** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(90)H1.

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

V_{Ed} : 0.84 kN

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

M_{T,Ed} : 0.00 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **V_{pl,T,Rd}** viene dado por:

V_{pl,T,Rd} : 503.57 kN

Donde:

V_{pl,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

V_{pl,Rd} : 503.64 kN

τ_{T,Ed}: Tensiones tangenciales por torsión.

τ_{T,Ed} : 0.03 MPa

Siendo:

$$\begin{aligned} \mathbf{W_T}: \text{Módulo de resistencia} \\ \text{a torsión.} \quad \mathbf{W_T} &: 39.52 \text{ cm}^3 \\ \mathbf{f_{yd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f_{yd}} &: 138.91 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} \mathbf{f_{y,\theta}}: \text{Límite elástico reducido} \quad \mathbf{f_{y,\theta}} &: 138.91 \text{ MPa} \\ \text{para la temperatura que} \\ \text{alcanza el perfil.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{f_y}: \text{Límite elástico.} \\ \text{(CTE DB SE-A,} \\ \text{Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_y} &: 275.00 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{k_{y,\theta}}: \text{Factor de} \quad \mathbf{k_{y,\theta}} &: 0.51 \\ \text{reducción del} \\ \text{límite elástico para} \\ \text{la temperatura} \\ \text{que alcanza el} \\ \text{perfil.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{\gamma_{M,\theta}}: \text{Coeficiente parcial de} \\ \text{seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma_{M,\theta}} &: 1.00 \end{aligned}$$

FLECHA	
Maximo	4,743mm
Distancia	4,280m

2.7 VIGA DE ATADO DE DARSENAS

Barra N142/N363

Perfil: IPE 400 Material: Acero (S275)							
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N142	N363	7.700	84.50	23130.00	1318.00	51.08	
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	0.50	0.50	0.00	0.00		
	L _K	3.850	3.850	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							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 60 Factor de forma: 186.27 m-1 Temperatura máx. de la barra: 339.0 °C Pintura intumescente: 2.8 mm							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _Y	M _Z	V _Z	V _Y	M _Y V _Z	M _Z V _Y	NM _Y M _Z	NM _Y M _Z V _Y V _Z	M _t	M _t V _Z		M _t V _Y
N142/N363	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	η = 2.5	η < 0.1	x: 7.7 m η = 17.6	x: 7.7 m η = 17.1	x: 0 m η = 2.8	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 7.7 m η = 37.2	η < 0.1	η = 0.5	x: 0 m η = 0.8	η < 0.1	CUMPLE η = 77.2
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														Estado	
	N _t	N _c	M _Y	M _Z	V _Z	V _Y	M _Y V _Z	M _Z V _Y	NM _Y M _Z	NM _Y M _Z V _Y V _Z	M _t	M _t V _Z	M _t V _Y			
N142/N363	η = 1.1	η < 0.1	x: 7.7 m η = 7.5	x: 7.7 m η = 7.4	x: 0 m η = 1.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 7.7 m η = 16.0	η < 0.1	η = 0.2	x: 0 m η = 0.8	η < 0.1	CUMPLE η = 46.0		
Notación: N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _Y : Resistencia a flexión eje Y M _Z : Resistencia a flexión eje Z V _Z : Resistencia a corte Z V _Y : Resistencia a corte Y M _Y V _Z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _Z V _Y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _Y M _Z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _Y M _Z V _Y V _Z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _Z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _Y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%)																

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (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.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{ef} \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda} : 1.10$$



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 : 4

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

A_{ef} : 80.91 cm²

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

f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 1842.95 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} : 32342.47 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 1842.95 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 : 23130.00 cm⁴

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_z : 1318.00 cm⁴

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t	: 51.08	cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w	: 490000.00	cm ⁶
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}	: 3.850	m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz}	: 3.850	m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt}	: 0.000	m
i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_o	: 17.01	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	: 16.54	cm
	i_z	: 3.95	cm
y_o , z_o : 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_o	: 0.00	mm
	z_o	: 0.00	mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura

ambiente (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$$143.37 \leq 263.21 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : 373.00 mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : 8.60 mm
A_w : Área del alma.	A_w : 32.08 cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : 24.30 cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : 0.30
E : Módulo de elasticidad.	E : 210000 MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : 275.00 MPa
Siendo:	

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.025 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

$$0.8 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(90)H1 + 0.75 \cdot N1(EI).$$

	$N_{t,E}$
$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	d : 54.25 kN

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

	$N_{t,R}$ 2213.1
	d : 0 kN

Donde:

	cm
A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : 84.50 ²
	MP
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : 261.90 a

Siendo:

	MP
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : 275.00 a
γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{Mo} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < 0.001$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < 0.001$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(180)H1}$$

±

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{N_{c,Ed}} : \underline{0.29} \text{ kN}$$

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

$$\mathbf{N_{c,Rd}} : \underline{2119.16} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia

$$\mathbf{Clas e} : \underline{4}$$

plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$$\mathbf{A_{ef}} : \underline{80.91} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$\mathbf{f_y} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

$$\mathbf{\gamma_{M0}} : \underline{1.05}$$

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:

$$\mathbf{N_{b,Rd}} : \underline{1135.74} \text{ kN}$$

Donde:

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$$\mathbf{A_{ef}} : \underline{80.91} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$\mathbf{f_y} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

$$\mathbf{\gamma_{M1}} : \underline{1.05}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\mathbf{\chi_y} : \underline{0.99}$$

Siendo:

$$\chi_z : 0.54$$

$$\phi_y : 0.54$$

$$\phi_z : 1.26$$

 α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : 0.21$$

$$\alpha_z : 0.34$$

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

$$\bar{\lambda}_y : 0.26$$

$$\bar{\lambda}_z : 1.10$$

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

$$N_{cr} : 1842.95 \text{ kN}$$

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

$$32342.4$$

$$N_{cr,y} : 7 \text{ kN}$$

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

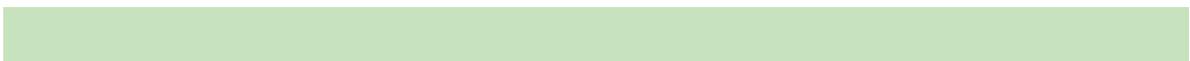
$$N_{cr,z} : 1842.95 \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,T} : \infty$$

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

Se debe satisfacer:



$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.176$$



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N363,
para la combinación de acciones

$$0.8 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(90)H1 + 0.75 \cdot N1(EI).$$

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 60.32 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N363,
para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1.$$

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 4.81 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : 342.31 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 1307.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.171** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N363,
para la combinación de acciones

$$\underline{0.8 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(90)H1 + 0.75 \cdot N1(EI)}$$

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{10.25} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N363,
para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1}$$

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.54} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{59.98} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$$W_{pl,z} : \underline{229.00} \text{ cm}^3$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.028 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N142, para la combinación de acciones

$1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(90)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 14.34 kN

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

$V_{c,Rd}$: 520.17 kN

Donde:

$$A_v: \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{34.40 \text{ cm}^2}$$

Siendo:

$$h: \text{Canto de la sección.} \quad h : \underline{400.00 \text{ mm}}$$

$$t_w: \text{Espesor del alma.} \quad t_w : \underline{8.60 \text{ mm}}$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{261.90 \text{ MPa}}$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{275.00 \text{ MPa}}$$

$$\gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad \mathbf{43.37 < 64.71}$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{43.37}$$

$$\lambda_{\text{máx}}: \text{Esbeltez máxima.} \quad \lambda_{\text{máx}} : \underline{64.71}$$

$$\varepsilon: \text{Factor de reducción.} \quad \varepsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.002 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

$0.8 \cdot PP + 1.35 \cdot pesocorreas + 1.35 \cdot pesocubierta + 1.5 \cdot V(90)H1 + 0.75 \cdot N1(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 1.64 kN

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

$V_{c,Rd}$: 792.68 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. A_v : 52.42 cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : 84.50 cm²

d: Altura del alma. **d** : 373.00 mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : 8.60 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 261.90 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 275.00 MPa

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

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente

(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}**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$1.462 \leq 26.512$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(90)H1.$$

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : 14.34 kN

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **V_{c,Rd}** : 520.17 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente

(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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.167 \leq 40.401$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$0.8 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(90)H1 + 0.75 \cdot N1(EI).$$

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

$$V_{Ed} : 1.64 \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : 792.68 \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : 0.372$$



$$\eta = \frac{M_{ef,Ed}}{M_{b,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : 0.328$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N363, para la combinación de acciones

$$0.8 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(90)H1 + 0.75 \cdot N1(EI).$$

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : 54.25 \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : 60.32 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : 10.25 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.

$$N_{pl,Rd} : 2213.10 \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : 342.31 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : 59.98 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{ef,Ed} : 53.61 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$$\sigma_{com,Ed} : 41.02 \text{ MPa}$$

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$$W_{y,com} : 1307.00 \text{ cm}^3$$

A: Área de la sección bruta.

$$A : 84.50 \text{ cm}^2$$

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$$M_{b,Rd,y} : 342.31 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (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 para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(90)H1$.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$1.462 \leq 26.489$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : 14.34 \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : 519.71 \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.005 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

$$0.8 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 0.9 \cdot V(180)H1 + 1.5 \cdot N1(EI)$$

⌋

$$M_{T,Ed}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{T,Ed} : 0.03 \quad \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,R} : 5.72 \quad \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

Donde:

$$W_T: \text{Módulo de resistencia a torsión.} \quad W_T : 37.84 \quad \frac{\text{cm}^3}{261.9}$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : 0 \quad \text{MPa}$$

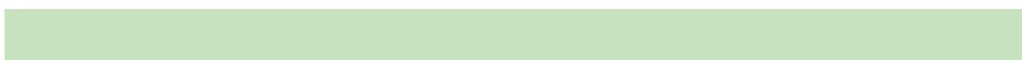
Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : 0 \quad \frac{275.0}{\text{MPa}}$$

$$g_{Mo}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad g_{Mo} : 1.05$$

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

Se debe satisfacer:



$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.008 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N142, para la combinación de acciones

1.35·PP+1.35·pesocorreas+1.35·pesocubierta+1.5·Q1(G1).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 4.04 \text{ kN}$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : 0.01 \text{ kN}\cdot\text{m}$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : 519.71 \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : 520.17 \text{ kN}$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : 0.33 \text{ MPa}$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : 37.84 \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00 \text{ MPa}$

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$\eta < \underline{0.001}$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot Q1(G1)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{0.06}$ kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : \underline{0.01}$ kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd} : \underline{791.99}$ kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : \underline{792.68}$ kN

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $t_{T,Ed} : \underline{0.33}$ MPa

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : \underline{37.84}$ cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{261.90}$ MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

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

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : 0.011 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(90)H1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$: 18.00 kN

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$N_{t,Rd}$: 1695.34 kN

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 84.50 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{200.63}$ MPa

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para $f_{y,\theta} : \underline{200.63}$ MPa
la temperatura que alcanza el
perfil.

f_y : Límite elástico.

(CTE DB SE-A, Tabla
4.1)

$f_y : \underline{275.00}$ MPa

$k_{y,q}$: Factor de
reducción del límite
elástico para la
temperatura que
alcanza el perfil.

$k_{y,\theta} : \underline{0.73}$

$\gamma_{M,q}$: Coeficiente parcial de
seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta < \mathbf{0.001}$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$\eta < \mathbf{0.001}$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(180)H1.

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

$$N_{c,Ed} : 0.15 \quad \text{kN}$$

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

$$N_{c,Rd} : 1623.38 \quad \text{kN}$$

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.

$$\text{Clase} : 4$$

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$$A_{ef} : 80.91 \quad \text{cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 200.63 \quad \text{MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : 200.63 \quad \text{MPa}$$

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

$$f_y : 275.00 \quad \text{MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.73

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

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:

$$N_{b,Rd} : \underline{787.15} \quad \text{kN}$$

Donde:

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

A_{ef} : 80.91 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 200.63 MPa

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,\theta}$: 200.63 MPa

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

f_y : 275.00 MPa

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.73

$\gamma_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,q} : 1.00$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : 0.97$$

$$\chi_z : 0.48$$

Siendo:

$$\phi_y : 0.55$$

$$\phi_z : 1.32$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : 0.49$$

$$\alpha_z : 0.49$$

λ : Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : 0.26$$

$$\bar{\lambda}_z : 1.10$$

$k_{\lambda,q}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,q} : 1.00$$

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

$$N_{cr} : 1842.95 \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,y} : 32342.47 \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z} : 1842.95 \text{ kN}$$

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

$N_{cr,T} : \infty$

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0.075$ ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N363,
para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(90)H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{Ed}^+ : 19.70 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N363,
para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{Ed}^- : 1.90 \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

$M_{c,Rd} : 262.23 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Donde:

Clase : 1

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.

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y} : 1307.00 \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 200.63 \text{ MPa}$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,q} : 200.63 \text{ MPa}$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00 \text{ MPa}$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,q} : 0.73$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $g_{M,q} : 1.00$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$h : 0.074$ ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N363, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(90)H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^+ : 3.39 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N363, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^- : 0.14 \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

$M_{c,Rd} : 45.94 \text{ kN}\cdot\text{m}$

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** : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z} : 229.00 \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 200.63 \text{ MPa}$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,q} : 200.63 \text{ MPa}$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00 \text{ MPa}$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,q} : 0.73$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $g_{M,q} : 1.00$

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : **0.016** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N142, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(90)H1.

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

V_{Ed} : 6.43 kN

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

V_{c,Rd} : 398.47 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

A_v : 34.40 cm²

Siendo:

h: Canto de la sección.

h : 400.00 mm

$$t_w: \text{Espesor del alma.} \quad t_w : \underline{8.60} \text{ mm}$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{200.63} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_{y,q}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad f_{y,q} : \underline{200.63} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico.

(CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.73}$$

$\gamma_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad \mathbf{43.37 < 64.71}$$

Donde:

$$I_w: \text{Esbeltz del alma.} \quad \lambda_w : \underline{43.37}$$

$I_{\text{máx}}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{\text{máx}}$: 64.71

e : Factor de reducción. ϵ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{\text{Ed}}}{V_{\text{c,Rd}}} \leq 1$$

η : 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(90)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.54 kN

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

$V_{\text{c,Rd}}$: 607.23 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. A_v : 52.42 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta. A : 84.50 cm²

d : Altura del alma. d : 373.00 mm

t_w : Espesor del alma. t_w : 8.60 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 200.63 MPa

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta}$: 200.63 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta}$: 0.73

$\gamma_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio

(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.655 \leq 20.309$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(90)H1.

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

$$V_{Ed} : 6.43 \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : 398.47 \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio

(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.055 \leq 30.950$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(90)H1.

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

$$V_{Ed} : 0.54 \text{ kN}$$

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

$V_{c,Rd} : 607.23 \text{ kN}$

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$\eta : 0.160$ ✓

$$\eta = \frac{M_{ef,Ed}}{M_{b,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$\eta : 0.140$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N363, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(90)H1.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed} : 18.00 \text{ kN}$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed} : 19.70 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{z,Ed} : 3.39 \text{ kN}\cdot\text{m}$

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 : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.

$N_{pl,Rd} : 1695.34 \text{ kN}$

$M_{pl,Rd,y} : 262.23 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,z} : 45.94 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{ef,Ed} : 17.47 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$s_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$$\sigma_{com,Ed} : 13.37 \quad \text{MPa}$$

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$$W_{y,com} : 1307.00 \quad \text{cm}^3$$

A : Área de la sección bruta.

$$A : 84.50 \quad \text{cm}^2$$

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$$M_{b,Rd,y} : 262.23 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(270)H1.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$0.335 \leq 20.301$$

Donde:

$$V_{Ed,z}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p\u00e9simo.} \quad V_{Ed,z} : 3.29 \quad \text{kN}$$

$$V_{c,Rd,z}: \text{Esfuerzo cortante resistente de c\u00e1lculo.} \quad V_{c,Rd,z} : 398.30 \quad \text{kN}$$

Resistencia a torsi\u00f3n - Situaci\u00f3n de incendio (CTE DB SE-A, Art\u00edculo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.002 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de c\u00e1lculo p\u00e9simo se produce para la combinaci\u00f3n de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5 \cdot V(180)H1.

$$M_{T,Ed}: \text{Momento torsor solicitante de c\u00e1lculo p\u00e9simo.} \quad M_{T,Ed} : 0.01 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de c\u00e1lculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : 4.38 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$W_T: \text{M\u00f3dulo de resistencia a torsi\u00f3n.} \quad W_T : 37.84 \quad \text{cm}^3$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de c\u00e1lculo del acero.} \quad f_{yd} : 200.63 \quad \text{MPa}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta}$: 200.63 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta}$: 0.73

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

η : 0.008 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N142, para la combinación de acciones

$PP+pesocorreas+pesocubierta+0.2 \cdot N2(R)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 2.99 kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: 0.00 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido

$V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : 398.30 \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : 398.47 \text{ kN}$$

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$t_{T,Ed} : 0.12 \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : 37.84 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 200.63 \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : 200.63 \text{ MPa}$$

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

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : 0.73$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : 1.00$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.2·N2(R).

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

$$V_{Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{606.97} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{607.23} \text{ kN}$$

$t_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$t_{T,Ed} : \underline{0.12} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{37.84} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{200.63} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta}$: 200.63 MPa

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

f_y : 275.00 MPa

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.73

$\gamma_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

FLECHA	
Maximo	0,489mm
Distancia	3,33m

2.8 ARRIOSTRAMIENTOS CUBIERTA DARSENAS

Barra N420/N136

Perfil: Ø20 Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N420	N136	9.878	3.14	0.79	0.79	1.57
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		0.00	0.00	0.00	0.00	
L _K		0.000	0.000	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						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 60						
Factor de forma: 200.00 m-1						
Temperatura máx. de la barra: 671.5 °C						
Pintura intumescente: 1.0 mm						

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado	
	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z		M _t V _y
N420/N136	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	η = 19.4	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾	CUMPLE η = 69.4
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. (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) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (6) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (7) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (8) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.															

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
N420/N136	η = 21.0	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾	CUMPLE η = 41.0
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. (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) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (6) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (7) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (8) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.														

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N _t	N _c	M _Y	M _Z	V _Z	V _Y	M _Y V _Z	M _Z V _Y	NM _Y M _Z	NM _Y M _Z V _Y V _Z	M _t	M _t V _Z	M _t V _Y	
Notación: N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _Y : Resistencia a flexión eje Y M _Z : Resistencia a flexión eje Z V _Z : Resistencia a corte Z V _Y : Resistencia a corte Y M _Y V _Z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _Z V _Y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _Y M _Z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _Y M _Z V _Y V _Z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _Z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _Y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede														

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

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras de arriostramiento traccionadas no debe superar el valor 4.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda} < 0.01$ ✓

Donde:

- A**: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 3.14 cm²
- f_y**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 265.00 MPa
- N_{cr}**: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : ∞

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : 0.694 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1.}$$

$$\mathbf{N_{t,Ed}}: \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. } \mathbf{N_{t,Ed}} : \underline{15.40} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $\mathbf{N_{t,Rd}}$ viene dada por:

$$\mathbf{N_{t,Rd}} : \underline{79.29} \text{ kN}$$

Donde:

\mathbf{A} : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$\mathbf{A} : \underline{3.14} \text{ cm}^2$$

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f_y} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\mathbf{\gamma_{mo}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma_{mo}} : \underline{1.05}$$

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.410 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : 5.20 \quad \text{kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

$$N_{t,Rd} : 24.83 \quad \text{kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : 3.14 \quad \text{cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 79.04 \quad \text{MPa}$$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : 79.04 \quad \text{MPa}$$

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

$$f_y : 265.00 \quad \text{MPa}$$

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

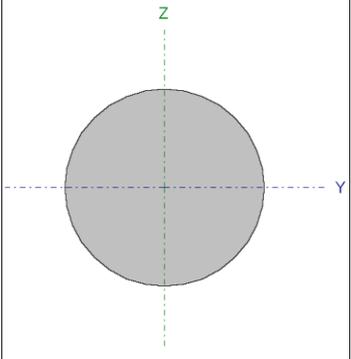
$$k_{y,\theta} : 0.30$$

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : 1.00$$

2.9 ARRIOSTRAMIENTOS FACHADA DARSENAS

Barra N2/N126

Perfil: Ø20 Material: Acero (S275)							
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N2	N126	10.940	3.14	0.79	0.79	1.57	
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	0.00	0.00	0.00	0.00		
	L _k	0.000	0.000	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							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 30 Factor de forma: 200.00 m-1 Temperatura máx. de la barra: 653.0 °C Pintura intumescente: 0.4 mm							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado	
	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z		M _t V _y
N2/N126	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 34.9$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾	CUMPLE $\eta = 84.9$
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. (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) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (6) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (7) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (8) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.															

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
N2/N126	$\eta = 31.4$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾	CUMPLE $\eta = 41.4$
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. (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) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (6) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (7) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (8) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.														

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
Notación: N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión eje Y M _z : Resistencia a flexión eje Z V _z : Resistencia a corte Z V _y : Resistencia a corte Y M _y V _z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _z V _y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _y M _z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede														

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

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras de arriostamiento traccionadas no debe superar el valor 4.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

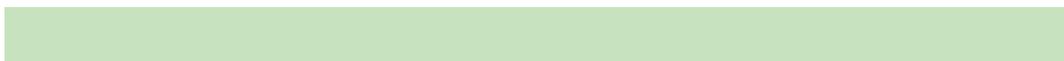
$\bar{\lambda} < \mathbf{0.01}$ ✓

Donde:

- A:** Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 3.14 cm²
- f_y:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 265.00 MPa
- N_{cr}:** Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : ∞

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

Se debe satisfacer:



$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.849 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

$$0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1.$$

$$N_{t,Ed}: \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{t,Ed} : 27.71 \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : 79.29 \text{ kN}$$

Donde:

$$A: \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} \quad A : 3.14 \text{ cm}^2$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : 252.38 \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : 265.00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.414} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(270)H1.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$\underline{N_{t,Ed} : 8.98 \text{ kN}}$$

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

$$\underline{N_{t,Rd} : 28.59 \text{ kN}}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$\underline{A : 3.14 \text{ cm}^2}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\underline{f_{yd} : 90.99 \text{ MPa}}$$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$\underline{f_{y,\theta} : 90.99 \text{ MPa}}$$

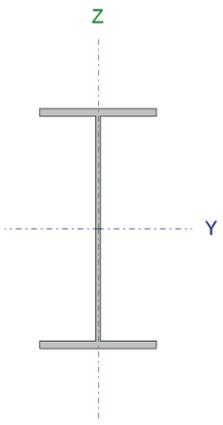
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\underline{f_y : 265.00 \text{ MPa}}$$

EDIFICIO AUXILIAR

2.10 DINTEL EDIFICIO AUXILIAR

Barra N50/N165

Perfil: IPE 330 Material: Acero (S275)							
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N50	N165	6.095	62.60	11770.00	788.10	28.15	
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	6.095	6.095	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							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 90 Factor de forma: 214.79 m ⁻¹ Temperatura máx. de la barra: 343.5 °C Pintura intumescente: 5.2 mm							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z		M _t V _y
N50/N165	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0 m η = 0.2	x: 0 m η = 6.2	x: 0 m η = 30.8	x: 6.095 m η = 3.5	x: 0 m η = 5.9	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 34.7	η < 0.1	η = 0.2	x: 6.095 m η = 3.1	η < 0.1	CUMPLE η = 84.7

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
N50/N165	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 3.0	x: 0 m η = 14.6	x: 6.095 m η = 1.5	x: 0 m η = 2.6	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 16.3	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 2.6	η < 0.1	CUMPLE η = 36.3
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.														

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO												Estado
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	
Notación: N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión eje Y M _z : Resistencia a flexión eje Z V _z : Resistencia a corte Z V _y : Resistencia a corte Y M _y V _z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _z V _y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _y M _z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede													

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (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.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{ef} \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda} : 1.95$

✓

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 : 4

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

A_{ef} : 60.78 cm²

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

f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 439.69 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} : 6566.66 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z} : 439.69 \text{ kN}$

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

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $I_y : 11770.00 \text{ cm}^4$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $I_z : 788.10 \text{ cm}^4$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme. $I_t : 28.15 \text{ cm}^4$

I_w : Constante de alabeo de la sección. $I_w : 199100.00 \text{ cm}^6$

E : Módulo de elasticidad. $E : 210000 \text{ MPa}$

G : Módulo de elasticidad transversal. $G : 81000 \text{ MPa}$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. $L_{ky} : 6.095 \text{ m}$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. $L_{kz} : 6.095 \text{ m}$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión. $L_{kt} : 0.000 \text{ m}$

i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. $i_o : 14.16 \text{ cm}$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. $i_y : 13.71 \text{ cm}$

$i_z : 3.55 \text{ cm}$

y_o , z_o: 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_o : 0.00 mm

z_o : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura

ambiente (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$$140.93 \leq 256.27 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : 307.00 mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : 7.50 mm
A_w : Área del alma.	A_w : 23.03 cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : 18.40 cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : 0.30
E : Módulo de elasticidad.	E : 210000 MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : 275.00 MPa

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.002$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N50, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1$.

$$N_{t,Ed}: \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{t,Ed} : 3.26 \quad \text{kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : 1639.52 \quad \text{kN}$$

Donde:

$$A: \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} \quad A : 62.60 \quad \text{cm}^2$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : 261.90 \quad \text{MPa}$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : 275.00 \quad \text{MPa}$$

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

$\gamma_{M0} : 1.05$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0.014$ ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0.062$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N50, para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(180)H1 + 0.75 \cdot N1(EI)}.$$

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

$N_{c,Ed} : 21.73$ kN

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

$N_{c,R} : 1591.$

$d : 73$ 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.	Clas
	e : 4
A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.	A_{ef} : 60.78 ² cm
	261.9 MP
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : 0 a

Siendo:

	275.0 MP
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : 0 a
γ_{mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{mo} : 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:

$$\mathbf{N_{b,Rd}} = \frac{348.8}{4} \text{ kN}$$

Donde:

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.	A_{ef} : 60.78 ² cm
	261.9 MP
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : 0 a

Siendo:

		275.0 MP
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 0 a
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1}	: 1.05
χ : Coeficiente de reducción por pandeo.		
	χ_y	: 0.92
	χ_z	: 0.22
Siendo:		
	ϕ_y	: 0.66
	ϕ_z	: 2.70
α : Coeficiente de imperfección elástica.	α_y	: 0.21
	α_z	: 0.34
$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.		
	$\bar{\lambda}_y$: 0.50
	$\bar{\lambda}_z$: 1.95
N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:		439.6
	N_{cr}	: 9 kN
$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.		6566.
	$N_{cr,y}$: 66 kN
$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.		439.6
	$N_{cr,z}$: 9 kN
$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.		
	$N_{cr,T}$: ∞

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.308 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N50, para la combinación de acciones

$$0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(180)H1.$$

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 48.27 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N50, para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1 + 0.75 \cdot N1(EI).$$

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 64.93 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : 210.65 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 804.30 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$$

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.035 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N165,
para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(180)H1 + 0.75 \cdot N1(EI)}.$$

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 1.29 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N165,
para la combinación de acciones

$$\underline{0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1}.$$

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 1.40 kN·m

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

$$M_{c,Rd} : 40.25 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

W_{pl,z}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : 153.70 \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

γ_{m0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{m0} : 1.05$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.059 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N50, para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot N1(EI)}$$

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 21.90 kN

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

$V_{c,Rd}$: 374.25 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. A_v : 24.75 cm²

Siendo:

h : Canto de la sección. h : 330.00 mm

t_w : Espesor del alma. t_w : 7.50 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

γ_{m0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{m0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$40.93 < 64.71$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : 40.93$$

$\lambda_{\text{máx}}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{\text{máx}} : 64.71$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : 0.92$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{\text{ref}} : 235.00 \text{ MPa}$$

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

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.001$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1 + 0.75 \cdot N2(R).$$

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 0.42$ kN

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

$V_{c,Rd} : 598.42$ kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : 39.58$ cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta. $A : 62.60$ cm²

d : Altura del alma. $d : 307.00$ mm

t_w : Espesor del alma. $t_w : 7.50$ mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 261.90$ MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00$ MPa

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{Mo} : 1.05$

**Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados -
Temperatura ambiente** (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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$2.233 \leq 19.075$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot N1(EI).$$

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 21.90 \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : 374.25 \text{ kN}$

**Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados -
Temperatura ambiente** (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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.043 \leq 30.500$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1 + 0.75 \cdot N2(R)}.$$

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : 0.42 \quad \text{kN}$$

$$\mathbf{V_{c,Rd}}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad \mathbf{V_{c,Rd}} : 598.42 \quad \text{kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.347} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.338} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.259} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N50, para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1 + 0.75 \cdot N1(EI)}.$$

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	$N_{c,Ed}$: 14.85 kN
$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^-$: 64.93 kN·m $M_{z,Ed}^+$: 1.19 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 : 1
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd}$: 1639.52 kN
$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y}$: 210.65 kN·m $M_{pl,Rd,z}$: 40.25 kN·m
Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)	
A : Área de la sección bruta.	A : 62.60 cm ²
$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{pl,y}$: 804.30 cm ³ $W_{pl,z}$: 153.70 cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : 275.00 MPa
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} : 1.05

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : 1.00$$

$$k_z : 1.06$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: 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	: 0.92
	χ_z	: 0.21
$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y$: 0.51
	$\bar{\lambda}_z$: 1.98
α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.	α_y	: 0.60
	α_z	: 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente

(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 para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot N1(EI)}.$$

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$2.233 \leq 19.075$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : 21.90 \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : 374.25 \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

$$\underline{0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(180)H2.}$$

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **M_{T,Ed}** : 0.01 kN·m

El momento torsor resistente de cálculo **M_{T,Rd}** viene dado por:

M_{T,Rd} : 3.70 kN·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : 24.48 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 261.90 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 275.00 MPa

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : 1.05$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 1$$

0.03



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N165, para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1 + 0.75 \cdot N2(R)}.$$

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : 6 \quad \text{kN}$$

11.6

$$\mathbf{M_{T,Ed}}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{T,Ed}} : 0.00 \quad \text{m}$$

kN·

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $\mathbf{V_{pl,T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{pl,T}} : 374. \quad \mathbf{Rd} : 05 \quad \text{kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{pl,Rd}$: 25 kN
$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.	$\tau_{T,Ed}$: 0.20 MPa

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.	W_T : 8 cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : 90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : 00 MPa
γ_{m0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{m0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta = \frac{0.00}{1} < 1 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1 + 0.75 \cdot N2(R)}.$$

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{0.30} \text{ kN}$$

kN·

$$\mathbf{M_{T,Ed}}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{T,Ed}} : \underline{0.00} \text{ m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $\mathbf{V_{pl,T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{pl,T}} : 598.$$

$$\mathbf{R_{d}} : \underline{10} \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{V_{pl,Rd}}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad \mathbf{V_{pl,Rd}} : \underline{42} \text{ kN}$$

$$\mathbf{\tau_{T,Ed}}: \text{Tensiones tangenciales por torsión.} \quad \mathbf{\tau_{T,Ed}} : \underline{0.20} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\mathbf{W_T}: \text{Módulo de resistencia a torsión.} \quad \mathbf{W_T} : \underline{8} \text{ cm}^3$$

$$\mathbf{f_{yd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f_{yd}} : \underline{90} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_y}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_y} : \underline{00} \text{ MPa}$$

γ_{m0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{m0} : 1.05$

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0.006$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0.030$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N50, para la combinación de acciones

$PP + pesocorreas + pesocubierta + 0.5 \cdot V(180)H1$.

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

$N_{c,Ed} : 7.43 \text{ kN}$

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

$$N_{c,Rd} : \underline{1209.15 \text{ kN}}$$

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 :** 4

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4. **A_{ef} :** 60.78 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 198.95 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **f_{y,θ} :** 198.95 MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 275.00 MPa

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. **k_{y,θ} :** 0.72

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M,θ} :** 1.00

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:

$$N_{b,Rd} : 247.81 \text{ kN}$$

Donde:

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las
secciones de clase 4. $A_{ef} : 60.78 \text{ cm}^2$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 198.95 \text{ MPa}$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido $f_{y,\theta} : 198.95 \text{ MPa}$
para la temperatura que
alcanza el perfil.

f_y : Límite elástico.
(CTE DB SE-A,
Tabla 4.1) $f_y : 275.00 \text{ MPa}$

$k_{y,\theta}$: Factor de
reducción del límite
elástico para la
temperatura que
alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : 0.72$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de
seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

χ : Coeficiente de reducción por
pandeo.

$$\chi_y : 0.84$$

$$\chi_z : 0.20$$

Siendo:

$$\phi_y : 0.70$$

$$\phi_z : 2.83$$

α : Coeficiente de
imperfección elástica.

$$\alpha_y : 0.49$$

$$\alpha_z : 0.49$$

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

$$\bar{\lambda}_y : 0.50$$

$$\bar{\lambda}_z : 1.95$$

$k_{\lambda,\theta}$: Factor de
incremento de la
esbeltez reducida para
la temperatura que
alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,\theta} : 1.00$$

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

$$N_{cr} : 439.69 \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico
elástico de pandeo
por flexión

respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : 6566.66 \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico
elástico de pandeo
por flexión

respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : 439.69 \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,T} : \infty$$

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.146 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N50, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(180)H1.

$$M_{Ed}^+ : 9.42 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N50, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

$$M_{Ed}^- : 23.34 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : 160.02 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y} : 804.30 \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 198.95 \text{ MPa}$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : 198.95 \text{ MPa}$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00 \text{ MPa}$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : 0.72$

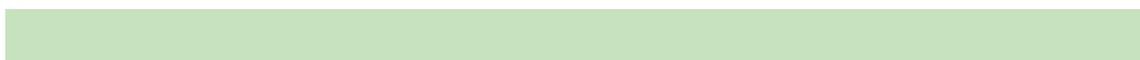
$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:



$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.015 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N165, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(180)H1.

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{Ed}^+} : 0.43 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N165, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{Ed}^-} : 0.46 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

$$\mathbf{M_{c,Rd}} : 30.58 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\mathbf{Clase} : 1$$

W_{pl,z}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$\mathbf{W_{pl,z}} : 153.70 \quad \text{cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : 198.95 \quad \text{MPa}$$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$\mathbf{f_{y,\theta}} : 198.95 \quad \text{MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 275.00 MPa
k_{y,θ} : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	k_{y,θ}	: 0.72
γ_{M,θ} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M,θ}	: 1.00

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.026 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N50, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.2·N1(EI).

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

V_{Ed} : 7.38 kN

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

$$V_{c,Rd} : 284.29 \text{ kN}$$

Donde:

$$A_v: \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : 24.75 \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$h: \text{Canto de la sección.} \quad h : 330.00 \text{ mm}$$

$$t_w: \text{Espesor del alma.} \quad t_w : 7.50 \text{ mm}$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : 198.95 \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_{y,\theta}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad f_{y,\theta} : 198.95 \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico.

(CTE DB SE-A,
Tabla 4.1)

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : 0.72$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : 1.00$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad \mathbf{40.93 < 64.71}$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{40.93}$$

$$\lambda_{\text{máx}}: \text{Esbeltez máxima.} \quad \lambda_{\text{máx}} : \underline{64.71}$$

$$\varepsilon: \text{Factor de reducción.} \quad \varepsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_{ref}}: \text{Límite elástico de referencia.} \quad \mathbf{f_{ref}} : \underline{235.00 \text{ MPa}}$$

$$\mathbf{f_y}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_y} : \underline{275.00 \text{ MPa}}$$

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \mathbf{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

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

$$\mathbf{V_{Ed}} : \underline{0.14} \text{ kN}$$

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

$$\mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{454.58} \text{ kN}$$

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

$$\mathbf{A_v} : \underline{39.58} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta.

$$\mathbf{A} : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

d: Altura del alma.

$$\mathbf{d} : \underline{307.00} \text{ mm}$$

t_w: Espesor del alma.

$$\mathbf{t_w} : \underline{7.50} \text{ mm}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{198.95} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$\mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{198.95} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : 275.00 MPa
$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{y,\theta}$: 0.72
$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados -

Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.752 \leq 14.490$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$PP + pesocorreas + pesocubierta + 0.2 \cdot N1(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 7.38 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 284.29 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados -**Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.014 \leq 23.169$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

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

V_{Ed} : 0.14 kN

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

$V_{c,Rd}$: 454.58 kN

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : 0.163 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\gamma_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : 0.159 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\gamma_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : 0.121 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N50, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : 5.04 kN
M_{y,Ed}, M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed} : 23.34 kN·m M_{z,Ed} : 0.40 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 : 1
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	N_{pl,Rd} : 1245.46 kN
M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z} : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{pl,Rd,y} : 160.02 kN·m M_{pl,Rd,z} : 30.58 kN·m
Resistencia a pandeo : (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)	
A : Área de la sección bruta.	A : 62.60 cm ²
W_{pl,y}, W_{pl,z} : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	W_{pl,y} : 804.30 cm ³ W_{pl,z} : 153.70 cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : 198.95 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.	$f_{y,\theta}$: 198.95 MPa
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 275.00 MPa
$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{y,\theta}$: 0.72
$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M,\theta}$: 1.00
k_y, k_z : Coeficientes de interacción.		
	k_y	: 1.00
	k_z	: 1.03
$C_{m,y}, C_{m,z}$: 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	: 0.84
	χ_z	: 0.20
$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y$: 0.51
	$\bar{\lambda}_z$: 1.98
α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.	α_y	: 0.60
	α_z	: 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio

(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 para la combinación de acciones $PP+pesocorreas+pesocubierta+0.2 \cdot N1(EI)$.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$0.752 \leq 14.490$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : 7.38 \quad \text{kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : 284.29 \quad \text{kN}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.001 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(180)H2.

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **M_{T,Ed}** : 0.00 kN·m

El momento torsor resistente de cálculo **M_{T,Rd}** viene dado por:

M_{T,Rd} : 2.81 kN·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : 24.48 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 198.95 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **f_{y,θ}** : 198.95 MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 275.00 MPa

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. **k_{y,θ}** : 0.72

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M,θ}** : 1.00

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.026} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N50, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.2·N1(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : 7.38 kN

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **M_{T,Ed}** : 0.00 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **V_{pl,T,Rd}** viene dado por:

V_{pl,T,Rd} : 284.28 kN

Donde:

V_{pl,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **V_{pl,Rd}** : 284.29 kN

τ_{T,Ed}: Tensiones tangenciales por torsión. **τ_{T,Ed}** : 0.01 MPa

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : 24.48 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 198.95 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta}$: 198.95 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta}$: 0.72

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

η < 0.001 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$PP+pesocorreas+pesocubierta+0.2 \cdot N1(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.00 kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : 454.57 \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : 454.58 \text{ kN}$
 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : 0.01 \text{ MPa}$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : 24.48 \text{ cm}^3$
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 198.95 \text{ MPa}$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : 198.95 \text{ MPa}$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00 \text{ MPa}$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : 0.72$

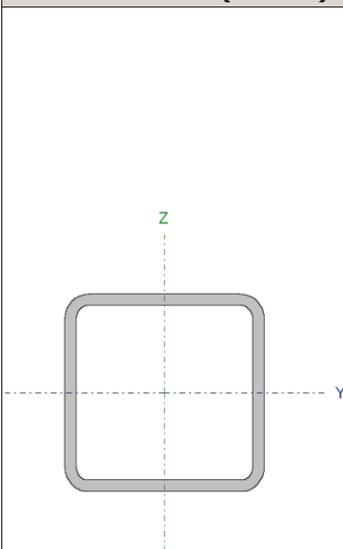
$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

FLECHA	
Maximo	3,160mm
Distancia	2,318m

2.11 CELOSIA

2.11.1 CORDONES SUPERIORES:

Barra N230/N229

Perfil: CC 130x130x8							
Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	N230	N229	1.500	37.35	901.34	901.34	1496.81
	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		4.00	1.00	0.00	0.00	
	L _K		6.000	1.500	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							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 90							
Factor de forma: 132.10 m-1							
Temperatura máx. de la barra: 653.5 °C							
Pintura intumescente: 1.2 mm							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z		M _t V _y
N230/N229	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0 m η = 12.2	x: 0 m η = 74.2	x: 0.938 m η = 5.0	x: 0.938 m η = 0.5	x: 0 m η = 3.5	x: 0 m η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.75 m η = 77.9	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 87.9
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (2) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
N230/N229	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η = 95.0	x: 0.938 m η = 4.2	x: 0.938 m η = 0.4	x: 0 m η = 2.8	x: 0 m η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.75 m η = 98.1	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE η = 98.1
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (2) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.														
Notación: N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión eje Y M _z : Resistencia a flexión eje Z V _z : Resistencia a corte Z V _y : Resistencia a corte Y M _y V _z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _z V _y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _y M _z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede														

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (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.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda} : 1.41$

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 : 1

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

A : 37.35 cm²

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

f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 518.92 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} : 8302.79 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión
respecto al eje Z. $N_{cr,z} : 518.92 \text{ kN}$

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

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta,
respecto al eje Y. $I_y : 901.34 \text{ cm}^4$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta,
respecto al eje Z. $I_z : 901.34 \text{ cm}^4$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme. $I_t : 1496.81 \text{ cm}^4$

I_w : Constante de alabeo de la sección. $I_w : 15.04 \text{ cm}^6$

E : Módulo de elasticidad. $E : 210000 \text{ MPa}$

G : Módulo de elasticidad transversal. $G : 81000 \text{ MPa}$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por
flexión, respecto al eje Y. $L_{ky} : 1.500 \text{ m}$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por
flexión, respecto al eje Z. $L_{kz} : 6.000 \text{ m}$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por
torsión. $L_{kt} : 0.000 \text{ m}$

i_o : Radio de giro polar de la sección bruta,
respecto al centro de torsión. $i_o : 6.95 \text{ cm}$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección
bruta, respecto a los ejes
principales de inercia Y y Z. $i_y : 4.91 \text{ cm}$
 $i_z : 4.91 \text{ cm}$

y₀ , z₀: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y₀** : 0.00 mm
z₀ : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura

ambiente (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$$14.25 \leq 303.39 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>114.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>8.00</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>18.24</u> cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : <u>10.40</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.122} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N230, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot pesocorreas + 0.8 \cdot pesocubierta + 1.5 \cdot v(0)H1$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed} : \underline{119.46}$ kN

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{978.30}$$
 kN

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{37.35}$$
 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90}$$
 MPa

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00}$$
 MPa

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad
del material.

$$\gamma_{Mo} : 1.05$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.257 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.742 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N230, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot pesocorreas + 1.35 \cdot pesocubierta + 1.5 \cdot N1(EI)$.

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

$$N_{c,Ed} : 251.77 \text{ kN}$$

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

$$N_{c,Rd} : 978.30 \text{ kN}$$

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 : <u>1</u>
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.	A : <u>37.35</u> cm ²
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>261.90</u> MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>275.00</u> MPa
γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{Mo} : <u>1.05</u>

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:

$$\mathbf{N_{b,Rd}} : \underline{339.13} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.	A : <u>37.35</u> cm ²
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>261.90</u> MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>275.00</u> MPa
---	--

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

$$\gamma_{M1} : 1.05$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : 0.92$$

$$\chi_z : 0.35$$

Siendo:

$$\phi_y : 0.60$$

$$\phi_z : 1.79$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : 0.49$$

$$\alpha_z : 0.49$$

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

$$\bar{\lambda}_y : 0.35$$

$$\bar{\lambda}_z : 1.41$$

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

$$N_{cr} : 518.92 \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,y} : 8302.79 \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z} : 518.92 \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,T} : \infty$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.050 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.938 m del nudo N230, para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot N1(EI).$$

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{Ed}^+} : 2.34 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.938 m del nudo N230, para la combinación de acciones

$$0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1.$$

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{Ed}^-} : 1.29 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

$$\mathbf{M_{c,Rd}} : 46.85 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\mathbf{Clase} : 1$$

$$\mathbf{W_{pl,y}} : 178.86 \quad \text{cm}^3$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 261.90$ MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00$ MPa

γ_{m0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{m0} : 1.05$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0.005$ ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.938 m del nudo N230, para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot N1(EI).$$

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^+ : 0.22$ kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.938 m del nudo N230, para la combinación de acciones

$$0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1.$$

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 0.12 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : 46.85 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : 178.86 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

γ_{mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{mo} : 1.05$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.035} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N230, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·pesocorreas+1.35·pesocubierta+1.5·N1(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : 9.55 kN

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

V_{c,Rd} : 275.81 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : 18.24 cm²

Siendo:

d: Altura del alma. **d** : 114.00 mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : 8.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 275.00 MPa
γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0}	: 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad \mathbf{14.25 < 64.71}$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.	λ_w	: 14.25
$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.	$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71
ε : Factor de reducción.	ε	: 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.	f_{ref}	: 235.00 MPa
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 275.00 MPa

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N230, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot N1(EI)$.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : 0.91 kN

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

V_{c,Rd} : 289.01 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : 19.11 cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : 37.35 cm²

d: Altura del alma. **d** : 114.00 mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : 8.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 275.00 MPa
γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0}	: 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{b}{t_r} < 70 \cdot \varepsilon \quad \mathbf{16.25 < 64.71}$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.	λ_w	: 16.25
$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.	$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71
ε : Factor de reducción.	ε	: 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.	f_{ref}	: 235.00 MPa
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 275.00 MPa

**Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados -
Temperatura ambiente** (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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.974 \leq 14.058$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot N1(EI).$$

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

$$V_{Ed} : 9.55 \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : 275.81 \text{ kN}$$

**Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados -
Temperatura ambiente** (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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.093 \leq 14.730$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot N1(EI)}.$$

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{0.91} \text{ kN}$$

$$\mathbf{V_{c,Rd}}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad \mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{289.01} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.311} \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.334} \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.779} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.750 m del nudo N230, para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot N1(EI)}.$$

Donde:

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **N_{c,Ed}** : 250.96 kN

M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. **M_{y,Ed}⁺** : 2.32 kN·m
M_{z,Ed}⁺ : 0.22 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** : 1

N_{pl,Rd}: Resistencia a compresión de la sección bruta. **N_{pl,Rd}** : 978.30 kN

M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. **M_{pl,Rd,y}** : 46.85 kN·m
M_{pl,Rd,z} : 46.85 kN·m

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

A: Área de la sección bruta. **A** : 37.35 cm²

W_{pl,y}, W_{pl,z}: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. **W_{pl,y}** : 178.86 cm³
W_{pl,z} : 178.86 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 261.90 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 275.00 MPa

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

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : 1.04

	k_z	: 1.59

$C_{m,y}, C_{m,z}$: 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	: 0.92
	χ_z	: 0.35

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y$: 0.35
	$\bar{\lambda}_z$: 1.41

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.	α_y	: 0.60
	α_z	: 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente

(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 para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot N1(EI)}.$$

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \quad \mathbf{0.974 \leq 14.058}$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo

pésimo.

$$V_{Ed,z} : 9.55 \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{\underline{275.81}} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

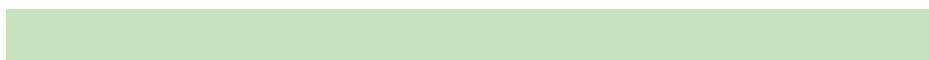
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (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 tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:



$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \mathbf{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N230, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{N_{t,Ed}} : \underline{0.15} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

$$\mathbf{N_{t,Rd}} : \underline{351.50} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$\mathbf{A} : \underline{37.35} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{94.10} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$\mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{94.10} \text{ MPa}$$

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

$$\mathbf{f_y} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{k_{y,\theta}} : \underline{0.34}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta} : 1.00$

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0.222$ ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0.950$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N230, para la combinación de acciones $PP+pesocorreas+pesocubierta+0.2 \cdot N1(EI)$.

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

$N_{c,Ed} : 77.93$ kN

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

$$N_{c,Rd} : \underline{351.50} \text{ kN}$$

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 :** 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 37.35 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 94.10 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **f_{y,θ} :** 94.10 MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 275.00 MPa

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. **k_{y,θ} :** 0.34

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M,θ} :** 1.00

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:

$$N_{b,Rd} : 82.02 \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las
secciones de clase 1, 2 y 3. $A : 37.35 \text{ cm}^2$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 94.10 \text{ MPa}$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido $f_{y,θ} : 94.10 \text{ MPa}$
para la temperatura que
alcanza el perfil.

f_y: Límite elástico.
(CTE DB SE-A,
Tabla 4.1) $f_y : 275.00 \text{ MPa}$

k_{y,θ}: Factor de $k_{y,θ} : 0.34$
reducción del límite
elástico para la
temperatura que
alcanza el perfil.

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de
seguridad del material. $\gamma_{M,θ} : 1.00$

χ: Coeficiente de reducción por
pandeo.

	χ_y	: 0.87
	χ_z	: 0.23
Siendo:		
	ϕ_y	: 0.66
	ϕ_z	: 2.52
α : Coeficiente de imperfección elástica.	α_y	: 0.49
	α_z	: 0.49
$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.		
	$\bar{\lambda}_y$: 0.45
	$\bar{\lambda}_z$: 1.81
$k_{\lambda,\theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{\lambda,\theta}$: 1.28
N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:	N_{cr}	: 518.92 kN
$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	$N_{cr,y}$: 8302.79 kN
$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	$N_{cr,z}$: 518.92 kN
$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	$N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.042} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.938 m del nudo N230, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.2·N1(EI).

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{Ed}^+} : \underline{0.71} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.938 m del nudo N230, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{Ed}^-} : \underline{0.07} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

$$\mathbf{M_{c,Rd}} : \underline{16.83} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$\mathbf{Clase} : \underline{1}$$

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.

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$:** 178.86 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 94.10 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **$f_{y,\theta}$:** 94.10 MPa

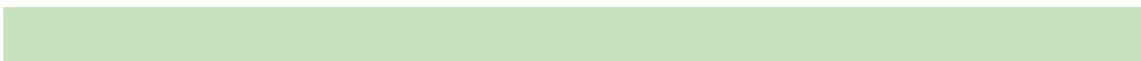
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. **$k_{y,\theta}$:** 0.34

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. **$\gamma_{M,\theta}$:** 1.00

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:



$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.004 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.938 m del nudo N230, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.2·N1(EI).

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{Ed}^+} : 0.07 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.938 m del nudo N230, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{Ed}^-} : 0.01 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

$$\mathbf{M_{c,Rd}} : 16.83 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\mathbf{Clase} : 1$$

W_{pl,z}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$\mathbf{W_{pl,z}} : 178.86 \quad \text{cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : 94.10 \quad \text{MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta}$: 94.10 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta}$: 0.34

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.028 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N230, para la combinación de acciones $PP+pesocorreas+pesocubierta+0.2 \cdot N1(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 2.79 kN

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

$$V_{c,Rd} : \underline{99.10} \text{ kN}$$

Donde:

$$A_v: \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{18.24} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$d: \text{Altura del alma.} \quad d : \underline{114.00} \text{ mm}$$

$$t_w: \text{Espesor del alma.} \quad t_w : \underline{8.00} \text{ mm}$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{94.10} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_{y,\theta}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad f_{y,\theta} : \underline{94.10} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico.

(CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.34}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad \mathbf{14.25 < 64.71}$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{14.25}$$

$$\lambda_{\text{máx}}: \text{Esbeltez máxima.} \quad \lambda_{\text{máx}} : \underline{64.71}$$

$$\varepsilon: \text{Factor de reducción.} \quad \varepsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

$$f_{\text{ref}}: \text{Límite elástico de referencia.} \quad f_{\text{ref}} : \underline{235.00 \text{ MPa}}$$

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{275.00 \text{ MPa}}$$

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.003 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N230, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.2·N1(EI).

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

V_{Ed} : 0.27 kN

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

V_{c,Rd} : 103.84 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

A_v : 19.11 cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta.

A : 37.35 cm²

d: Altura del alma.

d : 114.00 mm

t_w: Espesor del alma.

t_w : 8.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 94.10 MPa

Siendo:

f_{y,θ} : 94.10 MPa

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

f_y : Límite elástico.

(CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : 0.34$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : 1.00$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{b}{t_f} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$16.25 < 64.71$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : 16.25$$

$\lambda_{\text{máx}}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{\text{máx}} : 64.71$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : 0.92$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia. $f_{ref} : 235.00$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00$ MPa

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados -

Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.285 \leq 5.051$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$PP + pesocorreas + pesocubierta + 0.2 \cdot N1(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 2.79$ kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : 99.10$ kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados -**Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.027 \leq 5.293$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.2·N1(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 0.27 \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : 103.84 \text{ kN}$

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : 0.267 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.302 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\gamma_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \mathbf{0.981} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.750 m del nudo N230, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.2·N1(EI).

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : 77.70 kN
M_{y,Ed}, M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed}⁺ : 0.70 kN·m M_{z,Ed}⁺ : 0.07 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 : 1
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	N_{pl,Rd} : 351.50 kN
M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z} : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{pl,Rd,y} : 16.83 kN·m M_{pl,Rd,z} : 16.83 kN·m
Resistencia a pandeo : (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)	
A : Área de la sección bruta.	A : 37.35 cm ²
W_{pl,y}, W_{pl,z} : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	W_{pl,y} : 178.86 cm ³ W_{pl,z} : 178.86 cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : 94.10 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.	$f_{y,\theta}$: 94.10 MPa
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 275.00 MPa
$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{y,\theta}$: 0.34
$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M,\theta}$: 1.00
k_y, k_z: Coeficientes de interacción.		
	k_y	: 1.06
	k_z	: 1.76
$C_{m,y}, C_{m,z}$: 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	: 0.87
	χ_z	: 0.23
$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.		
	$\bar{\lambda}_y$: 0.45
	$\bar{\lambda}_z$: 1.81
α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.		
	α_y	: 0.60
	α_z	: 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio

(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 para la combinación de acciones $PP+pesocorreas+pesocubierta+0.2 \cdot N1(EI)$.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$0.285 \leq 5.051$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : 2.79 \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : 99.10 \text{ kN}$$

FLECHA	
Maximo	35mm
Distancia	11m

2.11.2 CORDONES INFERIORES

Barra N244/N243

Perfil: CC 130x130x6 Material: Acero (S275)							
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N244	N243	3.000	28.81	724.30	724.30	1172.59	
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	3.000	3.000	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							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 60 Factor de forma: 173.55 m-1 Temperatura máx. de la barra: 696.5 °C Pintura intumescente: 0.8 mm							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado		
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t		M _t V _z	M _t V _y
N244/N243	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 3 m η = 48.9	x: 0 m η = 35.5	x: 1.714 m η = 3.5	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 0.2	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	η < 0.1	N.P. ⁽³⁾	x: 1.714 m η = 52.4	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE η = 72.4
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (2) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (3) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (4) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (5) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado	
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y		
N244/N243	x: 3 m η = 60.3	x: 0 m η = 6.6	x: 1.5 m η = 4.9	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 0.6	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	η < 0.1	N.P. ⁽³⁾	x: 1.5 m η = 65.1	η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE η = 65.1	
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (2) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (3) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (4) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (5) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.															

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
Notación: N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión eje Y M _z : Resistencia a flexión eje Z V _z : Resistencia a corte Z V _y : Resistencia a corte Y M _y V _z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _z V _y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _y M _z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede														

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (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.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda} : 0.79$

✓

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 : 1

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

A : 28.81 cm²

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

f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 1667.99 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} : 1667.99 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : 1667.99 \text{ kN}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : 724.30 \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : 724.30 \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : 1172.59 \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : 8.38 \text{ cm}^6$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : 210000 \text{ MPa}$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : 81000 \text{ MPa}$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : 3.000 \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : 3.000 \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : 0.000 \text{ m}$$

i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_o : 7.09 \text{ cm}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : 5.01 \text{ cm}$$

$$i_z : 5.01 \text{ cm}$$

$$y_o : 0.00 \text{ mm}$$

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. **z_0** : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura

ambiente (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}} \quad 19.67 \leq 308.67 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w: Altura del alma.	h_w : <u>118.00</u> mm
t_w: Espesor del alma.	t_w : <u>6.00</u> mm
A_w: Área del alma.	A_w : <u>14.16</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>7.80</u> cm ²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E: Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.489} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N243, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot pesocorreas + 1.35 \cdot pesocubierta + 1.5 \cdot N1(EI)$.

$$\mathbf{N_{t,Ed}}: \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{N_{t,Ed}} : \underline{368.68 \text{ kN}}$$

La resistencia de cálculo a tracción $\mathbf{N_{t,Rd}}$ viene dada por:

$$\mathbf{N_{t,Rd}} : \underline{754.58 \text{ kN}}$$

Donde:

$$\mathbf{A}: \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} \quad \mathbf{A} : \underline{28.81 \text{ cm}^2}$$

$$\mathbf{f_{yd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f_{yd}} : \underline{261.90 \text{ MPa}}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_y}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_y} : \underline{275.00 \text{ MPa}}$$

$$\mathbf{\gamma_{M0}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma_{M0}} : \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : 0.260 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1 \quad \eta : 0.355 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N244, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot pesocorreas + 0.8 \cdot pesocubierta + 1.5 \cdot v(0)H1$.

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{N_{c,Ed}} : 196.07 \text{ kN}$$

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

$$\mathbf{N_{c,Rd}} : 754.58 \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{Clase} : 1$$

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.

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

$$\mathbf{A} : 28.81 \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : 261.90 \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$\mathbf{f_y} : 275.00 \text{ MPa}$$

γ_{mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma_{mo}} : 1.05$$

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:

$$\mathbf{N_{b,Rd}} : 551.87 \text{ kN}$$

Donde:

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

$$\mathbf{A} : 28.81 \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : 261.90 \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$\mathbf{f_y} : 275.00 \text{ MPa}$$

γ_{m1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma_{m1}} : 1.05$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : 0.73$$

$$\chi_z : 0.73$$

Siendo:

$$\phi_y : 0.86$$

$$\phi_z : 0.86$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : 0.49$$

$$\alpha_z : 0.49$$

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

$$\bar{\lambda}_y : 0.69$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.69$$

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

$$N_{cr} : 1667.99 \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,y} : 1667.99 \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z} : 1667.99 \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,T} : \infty$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.035 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.714 m del nudo N244, para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot N1(EI).$$

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 1.27 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.714 m del nudo N244, para la combinación de acciones

$$0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1.$$

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 0.53 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : 36.27 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 138.49 \quad \text{cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 261.90 \quad \text{MPa}$$

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.002** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N244, para la combinación de acciones

$1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot N1(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.49 kN

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

$$V_{c,Rd} : 214.11 \text{ kN}$$

Donde:

$$A_v: \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : 14.16 \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$d: \text{Altura del alma.} \quad d : 118.00 \text{ mm}$$

$$t_w: \text{Espesor del alma.} \quad t_w : 6.00 \text{ mm}$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{m0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{m0} : 1.05$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 19.67 < 64.71$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : 19.67$$

$\lambda_{\text{máx}}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{\text{máx}}$: 64.71

ε : Factor de reducción.

ε : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 235.00 MPa

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

f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 $V_{\text{c,Rd}}$.

$$V_{\text{Ed}} \leq \frac{V_{\text{c,Rd}}}{2}$$

$$0.050 \leq 10.913$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot N1(EI).$$

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 0.49$ kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : 214.11$ kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados -

Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : 0.524 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{M_{ef,Ed}}{M_{b,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta < 0.001 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.714 m del nudo N244, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot N1(EI)$.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	$N_{t,Ed}$: 368.64 kN
$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^+$: 1.27 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 : 1
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.	$N_{pl,Rd}$: 754.58 kN
$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y}$: 36.27 kN·m
	$M_{pl,Rd,z}$: 36.27 kN·m
Resistencia a pandeo : (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)	
$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.	$M_{ef,Ed}$: 0.00 kN·m

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.	$\sigma_{com,Ed}$: 0.00 MPa
$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.	$W_{y,com}$: 138.49 cm ³
A : Área de la sección bruta.	A : 28.81 cm ²
$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.	$M_{b,Rd,y}$: 36.27 kN·m

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente

(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 para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot N1(EI).$$

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$0.050 \leq 10.913$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : 0.49 \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : 214.11 \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : 0.603 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N243, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.2·N1(EI).

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$: 114.09 kN

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

$N_{t,Rd}$: 189.27 kN

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 28.81 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 65.69 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : 65.69$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00$ MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : 0.24$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : 0.039 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1 \quad \eta : 0.066 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N244, para la combinación de acciones

$$\underline{PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5\cdot v(0)H1.}$$

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{N_{c,Ed}} : \underline{7.34} \quad \text{kN}$$

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

$$\mathbf{N_{c,Rd}} : \underline{189.27} \quad \text{kN}$$

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.

$$\mathbf{Clase} : \underline{1}$$

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

$$\mathbf{A} : \underline{28.81} \quad \text{cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{65.69} \quad \text{MPa}$$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$\mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{65.69} \quad \text{MPa}$$

f_y : Límite elástico.

(CTE DB SE-A,

Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de $k_{y,\theta}$: 0.24

reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

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:

$N_{b,Rd}$: 111.90 kN

Donde:

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

A : 28.81 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 65.69 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,\theta}$: 65.69 MPa

f_y : Límite elástico.

(CTE DB SE-A,

Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : 0.24$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : 1.00$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : 0.59$$

$$\chi_z : 0.59$$

Siendo:

$$\phi_y : 1.09$$

$$\phi_z : 1.09$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : 0.49$$

$$\alpha_z : 0.49$$

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

$$\bar{\lambda}_y : 0.91$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.91$$

$k_{\lambda,\theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,\theta} : 1.33$$

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

$$N_{cr} : 1667.99 \text{ kN}$$

N_{cr,y} : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	N_{cr,y} : 1667.99 kN
N_{cr,z} : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	N_{cr,z} : 1667.99 kN
N_{cr,T} : Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	N_{cr,T} : ∞

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.049 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.500 m del nudo N244, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.2·N1(EI).

$$\mathbf{M_{Ed}^+}$$
: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{Ed}^+} : 0.44 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Para flexión negativa:

$$\mathbf{M_{Ed}^-}$$
: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{Ed}^-} : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

$$M_{c,Rd} : 9.10 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 138.49 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 65.69 \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : 65.69 \text{ MPa}$$

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

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : 0.24$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : 1.00$$

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.006 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N244, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.2·N1(EI).

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

V_{Ed} : 0.34 kN

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

V_{c,Rd} : 53.71 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

A_v : 14.16 cm²

Siendo:

d: Altura del alma. **d** : 118.00 mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : 6.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 65.69 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido **f_{y,θ}** : 65.69 MPa

para la temperatura que
alcanza el perfil.

f_y: Límite elástico.

(CTE DB SE-A,

Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

k_{y,θ}: Factor de
reducción del límite
elástico para la
temperatura que
alcanza el perfil.

k_{y,θ} : 0.24

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de
seguridad del material.

γ_{M,θ} : 1.00

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$19.67 < 64.71$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{19.67}$$

$$\lambda_{\text{máx}}: \text{Esbeltez máxima.} \quad \lambda_{\text{máx}} : \underline{64.71}$$

$$\varepsilon: \text{Factor de reducción.} \quad \varepsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_{ref}}: \text{Límite elástico de referencia.} \quad \mathbf{f_{ref}} : \underline{235.00 \text{ MPa}}$$

$$\mathbf{f_y}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_y} : \underline{275.00 \text{ MPa}}$$

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.035 \leq 2.737$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$PP + pesocorreas + pesocubierta + 0.2 \cdot N1(EI).$$

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : 0.34 \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{c,Rd} : 53.71 \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados -

Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : 0.651 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{M_{ef,Ed}}{M_{b,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta < 0.001 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.500 m del nudo N244, para la combinación de acciones

$$\underline{PP+pesocorreas+pesocubierta+0.2\cdot N1(EI)}.$$

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	$N_{t,Ed}$: 114.06 kN
$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^+$: 0.44 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 : 1
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.	$N_{pl,Rd}$: 189.27 kN
$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y}$: 9.10 kN·m
	$M_{pl,Rd,z}$: 9.10 kN·m
Resistencia a pandeo : (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)	
$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.	$M_{ef,Ed}$: 0.00 kN·m

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.	$\sigma_{com,Ed}$: 0.00 MPa
$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.	$W_{y,com}$: 138.49 cm ³
A : Área de la sección bruta.	A : 28.81 cm ²
$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.	$M_{b,Rd,y}$: 9.10 kN·m

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio

(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 para la combinación de acciones $PP+pesocorreas+pesocubierta+0.2 \cdot N1(EI)$.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$0.035 \leq 2.737$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : 0.34 \text{ kN}$$

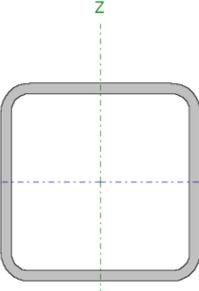
$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : 53.71 \text{ kN}$$

FLECHA	
Maximo	26,48mm
Distancia	11

2.11.3 MONTANTES

Barra N246/N239

Perfil: CC 70x70x4 Material: Acero (S275)							
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N246	N239	1.750	10.00	70.02	70.02	118.54	
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	1.750	1.750	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							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 90 Factor de forma: 263.48 m-1 Temperatura máx. de la barra: 682.0 °C Pintura intumescente: 2.2 mm							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
N246/N239	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	N.P. ⁽¹⁾	x: 1.75 m η = 6.9	x: 0 m η = 11.5	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾	CUMPLE η = 81.5
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector que comprima un ala, de forma que se pueda desarrollar el fenómeno de abolladura del alma inducida por el ala comprimida. (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) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (6) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (7) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (8) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO															Estado
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y			
N246/N239	x: 1.75 m η = 4.2	x: 0 m η = 14.9	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE η = 44.9		
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (2) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (3) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (4) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (5) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (6) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (7) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO												Estado
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	
Notación: N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión eje Y M _z : Resistencia a flexión eje Z V _z : Resistencia a corte Z V _y : Resistencia a corte Y M _y V _z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _z V _y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _y M _z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede													

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (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.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda} : 0.76$

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 : <u>1</u> |
| A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. | A : <u>10.00</u> cm ² |
| f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) | f_y : <u>275.00</u> MPa |
| N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. | N_{cr} : <u>473.90</u> 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} : <u>473.90</u> kN |
|---|--|

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z} : 473.90 \text{ kN}$

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

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $I_y : 70.02 \text{ cm}^4$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $I_z : 70.02 \text{ cm}^4$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme. $I_t : 118.54 \text{ cm}^4$

I_w : Constante de alabeo de la sección. $I_w : 0.43 \text{ cm}^6$

E : Módulo de elasticidad. $E : 210000 \text{ MPa}$

G : Módulo de elasticidad transversal. $G : 81000 \text{ MPa}$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. $L_{ky} : 1.750 \text{ m}$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. $L_{kz} : 1.750 \text{ m}$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión. $L_{kt} : 0.000 \text{ m}$

i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. $i_o : 3.74 \text{ cm}$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. $i_y : 2.65 \text{ cm}$

$i_z : 2.65 \text{ cm}$

y_o , z_o: 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_o** : 0.00 mm
z_o : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura

ambiente (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector que comprima un ala, de forma que se pueda desarrollar el fenómeno de abolladura del alma inducida por el ala comprimida.

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : 0.69 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N239, para la combinación de acciones

$0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(180)H1.$

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **N_{t,Ed}** : 18.07 kN

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

$$N_{t,Rd} : 261.85 \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : 10.00 \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

γ_{m0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{m0} : 1.05$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \frac{0.07}{9} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \frac{0.11}{5} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N246, para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 0.9 \cdot V(180)H2 + 1.5 \cdot N1(EI)}.$$

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

$$N_{c,Ed} : 20.57 \text{ kN}$$

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

$$N_{c,Rd} : \frac{261.8}{5} \text{ kN}$$

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.

Clas

$$e : 1$$

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

cm

$$A : 10.00 \text{ cm}^2$$

$$261.9 \text{ MP}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 0 \text{ a}$$

Siendo:

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

$$275.0 \text{ MP}$$

$$f_y : 0 \text{ a}$$

γ_{m0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{m0} : 1.05$$

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:

$$\mathbf{N}_{b,R} \quad 179.6$$

$$d \quad : \quad 8 \quad \text{kN}$$

Donde:

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

$$\mathbf{A} \quad : \quad 10.00 \quad \text{cm}^2$$

$$261.9 \quad \text{MP}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f}_{yd} \quad : \quad 0 \quad \text{a}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) 275.0 MP

$$\mathbf{f}_y \quad : \quad 0 \quad \text{a}$$

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

$$\mathbf{\gamma}_{M1} \quad : \quad 1.05$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\mathbf{\chi}_y \quad : \quad 0.69$$

$$\mathbf{\chi}_z \quad : \quad 0.69$$

Siendo:

$$\mathbf{\phi}_y \quad : \quad 0.93$$

$$\mathbf{\phi}_z \quad : \quad 0.93$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\mathbf{\alpha}_y \quad : \quad 0.49$$

$$\mathbf{\alpha}_z \quad : \quad 0.49$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\mathbf{\bar{\lambda}}_y \quad : \quad 0.76$$

$$\mathbf{\bar{\lambda}}_z \quad : \quad 0.76$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:	473.9
	$N_{cr} : 0 \quad \text{kN}$
$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	473.9
	$N_{cr,y} : 0 \quad \text{kN}$
$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	473.9
	$N_{cr,z} : 0 \quad \text{kN}$
$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	$N_{cr,T} : \infty$

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

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

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

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

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

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

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

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

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

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

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : 0.042 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N239, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(180)H1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$: 3.15 kN

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

$N_{t,Rd}$: 75.15 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 10.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 75.16 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **f_{y,θ}** : 75.16 MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 275.00 MPa

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. **k_{y,θ}** : 0.27

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M,θ}** : 1.00

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.081 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.149 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N246, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.2·N1(EI).

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{N_{c,Ed}} : 6.06 \quad \text{kN}$$

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

$$\mathbf{N_{c,Rd}} : 75.15 \quad \text{kN}$$

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.

$$\mathbf{Clase} : 1$$

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

$$\mathbf{A} : 10.00 \quad \text{cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : 75.16 \quad \text{MPa}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_{y,0}} : 75.16 \quad \text{MPa}$$

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

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

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : 0.27$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : 1.00$$

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:

$$N_{b,Rd} : 40.60 \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : 10.00 \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 75.16 \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : 75.16 \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico.

(CTE DB SE-A,

Tabla 4.1)

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : 0.27$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : 1.00$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : 0.54$$

$$\chi_z : 0.54$$

Siendo:

$$\phi_y : 1.20$$

$$\phi_z : 1.20$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : 0.49$$

$$\alpha_z : 0.49$$

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

$$\bar{\lambda}_y : 1.00$$

$$\bar{\lambda}_z : 1.00$$

$k_{\lambda,\theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,\theta} : 1.31$$

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

$$\mathbf{N_{cr}} : 473.90 \text{ kN}$$

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

$$\mathbf{N_{cr,y}} : 473.90 \text{ kN}$$

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

$$\mathbf{N_{cr,z}} : 473.90 \text{ kN}$$

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

$$\mathbf{N_{cr,T}} : \infty$$

FLECHA	
Maximo	0
Distancia	0

2.11.4 DIAGONAL

Barra N241/N230

Perfil: CC 70x70x4 Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N241	N230	2.194	10.00	70.02	70.02	118.54
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	0.00	
L _K	2.194	2.194	0.000	0.000	0.000	
C _m	1.000	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						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 90 Factor de forma: 263.48 m-1 Temperatura máx. de la barra: 682.0 °C Pintura intumescente: 2.2 mm						

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado		
	λ̄	λ _w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t		M _t V _z	M _t V _y
N241/N230	λ̄ < 2.0 Cumple	x: 0.219 m λ _w ≤ λ _{w,máx} Cumple	x: 2.194 m η = 15.3	x: 0 m η = 53.8	x: 1.097 m η = 0.6	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 0.1	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.219 m η < 0.1	N.P. ⁽³⁾	x: 1.097 m η = 54.6	x: 0.219 m η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE η = 54.6
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (2) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (3) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (4) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (5) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado	
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y		
N241/N230	x: 2.194 m η = 1.3	x: 0 m η = 80.0	x: 1.097 m η = 1.6	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m η = 0.3	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.219 m η < 0.1	N.P. ⁽³⁾	x: 1.097 m η = 82.4	x: 0.219 m η < 0.1	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE η = 82.4	
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (2) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (3) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (4) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (5) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.															
Notación: N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión eje Y M _z : Resistencia a flexión eje Z V _z : Resistencia a corte Z V _y : Resistencia a corte Y M _y V _z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _z V _y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _y M _z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede															

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (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.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda} : \underline{0.96} \quad \checkmark$$

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 : <u>1</u>
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.	A : <u>10.00</u> cm ²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>275.00</u> MPa
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.	N_{cr} : <u>301.43</u> 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} : <u>301.43</u> kN
b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	N_{cr,z} : <u>301.43</u> kN
c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	N_{cr,T} : <u>∞</u>

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y	: 70.02	cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z	: 70.02	cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t	: 118.54	cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w	: 0.43	cm ⁶
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}	: 2.194	m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz}	: 2.194	m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt}	: 0.000	m
i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_o	: 3.74	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	: 2.65	cm
	i_z	: 2.65	cm
y_o , z_o : 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_o	: 0.00	mm
	z_o	: 0.00	mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura

ambiente (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$$15.50 \leq 304.91 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : 62.00 mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : 4.00 mm
A_w : Área del alma.	A_w : 4.96 cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : 2.80 cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : 0.30
E : Módulo de elasticidad.	E : 210000 MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : 275.00 MPa
Siendo:	

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.153 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N230, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot pesocorreas + 0.8 \cdot pesocubierta + 1.5 \cdot v(0)H1$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed} : 40.19$ kN

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$N_{t,Rd} : 261.85$ kN

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra. $A : 10.00$ cm²
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 261.90$ MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00$ MPa
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : 1.05$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.305 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.538 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N241, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot N1(EI)$.

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

$$N_{c,Ed} : 79.78 \text{ kN}$$

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

$$N_{c,Rd} : 261.85 \text{ kN}$$

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** : 1

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

$$A : 10.00 \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 275.00 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:

$$N_{b,Rd} : 148.32 \text{ kN}$$

Donde:

A : Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.	A	: 10.00 cm ²
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd}	: 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 275.00 MPa
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1}	: 1.05

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : 0.57$$

$$\chi_z : 0.57$$

Siendo:

$$\phi_y : 1.14$$

$$\phi_z : 1.14$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.	α_y	: 0.49
	α_z	: 0.49
$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.	$\bar{\lambda}_y$: 0.96
	$\bar{\lambda}_z$: 0.96
N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:	N_{cr}	: 301.43 kN
N_{cr,y} : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	N_{cr,y}	: 301.43 kN
N_{cr,z} : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	N_{cr,z}	: 301.43 kN
N_{cr,T} : Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	N_{cr,T}	: ∞

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.006 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.097 m del nudo N241, para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta.}}$$

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{6.85} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{26.17} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{m0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{m0} : \underline{1.05}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N241, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot pesocorreas + 0.8 \cdot pesocubierta$.

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

V_{Ed} : 0.08 kN

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

$V_{c,Rd}$: 75.00 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 4.96 cm²

Siendo:

d: Altura del alma. **d** : 62.00 mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : 4.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 261.90 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 275.00 MPa

γ_{m0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{m0}** : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad \mathbf{15.50 < 64.71}$$

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : 15.50

λ_{máx}: Esbeltez máxima. **λ_{máx}** : 64.71

ε: Factor de reducción. **ε** : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.	f_{ref}	: 235.00 MPa
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 275.00 MPa

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.006 \leq 3.823$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.219 m del nudo N241, para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta}$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	V_{Ed}	: 0.06 kN
---	----------	-----------

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd}$: 75.00 kN
---	------------	------------

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.311} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.546} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.543} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.097 m del nudo N241, para la combinación de acciones

1.35·PP+1.35·pesocorreas+1.35·pesocubierta+1.5·N1(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	$N_{c,Ed}$: 79.70 kN
$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed^+} : 0.04 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 : 1
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd}$: 261.85 kN
$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y}$: 6.85 kN·m
	$M_{pl,Rd,z}$: 6.85 kN·m
Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)	
A : Área de la sección bruta.	A : 10.00 cm ²
$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{pl,y}$: 26.17 cm ³
	$W_{pl,z}$: 26.17 cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : 275.00 MPa
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} : 1.05

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : 1.41$$

$$k_z : 1.41$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: 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	: 0.57
	χ_z	: 0.57
$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y$: 0.96
	$\bar{\lambda}_z$: 0.96
α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.	α_y	: 0.60
	α_z	: 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente

(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 un punto situado a una distancia de 0.219 m del nudo N241, para la combinación de acciones

$1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot pesocorreas + 0.8 \cdot pesocubierta$.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$0.006 \leq 3.823$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : 0.06 \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : 75.00 \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.013 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N230, para la combinación de acciones

$PP + \text{pesocorreas} + \text{pesocubierta} + 0.5 \cdot v(0)H1$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{1.01} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{75.15} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{10.00} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{75.16} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{75.16} \text{ MPa}$$

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$k_{y,\theta} : \underline{0.27}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta} : 1.00$

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0.327$ ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0.800$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N241, para la combinación de acciones

$PP + pesocorreas + pesocubierta + 0.2 \cdot N1(EI)$.

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

$N_{c,Ed} : 24.59 \text{ kN}$

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

$$N_{c,Rd} : \underline{75.15} \text{ kN}$$

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 :** 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 10.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 75.16 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **f_{y,θ} :** 75.16 MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 275.00 MPa

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. **k_{y,θ} :** 0.27

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M,θ} :** 1.00

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:

$$N_{b,Rd} : 30.76 \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.	A	: 10.00 cm ²
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd}	: 75.16 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.	f_{y,θ}	: 75.16 MPa
---	------------------------	-------------

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 275.00 MPa
---	----------------------	--------------

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	k_{y,θ}	: 0.27
--	------------------------	--------

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M,θ}	: 1.00
--	------------------------	--------

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

	χ_y	: 0.41
	χ_z	: 0.41
Siendo:		
	ϕ_y	: 1.54
	ϕ_z	: 1.54
α : Coeficiente de imperfección elástica.	α_y	: 0.49
	α_z	: 0.49
$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.		
	$\bar{\lambda}_y$: 1.25
	$\bar{\lambda}_z$: 1.25
$k_{\lambda,\theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{\lambda,\theta}$: 1.31
N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:	N_{cr}	: 301.43 kN
$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	$N_{cr,y}$: 301.43 kN
$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	$N_{cr,z}$: 301.43 kN
$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	$N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.016 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.097 m del nudo N241, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta.

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{Ed}^+} : 0.03 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{Ed}^-} : 0.00 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

$$\mathbf{M_{c,Rd}} : 1.97 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\mathbf{Clase} : 1$$

$$\mathbf{W_{pl,y}} : 26.17 \quad \text{cm}^3$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 75.16 \text{ MPa}$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : 75.16 \text{ MPa}$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00 \text{ MPa}$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : 0.27$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.003 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N241, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta.

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

$$\mathbf{V_{Ed}} : 0.06 \text{ kN}$$

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

$$\mathbf{V_{c,Rd}} : 21.52 \text{ kN}$$

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

$$\mathbf{A_v} : 4.96 \text{ cm}^2$$

Siendo:

d: Altura del alma.

$$\mathbf{d} : 62.00 \text{ mm}$$

t_w: Espesor del alma.

$$\mathbf{t_w} : 4.00 \text{ mm}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : 75.16 \text{ MPa}$$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$\mathbf{f_{y,\theta}} : 75.16 \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico.

(CTE DB SE-A,

Tabla 4.1)

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : 0.27$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : 1.00$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$15.50 < 64.71$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : 15.50$$

$\lambda_{\text{máx}}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{\text{máx}} : 64.71$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : 0.92$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.	f_{ref}	: 235.00 MPa
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 275.00 MPa

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.005 \leq 1.097$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.219 m del nudo N241, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	V_{Ed}	: 0.05 kN
---	----------	-----------

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd}$: 21.52 kN
---	------------	------------

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados -**Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : 0.342 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : 0.824 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : 0.813 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.097 m del nudo N241, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.2·N1(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : 24.53 kN
 $M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. **$M_{y,Ed}^+$** : 0.03 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** : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. **$N_{pl,Rd}$** : 75.15 kN
 $M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. **$M_{pl,Rd,y}$** : 1.97 kN·m
 $M_{pl,Rd,z}$: 1.97 kN·m

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

A: Área de la sección bruta. **A** : 10.00 cm²
 $W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. **$W_{pl,y}$** : 26.17 cm³
 $W_{pl,z}$: 26.17 cm³
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 75.16 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **$f_{y,\theta}$** : 75.16 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. **$k_{y,\theta}$** : 0.27

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. **$\gamma_{M,\theta}$** : 1.00

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

	k_y	: 1.64
	k_z	: 1.64
$C_{m,y}, C_{m,z}$: 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	: 0.41
	χ_z	: 0.41
$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y$: 1.25
	$\bar{\lambda}_z$: 1.25
α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.	α_y	: 0.60
	α_z	: 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio

(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 un punto situado a una distancia de 0.219 m del nudo N241, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$0.005 \leq 1.097$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : 0.05 \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : 21.52 \text{ kN}$$

FLECHA	
Maximo	0,235mm
Distancia	1,034m

2.12 PILAR EDIFICIO AUXILIAR

Barra N411/N362

Perfil: HE 240 B Material: Acero (S275)						
Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas				
		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N411	N362	6.500	106.00	11260.00	3923.00	102.70
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	0.70	0.56	0.00	0.00		
L _K	4.550	3.613	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						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 60 Factor de forma: 138.94 m-1 Temperatura máx. de la barra: 627.0 °C Pintura intumescente: 0.8 mm						

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z		M _t V _y
N411/N362	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 6.5 m $\eta = 1.5$	x: 0 m $\eta = 4.6$	x: 0 m $\eta = 26.7$	x: 0 m $\eta = 27.2$	x: 0 m $\eta = 9.7$	x: 0 m $\eta = 2.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 53.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 8.7$	x: 0 m $\eta = 2.3$	CUMPLE $\eta = 83.8$

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														Estado
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y		
N411/N362	x: 6.5 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 5.8$	x: 0 m $\eta = 17.6$	x: 0 m $\eta = 21.7$	x: 0 m $\eta = 6.2$	x: 0 m $\eta = 1.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 41.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.9$	$\eta = 2.7$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 41.1$	
Notación: N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión eje Y M _z : Resistencia a flexión eje Z V _z : Resistencia a corte Z V _y : Resistencia a corte Y M _y V _z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _z V _y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _y M _z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η : Coeficiente de aprovechamiento (%)															

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (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.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda} : 0.85$ ✓

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 : 1

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

A : 106.00 cm²

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

f_y : 265.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 3927.51 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} : 17878.74 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 3927.51 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	: 11260.00	cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z	: 3923.00	cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t	: 102.70	cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w	: 486900.00	cm ⁶
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}	: 3.613	m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz}	: 4.550	m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt}	: 0.000	m
i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_o	: 11.97	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	: 10.31	cm
	i_z	: 6.08	cm
y_o , z_o : 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_o	: 0.00	mm
	z_o	: 0.00	mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura

ambiente (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$$120.60 \leq 168.93 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w: Altura del alma.

$$h_w : 206.00 \text{ mm}$$

t_w: Espesor del alma.

$$t_w : 10.00 \text{ mm}$$

A_w: Área del alma.

$$A_w : 20.60 \text{ cm}^2$$

A_{fc,ef}: Área reducida del ala comprimida.

$$A_{fc,ef} : 40.80 \text{ cm}^2$$

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$k : 0.30$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : 210000 \text{ MPa}$$

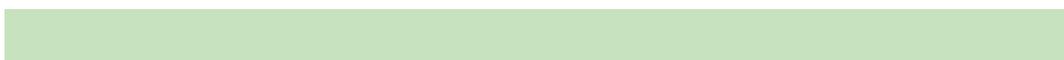
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$f_{yf} : 265.00 \text{ MPa}$$

Siendo:

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

Se debe satisfacer:



$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.015$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N362, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(90)H1$.

$$N_{t,Ed}: \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. } N_{t,Ed} : 41.35 \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : 2675.24 \text{ kN}$$

Donde:

$$A: \text{Área bruta de la sección transversal de la barra. } A : 106.00 \text{ cm}^2$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero. } f_{yd} : 252.38 \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : 265.00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material. } \gamma_{M0} : 1.05$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.029} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.046} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N411, para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot N1(EI)}$$

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$\underline{N_{c,Ed} : 78.23 \quad \text{kN}}$$

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

$$\underline{N_{c,Rd} : 2675.24 \quad \text{kN}}$$

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** : 1

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

$$\underline{A : 106.00 \quad \text{cm}^2}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\underline{f_{yd} : 252.38 \quad \text{MPa}}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 265.00	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:

$$N_{b,Rd} : 1694.78 \text{ kN}$$

Donde:

A : Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.	A	: 106.00	cm ²
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd}	: 252.38	MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 265.00	MPa
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1}	: 1.05	

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : 0.93$$

$$\chi_z : 0.63$$

Siendo:

$$\phi_y : 0.61$$

$$\phi_z : 1.02$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.	α_y : 0.34
	α_z : 0.49
$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.	
	$\bar{\lambda}_y$: 0.40
	$\bar{\lambda}_z$: 0.85
N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:	N_{cr} : 3927.51 kN
$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	$N_{cr,y}$: 17878.74 kN
$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	$N_{cr,z}$: 3927.51 kN
$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	$N_{cr,T}$: ∞

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.267 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N411,
para la combinación de acciones

$$\underline{0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1.}$$

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 71.00 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N411,
para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(90)H1 + 0.75 \cdot N1(EI).}$$

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 44.52 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : 265.76 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 1053.00 \quad \text{cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 252.38 \quad \text{MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : 265.00 \quad \text{MPa}$$

γ_{m0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{m0} : 1.05$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.272} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N411, para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1 + 0.75 \cdot N1(EI)}$$

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{34.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{125.79} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$Clase : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{498.40} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.097** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N411, para la combinación de acciones

$0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot pesocorreas + 0.8 \cdot pesocubierta + 1.5 \cdot V(270)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 34.01 kN

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

$V_{c,Rd}$: 349.71 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. A_v : 24.00 cm²

Siendo:

h : Canto de la sección. h : 240.00 mm

$$t_w: \text{Espesor del alma.} \quad t_w : \underline{10.00} \text{ mm}$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{m0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{m0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad \mathbf{20.60 < 65.92}$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{20.60}$$

$$\lambda_{\text{máx}}: \text{Esbeltez máxima.} \quad \lambda_{\text{máx}} : \underline{65.92}$$

$$\varepsilon: \text{Factor de reducción.} \quad \varepsilon : \underline{0.94}$$

Siendo:

$$f_{\text{ref}}: \text{Límite elástico de referencia.} \quad f_{\text{ref}} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 MPa

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.63



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N411, para la combinación de acciones

$1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1 + 0.75 \cdot N1(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 29.08 kN

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

$V_{c,Rd}$: 1244.38 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. A_v : 85.40 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta. A : 106.00 cm²

d : Altura del alma. d : 206.00 mm

t_w : Espesor del alma. t_w : 10.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 252.38$ MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 265.00$ MPa

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

**Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados -
Temperatura ambiente** (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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$13.467 \leq 17.824$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1.$$

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 34.01$ kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : 349.71$ kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$2.965 \leq 63.424$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1 + 0.75 \cdot N1(EI).$$

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

$$V_{Ed} : 29.08 \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : 1244.38 \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : 0.538$$



$$\eta = \frac{M_{ef,Ed}}{M_{b,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : 0.536$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N411, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot pesocorreas + 0.8 \cdot pesocubierta + 1.5 \cdot V(270)H1$.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	$N_{t,Ed}$: 2.84 kN
$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^+$: 71.00 kN·m $M_{z,Ed}^+$: 33.97 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 : 1
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.	$N_{pl,Rd}$: 2675.24 kN
$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y}$: 265.76 kN·m $M_{pl,Rd,z}$: 125.79 kN·m
Resistencia a pandeo : (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)	
$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.	$M_{ef,Ed}$: 70.78 kN·m

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.	$\sigma_{com,Ed}$: 67.22 MPa
$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.	$W_{y,com}$: 1053.00 cm ³
A : Área de la sección bruta.	A : 106.00 cm ²
$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.	$M_{b,Rd,y}$: 265.76 kN·m

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente

(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 para la combinación de acciones
 $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1$.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \quad \mathbf{3.467 \leq 17.824}$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : 34.01 \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : 349.71 \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 2 \quad \begin{matrix} 0.01 \\ \checkmark \end{matrix}$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

$$\underline{0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(90)H1 + 0.75 \cdot N1(EI)}$$

$$\mathbf{M_{T,Ed}}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad \begin{matrix} \mathbf{M_{T,E}} & \text{kN} \cdot \\ \mathbf{d} & : 0.10 \text{ m} \end{matrix}$$

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$$\begin{matrix} \mathbf{M_{T,R}} & \text{kN} \cdot \\ \mathbf{d} & : 8.80 \text{ m} \end{matrix}$$

Donde:

$$\mathbf{W_T}: \text{Módulo de resistencia a torsión.} \quad \begin{matrix} \mathbf{W_T} & : 60.41 \text{ cm}^3 \\ & \underline{252.3} \end{matrix}$$

$$\mathbf{f_{yd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \begin{matrix} \mathbf{f_{yd}} & : 8 \text{ MPa} \\ & \underline{\quad} \end{matrix}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_y}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \begin{matrix} & 265.0 \\ \mathbf{f_y} & : 0 \text{ MPa} \\ & \underline{\quad} \end{matrix}$$

$$\mathbf{\gamma_{m0}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \begin{matrix} \mathbf{\gamma_{m0}} & : 1.05 \\ & \underline{\quad} \end{matrix}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

η : 7 **0.08** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N411, para la combinación de acciones

$1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1 + 0.75 \cdot N2(R)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 3 kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: 0.01 m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: 349. kN

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed}$: 0.15 MPa

Siendo:

	60.4
W_T : Módulo de resistencia a torsión.	W_T : 1 <u>cm³</u>
	252.
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : 38 <u>MPa</u>

Siendo:

	265.
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : 00 <u>MPa</u>
γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{Mo} : 1.05 <u></u>

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.023 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N411, para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1 + 0.75 \cdot N2(R)}.$$

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	V_{Ed} : 29.07 <u>kN</u>
--	---

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : 0.01$ m kN·

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$\frac{V_{pl,T} \quad 1243.}{Rd \quad : \quad 86 \quad \text{kN}}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : 38$ kN 1244.

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : 0.15$ MPa

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : 60.41$ cm³ 252.3

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 8$ MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 0$ MPa 265.0

γ_{m0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{m0} : 1.05$

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.001}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N362, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(90)H1.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$\underline{N_{t,Ed} : 1.68 \text{ kN}}$$

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

$$\underline{N_{t,Rd} : 1137.11 \text{ kN}}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$\underline{A : 106.00 \text{ cm}^2}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\underline{f_{yd} : 107.27 \text{ MPa}}$$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$\underline{f_{y,\theta} : 107.27 \text{ MPa}}$$

f_y : Límite elástico.

(CTE DB SE-A,

Tabla 4.1)

$$f_y : 265.00 \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de
reducción del límite
elástico para la
temperatura que
alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : 0.40$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de
seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : 1.00$$

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.029$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.058$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N411, para la combinación de acciones

$PP + pesocorreas + pesocubierta + 0.2 \cdot N1(EI)$.

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

$$N_{c,Ed} : 33.49 \quad \text{kN}$$

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

$$N_{c,Rd} : 1137.11 \quad \text{kN}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

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

$$A : 106.00 \quad \text{cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 107.27 \quad \text{MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : 107.27 \quad \text{MPa}$$

f_y : Límite elástico.

(CTE DB SE-A,

Tabla 4.1)

$$f_y : 265.00 \quad \text{MPa}$$

$$k_{y,\theta} : 0.40$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

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:

$$N_{b,Rd} : 573.31 \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. $A : 106.00 \text{ cm}^2$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 107.27 \text{ MPa}$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : 107.27 \text{ MPa}$

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

$$f_y : 265.00 \text{ MPa}$$

$$k_{y,\theta} : 0.40$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$\chi_y : 0.84$

$\chi_z : 0.50$

Siendo:

$\phi_y : 0.70$

$\phi_z : 1.28$

α : Coeficiente de imperfección elástica. $\alpha_y : 0.49$
 $\alpha_z : 0.49$

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

$\bar{\lambda}_y : 0.50$

$\bar{\lambda}_z : 1.06$

$k_{\lambda,\theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{\lambda,\theta} : 1.26$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: $N_{cr} : 3927.51 \text{ kN}$

N_{cr,y} : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	N_{cr,y} : 17878.74 kN
N_{cr,z} : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	N_{cr,z} : 3927.51 kN
N_{cr,T} : Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	N_{cr,T} : ∞

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.176 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N411, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(270)H1.

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}⁺** : 19.92 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N411, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(90)H1.

M_{Ed} : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed} : 15.32 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : 112.96 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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 : 1**

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y} : 1053.00 \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 107.27 \text{ MPa}$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : 107.27 \text{ MPa}$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 265.00 \text{ MPa}$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : 0.40$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.217 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N411, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(270)H1.

$$\mathbf{M}_{Ed}^+ : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M}_{Ed}^+ : 11.60 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

$$\mathbf{M}_{Ed}^- : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M}_{Ed}^- : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M}_{c,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M}_{c,Rd} : 53.47 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$\mathbf{Clase} : 1$$

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.

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$:** 498.40 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 107.27 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **$f_{y,\theta}$:** 107.27 MPa

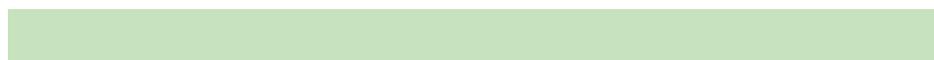
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 265.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. **$k_{y,\theta}$:** 0.40

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. **$\gamma_{M,\theta}$:** 1.00

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:



$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.062 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N411, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(270)H1.

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

$$V_{Ed} : 9.22 \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : 148.64 \text{ kN}$$

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

$$A_v : 24.00 \text{ cm}^2$$

Siendo:

h: Canto de la sección.

$$h : 240.00 \text{ mm}$$

t_w: Espesor del alma.

$$t_w : 10.00 \text{ mm}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 107.27 \text{ MPa}$$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido

$$f_{y,\theta} : 107.27 \text{ MPa}$$

para la temperatura que alcanza el perfil.

f_y : Límite elástico.

(CTE DB SE-A,

Tabla 4.1)

f_y : 265.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de
reducción del límite
elástico para la
temperatura que
alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.40

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de
seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$20.60 < 65.92$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 20.60

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 65.92

ε : Factor de reducción.

ε : 0.94

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.	f_{ref}	: 235.00 MPa
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 265.00 MPa

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.018 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N411, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(270)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	V_{Ed}	: 9.77 kN
--	-----------------------	-----------

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

V_{c,Rd}	: 528.92 kN
-------------------------	-------------

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.	A_v	: 85.40 cm ²
---	----------------------	-------------------------

Siendo:

A: Área de la sección bruta.	A : 106.00 cm ²
d: Altura del alma.	d : 206.00 mm
t_w: Espesor del alma.	t_w : 10.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : 107.27 MPa
--	------------------------------------

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.	f_{y,θ} : 107.27 MPa
---	-------------------------------------

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : 265.00 MPa
---	-----------------------------------

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	k_{y,θ} : 0.40
--	-------------------------------

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M,θ} : 1.00
--	-------------------------------

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados -

Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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}**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.940 \leq 7.576$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$\underline{PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5\cdot V(270)H1.}$$

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : 9.22 \text{ kN}$$

$$\mathbf{V_{c,Rd}}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad \mathbf{V_{c,Rd}} : 148.64 \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados -

Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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

$\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$

$$\mathbf{0.996} \leq \mathbf{26.958}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$\underline{PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5\cdot V(270)H1.}$$

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : 9.77 \text{ kN}$$

$$\mathbf{V_{c,Rd}}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad \mathbf{V_{c,Rd}} : 528.92 \text{ kN}$$

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : 0.411 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : 0.334 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : 0.368 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N411, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(270)H1.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : 19.67 kN
M_{y,Ed}, M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed}⁺ : 19.92 kN·m M_{z,Ed}⁺ : 11.60 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 : 1
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	N_{pl,Rd} : 1137.11 kN

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{112.96} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{53.47} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{106.00} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{1053.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{498.40} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{107.27} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{107.27} \text{ MPa}$$

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.40}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.01}$$

$$k_z : \underline{1.05}$$

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.	$C_{m,z}$: 1.00
χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	χ_y	: 0.84
	χ_z	: 0.50
$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y$: 0.50
	$\bar{\lambda}_z$: 1.06
α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.	α_y	: 0.60
	α_z	: 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio

(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 para la combinación de acciones $PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5 \cdot V(270)H1$.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$0.940 \leq 7.576$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : 9.22 \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : 148.64 \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.009 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(90)H1.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : 0.03 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : 3.74 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$W_T: \text{Módulo de resistencia a torsión.} \quad W_T : 60.41 \text{ cm}^3$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : 107.27 \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : 107.27$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 265.00$ MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : 0.40$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0.027$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones *PP+pesocorreas+pesocubierta+0.2·N1(EI)*.

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

$$V_{Ed} : 3.94 \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : 148.64 \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : 148.64 \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : 0.00 \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : 60.41 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 107.27 \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : 107.27 \text{ MPa}$$

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

$$f_y : 265.00 \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : 0.40$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1 \quad \eta < 0.001 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.2·N1(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 0.17 \text{ kN}$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{528.91 \text{ kN}}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{528.92 \text{ kN}}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.00 \text{ MPa}}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{60.41 \text{ cm}^3}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{107.27 \text{ MPa}}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{107.27 \text{ MPa}}$$

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

$$f_y : \underline{265.00 \text{ MPa}}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

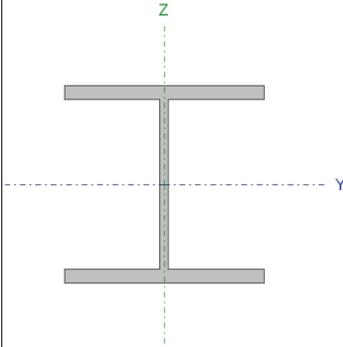
$$k_{y,\theta} : \underline{0.40}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

FLECHA	
Maximo	0,489mm
Distancia	4,859m

2.13 PILARILLO EDIFICIO AUXILIAR

Barra N418/N417

Perfil: HE 200 B Material: Acero (S275)						
Nudos	Longitud (m)		Características mecánicas			
	Inicial	Final	Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N418	N417	8.005	78.10	5696.00	2003.00	59.28
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	0.70	0.70	0.00	0.00	
	L _K	5.603	5.603	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						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 60 Factor de forma: 156.97 m ⁻¹ Temperatura máx. de la barra: 665.5 °C Pintura intumescente: 0.8 mm						

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z		M _t V _y
N418/N417	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 8.005 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 5.3$	x: 0 m $\eta = 36.3$	x: 0 m $\eta = 11.3$	x: 0 m $\eta = 12.1$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 48.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 9.2$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 78.1$

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
N418/N417	x: 8.005 m η = 0.2	x: 0 m η = 11.8	x: 0 m η = 36.6	x: 0 m η = 11.5	x: 0 m η = 12.3	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 50.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 9.1	η < 0.1	CUMPLE η = 50.5
Notación: N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión eje Y M _z : Resistencia a flexión eje Z V _z : Resistencia a corte Z V _y : Resistencia a corte Y M _y V _z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _z V _y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _y M _z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%)														

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (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.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda} : 1.27$

✓

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 : 1

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

A : 78.10 cm²

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

f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 1322.32 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} : 3760.31 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z} : 1322.32 \text{ kN}$

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

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $I_y : 5696.00 \text{ cm}^4$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $I_z : 2003.00 \text{ cm}^4$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme. $I_t : 59.28 \text{ cm}^4$

I_w : Constante de alabeo de la sección. $I_w : 171100.00 \text{ cm}^6$

E : Módulo de elasticidad. $E : 210000 \text{ MPa}$

G : Módulo de elasticidad transversal. $G : 81000 \text{ MPa}$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. $L_{ky} : 5.603 \text{ m}$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. $L_{kz} : 5.603 \text{ m}$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión. $L_{kt} : 0.000 \text{ m}$

i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. $i_o : 9.93 \text{ cm}$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. $i_y : 8.54 \text{ cm}$

$i_z : 5.06 \text{ cm}$

y_o , z_o: 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_o : 0.00 mm

z_o : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura

ambiente (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

18.89 ≤ 163.60 ✓

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>170.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>9.00</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>15.30</u> cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : <u>30.00</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.10$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N417, para la combinación de acciones

$$0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1.$$

$$N_{t,Ed}: \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{t,Ed} : 20.15 \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : 2045.48 \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : 78.10 \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

γ_{m0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{m0} : 1.05$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0.021$ ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0.053$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N418, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot pesocorreas + 1.35 \cdot pesocubierta + 1.5 \cdot N1(EI)$.

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

$N_{c,Ed} : 43.43$ kN

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

$N_{c,Rd} : 2045.48$ 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 : 1**

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A : 78.10 cm²**

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} : 261.90 MPa**

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y : 275.00 MPa**

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

$$\mathbf{N_{b,Rd}} : \underline{817.74} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A : 78.10 cm²**

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} : 261.90 MPa**

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y : 275.00 MPa**

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

$$\gamma_{M1} : 1.05$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : 0.75$$

$$\chi_z : 0.40$$

Siendo:

$$\phi_y : 0.88$$

$$\phi_z : 1.58$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : 0.34$$

$$\alpha_z : 0.49$$

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

$$\bar{\lambda}_y : 0.76$$

$$\bar{\lambda}_z : 1.27$$

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

$$N_{cr} : 1322.32 \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,y} : 3760.31 \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z} : 1322.32 \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,T} : \infty$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.363 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N418, para la combinación de acciones

$$0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(180)H1.$$

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 61.01 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N418, para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1 + 0.75 \cdot N1(EI).$$

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 59.93 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : 168.27 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 642.50 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$$

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.113 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N418, para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1 + 0.75 \cdot N2(R)}.$$

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 9.05 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N418, para la combinación de acciones

$$\underline{0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(180)H1}.$$

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 7.04 kN·m

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

$$M_{c,Rd} : 80.09 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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 :** 1

W_{pl,z}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **W_{pl,z} :** 305.80 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 261.90 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 275.00 MPa

γ_{m0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{m0} :** 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.121} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N418, para la combinación de acciones

$$\underline{0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(180)H1.}$$

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 32.85$ kN

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

$V_{c,Rd} : 272.18$ kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : 18.00$ cm²

Siendo:

h : Canto de la sección. $h : 200.00$ mm

t_w : Espesor del alma. $t_w : 9.00$ mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 261.90$ MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00$ MPa

γ_{m0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{m0} : 1.05$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$18.89 < 64.71$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : 18.89$$

$\lambda_{\text{máx}}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{\text{máx}} : 64.71$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : 0.92$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{\text{ref}} : 235.00 \text{ MPa}$$

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

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.002$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1 + 0.75 \cdot N2(R).$$

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 2.23$ kN

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

$V_{c,Rd} : 949.60$ kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : 62.80$ cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta. $A : 78.10$ cm²

d : Altura del alma. $d : 170.00$ mm

t_w : Espesor del alma. $t_w : 9.00$ mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 261.90$ MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00$ MPa

γ_{m0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{m0} : 1.05$

**Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados -
Temperatura ambiente** (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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$3.349 \leq 13.873$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(180)H1.$$

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 32.85 \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : 272.18 \text{ kN}$

**Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados -
Temperatura ambiente** (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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.227 \leq 48.400$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1 + 0.75 \cdot N2(R)}.$$

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : 2.23 \quad \text{kN}$$

$$\mathbf{V_{c,Rd}}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad \mathbf{V_{c,Rd}} : 949.60 \quad \text{kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.481} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.446} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.363} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N418, para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1 + 0.75 \cdot N1(EI)}.$$

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	$N_{c,Ed}$: 24.57 kN
$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^-$: 59.93 kN·m $M_{z,Ed}^+$: 9.02 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 : 1
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd}$: 2045.48 kN
$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y}$: 168.27 kN·m $M_{pl,Rd,z}$: 80.09 kN·m
Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)	
A : Área de la sección bruta.	A : 78.10 cm ²
$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{pl,y}$: 642.50 cm ³ $W_{pl,z}$: 305.80 cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : 275.00 MPa
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} : 1.05

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : 1.01$$

$$k_z : 1.04$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: 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	: 0.75
	χ_z	: 0.40
$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y$: 0.76
	$\bar{\lambda}_z$: 1.27
α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.	α_y	: 0.60
	α_z	: 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente

(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 para la combinación de acciones

$$\underline{0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(180)H1.}$$

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$3.349 \leq 13.873$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : 32.85 \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : 272.18 \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$\eta < \underline{0.001}$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

$$0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1.$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : \underline{0.00}$ kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$M_{T,Rd} : \underline{5.98}$ kN·m

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : \underline{39.52}$ cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{261.90}$ MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00}$ MPa

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 2 \quad 0.09$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N418, para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1 + 0.75 \cdot N2(R)}.$$

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 3 \quad 24.9 \quad \text{kN}$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : 0.00 \quad \text{kN} \cdot \text{m}$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T} : 272. \quad R_d : 14 \quad \text{kN}$$

Donde:

	272.
$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{pl,Rd} : 18 \text{ kN}$
$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.	$\tau_{T,Ed} : 0.05 \text{ MPa}$

Siendo:

	39.5
W_T : Módulo de resistencia a torsión.	$W_T : 2 \text{ cm}^3$
	261.
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	$f_{yd} : 90 \text{ MPa}$

Siendo:

	275.
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_y : 00 \text{ MPa}$
γ_{m0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{m0} : 1.05$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < 1 \quad \begin{matrix} 0.00 \\ \checkmark \end{matrix}$$

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

$\gamma_{M0} : 1.05$

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0.002$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N417, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(270)H1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed} : 1.52$ kN

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$N_{t,Rd} : 671.10$ kN

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$A : 78.10$ cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd} : 85.93$ MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : 85.93$ MPa

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

$f_y : 275.00$ MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta} : 0.31$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta} : 1.00$

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0.032$ ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0.118$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N418, para la combinación de acciones

$$\underline{PP+pesocorreas+pesocubierta+0.2\cdot N1(EI)}.$$

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{N_{c,Ed}} : \underline{21.41} \quad \text{kN}$$

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

$$\mathbf{N_{c,Rd}} : \underline{671.10} \quad \text{kN}$$

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.

$$\mathbf{Clase} : \underline{1}$$

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

$$\mathbf{A} : \underline{78.10} \quad \text{cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{85.93} \quad \text{MPa}$$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$\mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{85.93} \quad \text{MPa}$$

f_y : Límite elástico.

(CTE DB SE-A,

Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de $k_{y,\theta}$: 0.31

reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

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:

$N_{b,Rd}$: 181.33 kN

Donde:

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

A : 78.10 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 85.93 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,\theta}$: 85.93 MPa

f_y : Límite elástico.

(CTE DB SE-A,

Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : 0.31$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : 1.00$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : 0.55$$

$$\chi_z : 0.27$$

Siendo:

$$\phi_y : 1.17$$

$$\phi_z : 2.22$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : 0.49$$

$$\alpha_z : 0.49$$

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

$$\bar{\lambda}_y : 0.98$$

$$\bar{\lambda}_z : 1.65$$

$k_{\lambda,\theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,\theta} : 1.30$$

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

$$N_{cr} : 1322.32 \text{ kN}$$

N_{cr,y} : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	N_{cr,y} : 3760.31 kN
N_{cr,z} : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	N_{cr,z} : 1322.32 kN
N_{cr,T} : Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	N_{cr,T} : ∞

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.366** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N418, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(180)H1.

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}⁺** : 19.20 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N418, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

M_{Ed} : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed} : 20.22 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : 55.21 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 642.50 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 85.93 \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : 85.93 \text{ MPa}$$

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

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : 0.31$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : 1.00$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.115 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N418, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{Ed}^+} : 3.02 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N418, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(180)H1.

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{Ed}^-} : 2.27 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

$$\mathbf{M_{c,Rd}} : 26.28 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$\mathbf{Clase} : 1$$

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.

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$:** 305.80 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 85.93 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **$f_{y,\theta}$:** 85.93 MPa

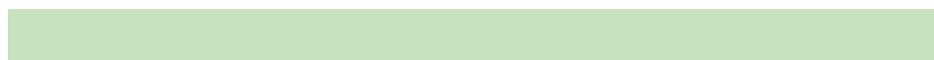
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. **$k_{y,\theta}$:** 0.31

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. **$\gamma_{M,\theta}$:** 1.00

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:



$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.123 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N418, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

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

$$V_{Ed} : 10.95 \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : 89.30 \text{ kN}$$

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

$$A_v : 18.00 \text{ cm}^2$$

Siendo:

h: Canto de la sección.

$$h : 200.00 \text{ mm}$$

t_w: Espesor del alma.

$$t_w : 9.00 \text{ mm}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 85.93 \text{ MPa}$$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido

$$f_{y,\theta} : 85.93 \text{ MPa}$$

para la temperatura que alcanza el perfil.

f_y : Límite elástico.

(CTE DB SE-A,

Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.31

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad \mathbf{18.89 < 64.71}$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 18.89

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ε : Factor de reducción.

ε : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.	f_{ref}	: 235.00 MPa
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 275.00 MPa

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.002 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	V_{Ed}	: 0.74 kN
--	-----------------------	-----------

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

V_{c,Rd}	: 311.56 kN
-------------------------	-------------

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.	A_v	: 62.80 cm ²
---	----------------------	-------------------------

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : 78.10 cm²

d: Altura del alma. **d** : 170.00 mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : 9.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 85.93 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **f_{y,θ}** : 85.93 MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 275.00 MPa

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. **k_{y,θ}** : 0.31

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M,θ}** : 1.00

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados -

Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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}**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$1.116 \leq 4.551$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$\underline{PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5\cdot v(0)H1.}$$

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{10.95 \text{ kN}}$$

$$\mathbf{V_{c,Rd}}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad \mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{89.30 \text{ kN}}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados -

Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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

$\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$

$$\mathbf{0.076} \leq \mathbf{15.880}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$\underline{PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5\cdot v(0)H1.}$$

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{0.74 \text{ kN}}$$

$$\mathbf{V_{c,Rd}}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad \mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{311.56 \text{ kN}}$$

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : 0.505 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : 0.498 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : 0.442 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N418, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : 15.71 kN
M_{y,Ed}, M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed} : 20.22 kN·m
	M_{z,Ed} : 3.02 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 : 1
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	N_{pl,Rd} : 671.10 kN

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{55.21} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{26.28} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{78.10} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{642.50} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{305.80} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{85.93} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{85.93} \text{ MPa}$$

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.31}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.03}$$

$$k_z : \underline{1.12}$$

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.	$C_{m,z}$: 1.00
χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	χ_y	: 0.55
	χ_z	: 0.27
$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y$: 0.98
	$\bar{\lambda}_z$: 1.65
α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.	α_y	: 0.60
	α_z	: 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio

(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 para la combinación de acciones

$PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5 \cdot V(180)H1$.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$1.076 \leq 4.551$$

Donde:

$$V_{Ed,z}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed,z} : 10.55 \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd,z}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{c,Rd,z} : 89.30 \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1 \qquad \eta < 0.001 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones *PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(270)H1.*

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{T,Ed}} : \underline{0.00} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

$$\mathbf{M_{T,Rd}} : \underline{1.96} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$\mathbf{W_T}$$
: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T} : \underline{39.52} \quad \text{cm}^3$

$$\mathbf{f_{yd}}$$
: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}} : \underline{85.93} \quad \text{MPa}$

Siendo:

$$\mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{85.93} \quad \text{MPa}$$

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

f_y : Límite elástico.

(CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.31

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

η : 0.091 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N418, para la combinación de acciones

$PP + pesocorreas + pesocubierta + 0.5 \cdot V(270)H1$.

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

$$V_{Ed} : 8.14 \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : 89.29 \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : 89.30 \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : 0.02 \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : 39.52 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 85.93 \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : 85.93 \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico.

(CTE DB SE-A,

Tabla 4.1)

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

$$k_{y,\theta} : 0.31$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$\eta < 0.001$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(270)H1.

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

$V_{Ed} : 0.04$ kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed} : 0.00$ kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : 311.51 \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : 311.56 \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : 0.02 \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : 39.52 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 85.93 \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : 85.93 \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico.

(CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : 0.31$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : 1.00$$

FLECHA	
Maximo	6,125mm
Distancia	2,318m

2.14 ARRIOSTRAMIENTO CUBIERTA AUXILIAR

Barra N105/N165

Perfil: Ø20							
Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	N105	N165	9.664	3.14	0.79	0.79	1.57
	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	L _K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
C _m	1.000	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							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 60							
Factor de forma: 200.00 m-1							
Temperatura máx. de la barra: 671.5 °C							
Pintura intumescente: 1.0 mm							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado
	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
N105/N165	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	η = 51.1	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾	CUMPLE η = 81.1
Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. ⁽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⁾ No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁷⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.															

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														Estado
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y		
N105/N165	η = 53.5	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾	CUMPLE η = 53.5	

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N _t	N _c	M _Y	M _Z	V _Z	V _Y	M _Y V _Z	M _Z V _Y	NM _Y M _Z	NM _Y M _Z V _Y V _Z	M _t	M _t V _Z	M _t V _Y	
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. (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) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (6) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (7) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (8) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.														
Notación: N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _Y : Resistencia a flexión eje Y M _Z : Resistencia a flexión eje Z V _Z : Resistencia a corte Z V _Y : Resistencia a corte Y M _Y V _Z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _Z V _Y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _Y M _Z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _Y M _Z V _Y V _Z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _Z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _Y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede														

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

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras de arriostramiento traccionadas no debe superar el valor 4.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda} < 0.01$

Donde:

- | | |
|--|-----------------------------------|
| A : Área bruta de la sección transversal de la barra. | A : 3.14 cm ² |
| f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) | f_y : 265.00 MPa |
| N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico. | N_{cr} : ∞ |

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 1 \quad \mathbf{0.81}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

$$0.8 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1 + 0.75 \cdot N2(R).$$

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : 40.54 \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : 79.29 \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : 3.14 \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 252.3 \text{ MP}$$

Siendo:

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

$$f_y : 265.0 \text{ MP}$$

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : **0.535** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{N_{t,Ed}} : \underline{13.28} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

$$\mathbf{N_{t,Rd}} : \underline{24.83} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$\mathbf{A} : \underline{3.14} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{79.04} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{79.04} \text{ MPa}$$

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

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

f_y : 265.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.30

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

2.15 ARRIOSTRAMIENTO FACHADA AUXILIAR

Barra N102/N48

Perfil: Ø20 Material: Acero (S275)							
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N102	N48	11.715	3.14	0.79	0.79	1.57	
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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	L _k	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	C _m	1.000	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							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 60 Factor de forma: 200.00 m-1 Temperatura máx. de la barra: 671.5 °C Pintura intumescente: 1.0 mm							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado	
	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z		M _t V _y
N102/N48	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	η = 59.0	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾	CUMPLE η = 89.0
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. (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) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (6) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (7) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (8) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.															

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
N102/N48	η = 62.9	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾	CUMPLE η = 62.9
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. (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) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (6) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (7) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (8) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.														

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														Estado
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y		
Notación: N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión eje Y M _z : Resistencia a flexión eje Z V _z : Resistencia a corte Z V _y : Resistencia a corte Y M _y V _z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _z V _y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _y M _z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede															

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

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras de arriostramiento traccionadas no debe superar el valor 4.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda} < 0.01$

Donde:

- | | |
|--|-----------------------------------|
| A : Área bruta de la sección transversal de la barra. | A : 3.14 cm ² |
| f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) | f_y : 265.00 MPa |
| N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico. | N_{cr} : ∞ |

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0$ **0.89**

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1 + 0.75 \cdot N1(EI)}$$

	$N_{t,E}$
$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	d : 46.82 kN

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

	$N_{t,R}$
	d : 79.29 kN

Donde:

	cm
A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : 3.14 ²
	252.3 MP
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : 8 a

Siendo:

	265.0 MP
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : 0 a
γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : 0.629 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$: 15.61 kN

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$N_{t,Rd}$: 24.83 kN

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 3.14 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 79.04 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,\theta}$: 79.04 MPa

f_y : Límite elástico.

(CTE DB SE-A, Tabla

4.1)

f_y : 265.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de
reducción del límite
elástico para la
temperatura que
alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.30

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de
seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

2.16 DINTEL VOLADIZO

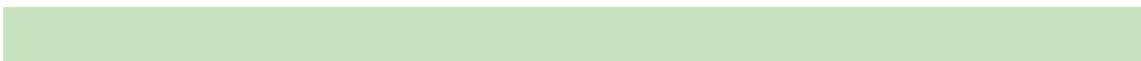
Barra N32/N82

Perfil: IPE 400 Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N32	N82	10.050	84.50	23130.00	1318.00	51.08
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	0.12	1.00	0.12	0.37		
L _K	1.206	10.050	1.250	3.750		
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						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 30 Factor de forma: 186.27 m-1 Temperatura máx. de la barra: 335.0 °C Pintura intumescente: 1.2 mm						

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE															Estado
	λ̄	λ _w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
N32/N82	λ̄ < 2.0 Cumple	λ _w ≤ λ _{w,máx} Cumple	x: 0 m η = 1.4	x: 0 m η = 2.2	x: 10.05 m η = 52.6	x: 0 m η = 0.4	x: 10.05 m η = 18.0	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 10.05 m η = 53.9	η < 0.1	η = 0.1	x: 10.05 m η = 10.4	η < 0.1	CUMPLE η = 53.9
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO															Estado
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y			
N32/N82	x: 0 m η = 0.4	x: 0 m η = 1.0	x: 10.05 m η = 25.0	x: 0 m η = 0.2	x: 10.05 m η = 7.7	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 10.05 m η = 25.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 10.05 m η = 4.5	η < 0.1	CUMPLE η = 25.6		
Notación: N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión eje Y M _z : Resistencia a flexión eje Z V _z : Resistencia a corte Z V _y : Resistencia a corte Y M _y V _z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _z V _y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _y M _z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%)																

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

La esbeltez reducida λ̄ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.



$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{ef} \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda} : 0.75$$



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 : 4

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

A_{ef} : 80.91 cm²

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

f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 3926.17 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} : 4746.50 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 18782.38 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : 3926.17 kN

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

I_y : 23130.00 cm⁴

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_z : 1318.00 cm⁴

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t	: 51.08	cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w	: 490000.00	cm ⁶
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}	: 10.050	m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz}	: 1.206	m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt}	: 3.750	m
i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_o	: 17.01	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	: 16.54	cm
	i_z	: 3.95	cm
y_o , z_o : 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_o	: 0.00	mm
	z_o	: 0.00	mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura

ambiente (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$$43.37 \leq 263.21 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w: Altura del alma.

$$\mathbf{h_w} : 373.00 \text{ mm}$$

t_w: Espesor del alma.

$$\mathbf{t_w} : 8.60 \text{ mm}$$

A_w: Área del alma.

$$\mathbf{A_w} : 32.08 \text{ cm}^2$$

A_{fc,ef}: Área reducida del ala comprimida.

$$\mathbf{A_{fc,ef}} : 24.30 \text{ cm}^2$$

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$\mathbf{k} : 0.30$$

E: Módulo de elasticidad.

$$\mathbf{E} : 210000 \text{ MPa}$$

f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\mathbf{f_{yf}} : 275.00 \text{ MPa}$$

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.014 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N32, para la combinación de acciones

$$0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(180)H1.$$

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : 30.57 kN

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

$N_{t,Rd}$: 2213.10 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 84.50 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 275.00 MPa

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.016$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.022$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N32, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1 + 0.7 \cdot 5 \cdot N2(R)$.

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

$$N_{c,Ed} : 34.88 \text{ kN}$$

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

$$N_{c,Rd} : \frac{2119.1}{6} \text{ kN}$$

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.

Clas

$$e : 4$$

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$$A_{ef} : 80.91 \text{ cm}^2$$

$$A_{ef} : 80.91 \text{ MP}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 261.90 \text{ a}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 275.00	a	MP
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:

$N_{b,Rd}$: 1595.8	
d	: 6	kN

Donde:

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.	A_{ef}	: 80.91	cm ²
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd}	: 261.90	a

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 275.00	a	MP
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1}	: 1.05		

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y	: 0.85
χ_z	: 0.95
χ_T	: 0.75

Siendo:

ϕ_y	: 0.79
ϕ_z	: 0.58

	ϕ_T	: 0.88
α : Coeficiente de imperfección elástica.	α_y	: 0.21
	α_z	: 0.34
	α_T	: 0.34
$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.	$\bar{\lambda}_y$: 0.68
	$\bar{\lambda}_z$: 0.34
	$\bar{\lambda}_T$: 0.75
N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:		3926.1
	N_{cr}	: 7 kN
$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.		4746.5
	$N_{cr,y}$: 0 kN
$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.		18782.
	$N_{cr,z}$: 38 kN
$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.		3926.1
	$N_{cr,T}$: 7 kN

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.357$$



$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.526$$



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N82,
para la combinación de acciones

$$0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(180)H1.$$

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 105.58 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N82,
para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1 + 0.75 \cdot N2(R).$$

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 122.32 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : 342.31 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 1307.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

γ_{mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{mo} : 1.05$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

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

$$M_{b,Rd}^+ : \underline{327.45 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

$$M_{b,Rd}^- : \underline{232.34 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y} : \underline{1307.00 \text{ cm}^3}$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{261.90 \text{ MPa}}$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00 \text{ MPa}}$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M1} : \underline{1.05}$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT}^+ : \underline{0.96}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.68}$$

Siendo:

$$\phi_{LT}^+ : \underline{0.57}$$

$$\phi_{LT}^- : \underline{1.00}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica. $\alpha_{LT} : \underline{0.34}$

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

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{0.32}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- : 0.87$$

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$\mathbf{M}_{cr}^+ : 3501.59 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{cr}^- : 472.03 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral **M_{cr}** se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTv}: Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$\mathbf{M}_{LTv}^+ : 850.50 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{LTv}^- : 283.50 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{LTw}: Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$\mathbf{M}_{LTw}^+ : 3396.74 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{LTw}^- : 377.42 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

W_{el,y}: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$\mathbf{W}_{el,y} : 1156.50 \text{ cm}^3$$

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$\mathbf{I}_z : 1318.00 \text{ cm}^4$$

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

$$\mathbf{I}_t : 51.08 \text{ cm}^4$$

E: Módulo de elasticidad.

$$\mathbf{E} : 210000 \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$\mathbf{G} : 81000 \text{ MPa}$$

L_c⁺: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$\mathbf{L}_c^+ : 1.250 \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c^-	: 3.750	m
C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_1	: 1.00	
$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.	$i_{f,z}^+$: 4.71	cm
	$i_{f,z}^-$: 4.71	cm

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.004** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N32, para la combinación de acciones

$$0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1.$$

$$M_{Ed}^+ : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^+ : 0.25 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N32, para la combinación de acciones

$$0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(180)H1.$$

$$M_{Ed}^- : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^- : 0.21 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : 59.98 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : 229.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$$

Siendo:

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

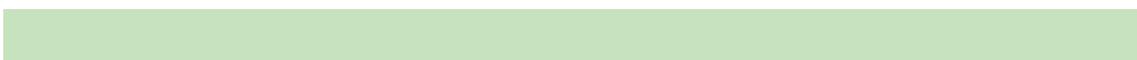
$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

γ_{m0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{m0} : 1.05$$

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

Se debe satisfacer:



$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0 \quad \begin{array}{l} 0.18 \\ \hline \end{array}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N82, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1 + 0.7 \cdot 5 \cdot N2(R)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : 93.42 kN

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

$$\mathbf{V_{c,Rd}} : \begin{array}{l} 520.1 \\ \hline 7 \end{array} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. **A_v** : 34.40 ² cm

Siendo:

h : Canto de la sección. **h** : 400.0 m

t_w : Espesor del alma. **t_w** : 8.60 m

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 261.9 MP a

Siendo:

		275.0 MP
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 0 a
γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0}	: 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$\frac{43.3}{7} < \frac{64.7}{1}$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.	λ_w	: 43.37
----------------------------------	-------------	---------

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.	$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71
--	-------------------------	---------

ε : Factor de reducción.	ε	: 0.92
--------------------------------------	---------------	--------

Siendo:

		235.0 MP
f_{ref} : Límite elástico de referencia.	f_{ref}	: 0 a
		275.0 MP
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 0 a

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta < \underline{0.001}$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

$0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{0.03}$ kN

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

$V_{c,Rd} : \underline{792.68}$ kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : \underline{52.42}$ cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta. $A : \underline{84.50}$ cm²

d : Altura del alma. $d : \underline{373.00}$ mm

t_w : Espesor del alma. $t_w : \underline{8.60}$ mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{261.90}$ MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00}$ MPa

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$8.298 \leq 26.512$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 0.9 \cdot v(0)H1 + 1.5 \cdot N2(R).$$

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

$$V_{Ed} : 81.41 \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : 520.17 \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.003 \leq 40.401$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1.$$

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

$$V_{Ed} : 0.03 \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : 792.68 \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : 0.366$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$\eta : 0.539$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$\eta : 0.511$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N82, para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1 + 0.75 \cdot N2(R).$$

Donde:

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed} : 18.05 \text{ kN}$

M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed} : 122.32 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{z,Ed} : 0.05 \text{ kN}\cdot\text{m}$

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.

$\text{Clase} : 1$

N_{pl,Rd}: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$N_{pl,Rd} : 2213.10 \text{ kN}$

M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y} : 342.31 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{pl,Rd,z} : 59.98 \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

A: Área de la sección bruta.

$A : 84.50 \text{ cm}^2$

W_{pl,y}, W_{pl,z}: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y} : 1307.00 \text{ cm}^3$

$W_{pl,z} : 229.00 \text{ cm}^3$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$

Siendo:

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

$f_y : 275.00 \text{ MPa}$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1}	: 1.05
$k_y, k_z, k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.	k_y	: 1.00
	k_z	: 1.00
	$k_{y,LT}$: 0.95
$C_{m,y}, C_{m,z}, C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.	$C_{m,y}$: 1.00
	$C_{m,z}$: 1.00
	$C_{m,LT}$: 1.00
χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	χ_y	: 0.85
	χ_z	: 0.94
χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.	χ_{LT}	: 0.68
$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y$: 0.70
	$\bar{\lambda}_z$: 0.35
α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.	α_y	: 0.60
	α_z	: 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente

(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 para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 0.9 \cdot v(0)H1 + 1.5 \cdot N2(R)}.$$

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$8.29 \leq 26.51$$

$$8 \leq 2$$

Donde:

		k
$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	$V_{Ed,z} : 81.41$	N
	$V_{c,Rd,z} : 520.1$	k
$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$z : 7$	N

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.001 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

$$0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(180)H1.$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$M_{T,Rd} : 5.72 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : 37.84 \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00 \text{ MPa}$

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0.10$
 $\eta : 4$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N82, para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(180)H1 + 0.75 \cdot N2(R)}.$$

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \frac{53.9}{8} \text{ kN}$$

$$\mathbf{M_{T,Ed}}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{T,Ed}} : 0.00 \text{ m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $\mathbf{V_{pl,T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{pl,T,Rd}} : \frac{520.}{06} \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{V_{pl,Rd}}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad \mathbf{V_{pl,Rd}} : \frac{520.}{17} \text{ kN}$$

$$\mathbf{\tau_{T,Ed}}: \text{Tensiones tangenciales por torsión.} \quad \mathbf{\tau_{T,Ed}} : \frac{0.08}{0.08} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\mathbf{W_T}: \text{Módulo de resistencia a torsión.} \quad \mathbf{W_T} : \frac{37.8}{4} \text{ cm}^3$$

$$\mathbf{f_{yd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f_{yd}} : \frac{261.}{90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 275.	MPa
γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0}	: 1.05	

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta = \frac{0.00}{1} < 1 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(180)H1 + 0.75 \cdot N2(R)}.$$

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.03 kN

kN·

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: 0.00 m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = 792.$$

$$Rd : 52 \quad \text{kN}$$

Donde:

	792.
$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{pl,Rd}$: 68 kN
$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.	$\tau_{T,Ed}$: 0.08 MPa

Siendo:

	37.8
W_T : Módulo de resistencia a torsión.	W_T : 4 cm ³
	261.
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : 90 MPa

Siendo:

	275.
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : 00 MPa
γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : 0.004 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N32, para la combinación de acciones

$$\underline{PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5\cdot V(180)H1.}$$

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : 7.55 \quad \text{kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : 1707.07 \quad \text{kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : 84.50 \quad \text{cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 202.02 \quad \text{MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : 202.02 \quad \text{MPa}$$

f_y : Límite elástico.

(CTE DB SE-A,

Tabla 4.1)

$$f_y : 275.00 \quad \text{MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : 0.73$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0.007$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0.010$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N32, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

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

$N_{c,Ed} : 11.60$ kN

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

$$N_{c,Rd} : 1634.61 \text{ kN}$$

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.

$$\text{Clase} : 4$$

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$$A_{ef} : 80.91 \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 202.02 \text{ MPa}$$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : 202.02 \text{ MPa}$$

f_y: Límite elástico.

(CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : 0.73$$

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : 1.00$$

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:

$$N_{b,Rd} : 1130.77 \text{ kN}$$

Donde:

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4. **A_{ef}** : 80.91 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 202.02 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **f_{y,θ}** : 202.02 MPa

f_y: Límite elástico.

(CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : 0.73$$

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : 1.00$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : 0.73$$

$$\chi_z : 0.93$$

$$\chi_T : 0.69$$

Siendo:

$$\phi_y : 0.85$$

	ϕ_z	: 0.59
	ϕ_T	: 0.92
α : Coeficiente de imperfección elástica.	α_y	: 0.49
	α_z	: 0.49
	α_T	: 0.49
$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.	$\bar{\lambda}_y$: 0.68
	$\bar{\lambda}_z$: 0.34
	$\bar{\lambda}_T$: 0.75
$k_{\lambda,\theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{\lambda,\theta}$: 1.00
N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:	N_{cr}	: 3926.17 kN
$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	$N_{cr,y}$: 4746.50 kN
$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	$N_{cr,z}$: 18782.38 kN
$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	$N_{cr,T}$: 3926.17 kN

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.154 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.250 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N82, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(180)H1.

$$\mathbf{M_{Ed}^+} : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{Ed}^+} : 26.42 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N82, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

$$\mathbf{M_{Ed}^-} : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{Ed}^-} : 40.69 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

$$\mathbf{M_{c,Rd}} : 264.04 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$\mathbf{Clase} : 1$$

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.

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$: 1307.00 cm³**

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} : 202.02 MPa**

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **$f_{y,\theta}$: 202.02 MPa**

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y : 275.00 MPa**

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. **$k_{y,\theta}$: 0.73**

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. **$\gamma_{M,\theta}$: 1.00**

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

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

$M_{b,Rd}^+ : 247.86$ kN·m

$$\mathbf{M}_{b,Rd}^- : 162.85 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$\mathbf{W}_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$\mathbf{W}_{pl,y} : 1307.00 \text{ cm}^3$$

\mathbf{f}_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f}_{yd} : 202.02 \text{ MPa}$$

Siendo:

$\mathbf{f}_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$\mathbf{f}_{y,\theta} : 202.02 \text{ MPa}$$

\mathbf{f}_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f}_y : 275.00 \text{ MPa}$$

$\mathbf{k}_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$\mathbf{k}_{y,\theta} : 0.73$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : 1.00$$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT}^+ : 0.94$$

$$\chi_{LT}^- : 0.62$$

Siendo:

$$\phi_{LT}^+ : 0.58$$

$$\phi_{LT}^- : 1.05$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : 0.49$$

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

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : 0.32$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- : 0.87$$

$k_{\lambda,\theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,\theta} : 1.00$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : 3501.59 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : 472.03 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTv} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTv}^+ : 850.50 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTv}^- : 283.50 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{LTw} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTw}^+ : 3396.74 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTw}^- : 377.42 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$$W_{el,y} : 1156.50 \text{ cm}^3$$

W_{el,y} : Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.	
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>1318.00</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>51.08</u> cm ⁴
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_c⁺ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L_c⁺ : <u>1.250</u> m
L_c⁻ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c⁻ : <u>3.750</u> m
C₁ : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C₁ : <u>1.00</u>
i_{f,z}⁺ : Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.	i_{f,z}⁺ : <u>4.71</u> cm
	i_{f,z}⁻ : <u>4.71</u> cm

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.002** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N32, para la combinación de acciones

$$\underline{PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5\cdot v(0)H1.}$$

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 0.08 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N32, para la combinación de acciones

$$\underline{PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5\cdot V(180)H1.}$$

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 0.07 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : 46.26 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : 229.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 202.02 \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : 202.02 \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 275.00 MPa
$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{y,\theta}$: 0.73
$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.077 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N82, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

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

$$V_{Ed} : 31.08 \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : 401.23 \text{ kN}$$

Donde:

$$A_v: \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : 34.40 \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$h: \text{Canto de la sección.} \quad h : 400.00 \text{ mm}$$

$$t_w: \text{Espesor del alma.} \quad t_w : 8.60 \text{ mm}$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : 202.02 \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_{y,\theta}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad f_{y,\theta} : 202.02 \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico.

(CTE DB SE-A,

Tabla 4.1)

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : 0.73$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : 1.00$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad \mathbf{43.37 < 64.71}$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{43.37}$$

$$\lambda_{\text{máx}}: \text{Esbeltez máxima.} \quad \lambda_{\text{máx}} : \underline{64.71}$$

$$\varepsilon: \text{Factor de reducción.} \quad \varepsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_{ref}}: \text{Límite elástico de referencia.} \quad \mathbf{f_{ref}} : \underline{235.00 \text{ MPa}}$$

$$\mathbf{f_y}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_y} : \underline{275.00 \text{ MPa}}$$

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \mathbf{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

$PP + pesocorreas + pesocubierta + 0.5 \cdot v(0)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 0.01 \text{ kN}$

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

$V_{c,Rd} : 611.43 \text{ kN}$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : 52.42 \text{ cm}^2$

Siendo:

A : Área de la sección bruta. $A : 84.50 \text{ cm}^2$

d : Altura del alma. $d : 373.00 \text{ mm}$

t_w : Espesor del alma. $t_w : 8.60 \text{ mm}$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 202.02 \text{ MPa}$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : 202.02 \text{ MPa}$

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

$f_y : 275.00 \text{ MPa}$

$k_{y,\theta} : 0.73$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados -

Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$2.541 \leq 20.450$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$PP + pesocorreas + pesocubierta + 0.5 \cdot v(0)H1.$$

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

$$V_{Ed} : \underline{24.92} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{401.23} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados -**Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.001 \leq 31.164$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$PP + pesocorreas + pesocubierta + 0.5 \cdot v(0)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 0.01 \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : 611.43 \text{ kN}$

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : 0.158 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : 0.256 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : 0.242 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N82, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : 6.00 kN
M_{y,Ed}, M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed} : 40.69 kN·m M_{z,Ed} : 0.02 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 : 1
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	N_{pl,Rd} : 1707.07 kN
M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z} : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{pl,Rd,y} : 264.04 kN·m M_{pl,Rd,z} : 46.26 kN·m
Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)	
A : Área de la sección bruta.	A : 84.50 cm ²
W_{pl,y}, W_{pl,z} : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	W_{pl,y} : 1307.00 cm ³ W_{pl,z} : 229.00 cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : 202.02 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : 202.02$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00$ MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : 0.73$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

$k_y, k_z, k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$k_y : 1.00$

$k_z : 1.00$

$k_{y,LT} : 0.95$

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

$C_{m,z} : 1.00$

$C_{m,LT} : 1.00$

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\chi_y : 0.72$

$\chi_z : 0.92$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral. $\chi_{LT} : 0.62$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y$: 0.70
	$\bar{\lambda}_z$: 0.35
α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.	α_y	: 0.60
	α_z	: 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio

(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 para la combinación de acciones $PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5\cdot v(0)H1$.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$2.541 \leq 20.450$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : 24.92 \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : 401.23 \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1 \qquad \eta < 0.001 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(180)H1.

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{T,Ed}} : 0.00 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo **M_{T,Rd}** viene dado por:

$$\mathbf{M_{T,Rd}} : 4.41 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T} : 37.84 \quad \text{cm}^3$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}} : 202.02 \quad \text{MPa}$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $\mathbf{f_{y,\theta}} : 202.02 \quad \text{MPa}$

f_y : Límite elástico.

(CTE DB SE-A,

Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de $k_{y,\theta}$: 0.73

reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

η : 0.045 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N82, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(180)H1.

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

V_{Ed} : 18.05 kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.00 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : 401.19 \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : 401.23 \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : 0.03 \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : 37.84 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 202.02 \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : 202.02 \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico.

(CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : 0.73$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de
seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$\eta < 0.001$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(180)H1.

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

V_{Ed} : 0.01 kN

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

M_{T,Ed} : 0.00 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **V_{pl,T,Rd}** viene dado por:

V_{pl,T,Rd} : 611.38 kN

Donde:

V_{pl,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

V_{pl,Rd} : 611.43 kN

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : 0.03$ MPa

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : 37.84$ cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 202.02$ MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : 202.02$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00$ MPa

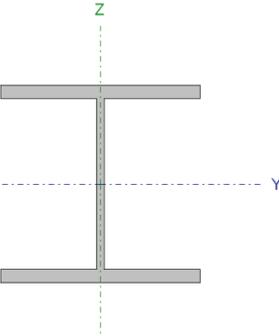
$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : 0.73$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

FLECHA	
Maximo	23,663mm
Distancia	5,03m

2.17 PILAR VOLADIZO

Barra N377/N109

Perfil: HE 240 B Material: Acero (S275)							
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N377	N109	8.000	106.00	11260.00	3923.00	102.70	
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	0.70	0.57	0.00	0.00		
	L _K	5.600	4.582	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							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 60 Factor de forma: 138.94 m-1 Temperatura máx. de la barra: 627.0 °C Pintura intumescente: 0.8 mm							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _Y	M _Z	V _Z	V _Y	M _Y V _Z	M _Z V _Y	NM _Y M _Z	NM _Y M _Z V _Y V _Z	M _t	M _t V _Z		M _t V _Y
N377/N109	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 8 m η = 2.8	x: 0 m η = 9.8	x: 8 m η = 53.6	x: 0 m η = 2.4	η = 8.5	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 8 m η = 60.2	η < 0.1	η = 0.1	η = 1.6	η < 0.1	CUMPLE η = 80.2

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO														Estado
	N _t	N _c	M _Y	M _Z	V _Z	V _Y	M _Y V _Z	M _Z V _Y	NM _Y M _Z	NM _Y M _Z V _Y V _Z	M _t	M _t V _Z	M _t V _Y		
N377/N109	x: 8 m η = 1.3	x: 0 m η = 11.3	x: 8 m η = 42.2	x: 0 m η = 1.8	η = 6.7	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 8 m η = 48.4	η < 0.1	η < 0.1	η = 1.3	η < 0.1	CUMPLE η = 48.4	
Notación: N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _Y : Resistencia a flexión eje Y M _Z : Resistencia a flexión eje Z V _Z : Resistencia a corte Z V _Y : Resistencia a corte Y M _Y V _Z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _Z V _Y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _Y M _Z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _Y M _Z V _Y V _Z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _Z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _Y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%)															

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (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.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda} : \underline{1.04}$$



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.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

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

$$\mathbf{A} : \underline{106.00} \text{ cm}^2$$

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

$$\mathbf{f}_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$\mathbf{N}_{cr} : \underline{2592.75} \text{ kN}$$

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.

$$\mathbf{N}_{cr,y} : \underline{11117.83} \text{ kN}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$\mathbf{N}_{cr,z} : \underline{2592.75} \text{ kN}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\mathbf{N}_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y	: 11260.00	cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z	: 3923.00	cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t	: 102.70	cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w	: 486900.00	cm ⁶
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}	: 4.582	m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz}	: 5.600	m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt}	: 0.000	m
i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_o	: 11.97	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	: 10.31	cm
	i_z	: 6.08	cm
y_o , z_o : 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_o	: 0.00	mm
	z_o	: 0.00	mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura

ambiente (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$$120.60 \leq 168.93 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w: Altura del alma.

$$\mathbf{h_w} : 206.00 \text{ mm}$$

t_w: Espesor del alma.

$$\mathbf{t_w} : 10.00 \text{ mm}$$

A_w: Área del alma.

$$\mathbf{A_w} : 20.60 \text{ cm}^2$$

A_{fc,ef}: Área reducida del ala comprimida.

$$\mathbf{A_{fc,ef}} : 40.80 \text{ cm}^2$$

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$\mathbf{k} : 0.30$$

E: Módulo de elasticidad.

$$\mathbf{E} : 210000 \text{ MPa}$$

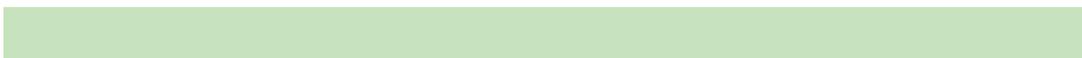
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\mathbf{f_{yf}} : 265.00 \text{ MPa}$$

Siendo:

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

Se debe satisfacer:



$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.28$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N109, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(180)H1$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : 74.70 kN

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

$N_{t,Rd}$: 2675.24 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 106.00 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 252.38 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 265.00 MPa

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.051} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.098} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N377, para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1 + 0.7 \cdot 5 \cdot N2(R)}.$$

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$\underline{N_{c,Ed} : 135.72 \text{ kN}}$$

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

$$\underline{N_{c,Rd} : \frac{2675.2}{4} \text{ kN}}$$

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.

Clas

$$\underline{e : 1}$$

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

$$\underline{A : 106.00 \text{ cm}^2}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\underline{MP}$$

$$\underline{f_{yd} : 252.38 \text{ a}}$$

Siendo:

$$\begin{array}{l}
 \mathbf{f}_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f}_y : 265.00 \text{ a} \\
 \gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del} \\
 \text{material.} \quad \gamma_{M0} : 1.05
 \end{array}$$

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

La resistencia de cálculo a pandeo $\mathbf{N}_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$\begin{array}{l}
 \mathbf{N}_{b,R} \quad 1382.0 \\
 \mathbf{d} : 2 \quad \text{kN}
 \end{array}$$

Donde:

$$\begin{array}{l}
 \mathbf{A}: \text{Área de la sección bruta para las secciones de clase} \\
 \text{1, 2 y 3.} \quad \mathbf{A} : 106.00 \text{ }^2 \\
 \mathbf{f}_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f}_{yd} : 252.38 \text{ a}
 \end{array}$$

Siendo:

$$\begin{array}{l}
 \mathbf{f}_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f}_y : 265.00 \text{ a} \\
 \gamma_{M1}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del} \\
 \text{material.} \quad \gamma_{M1} : 1.05
 \end{array}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\begin{array}{l}
 \chi_y : 0.88 \\
 \chi_z : 0.52
 \end{array}$$

Siendo:

	ϕ_y	: 0.68	
	ϕ_z	: 1.25	
α : Coeficiente de imperfección elástica.	α_y	: 0.34	
	α_z	: 0.49	
$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.	$\bar{\lambda}_y$: 0.50	
	$\bar{\lambda}_z$: 1.04	
N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:		2592.7	
	N_{cr}	: 5	kN
$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.		11117.	
	$N_{cr,y}$: 83	kN
$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.		2592.7	
	$N_{cr,z}$: 5	kN
$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.			
	$N_{cr,T}$: ∞	

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.536$$



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N109,
para la combinación de acciones

$$0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(180)H1.$$

$$\mathbf{M_{Ed}^+}: \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{Ed}^+} : 86.36 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N109,
para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1 + 0.75 \cdot N2(R)}.$$

$$\mathbf{M_{Ed}^-}: \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{Ed}^-} : 142.47 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

$$\mathbf{M_{c,Rd}} : 265.76 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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 :** 1

W_{pl,y}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **W_{pl,y} :** 1053.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 252.38 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 265.00 MPa

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

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.024 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N377, para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(90)H1 + 0.75 \cdot N1(EI)}.$$

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{Ed}^+} : 2.95 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N377, para la combinación de acciones

$$\underline{0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(180)H1}.$$

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{Ed}^-} : 2.98 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

$$\mathbf{M_{c,Rd}} : 125.79 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\mathbf{Clase} : 1$$

W_{pl,z}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$\mathbf{W_{pl,z}} : 498.40 \quad \text{cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : 252.38 \quad \text{MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: 265.00 MPa
γ_{m0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{m0}	: 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.85$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1 + 0.7 \cdot 5 \cdot N2(R)}.$$

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	V_{Ed}	: 29.69 kN
---	----------	------------

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

		349.7
$V_{c,Rd}$: 1	kN

Donde:

$$\mathbf{A_v}: \text{Área transversal a cortante.} \quad \mathbf{A_v} : \frac{24.00 \text{ cm}^2}{\text{cm}}$$

Siendo:

$$\mathbf{h}: \text{Canto de la sección.} \quad \mathbf{h} : \frac{240.0 \text{ m}}{0 \text{ m}}$$

$$\mathbf{t_w}: \text{Espesor del alma.} \quad \mathbf{t_w} : \frac{10.00 \text{ m}}{\text{m}}$$

$$\mathbf{f_{yd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f_{yd}} : \frac{252.3 \text{ MP}}{8 \text{ a}}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_y}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_y} : \frac{265.0 \text{ MP}}{0 \text{ a}}$$

$$\mathbf{\gamma_{mo}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma_{mo}} : \frac{1.05}{\text{materia}}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad \frac{20.6}{0} < \frac{65.9}{2}$$

Donde:

$$\mathbf{\lambda_w}: \text{Esbeltez del alma.} \quad \mathbf{\lambda_w} : \frac{20.60}{\text{materia}}$$

$\lambda_{\text{máx}}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{\text{máx}}$: 65.92

ε : Factor de reducción.

ε : 0.94

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 0 a 235.0 MP

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

f_y : 0 a 265.0 MP

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{\text{Ed}}}{V_{\text{c,Rd}}} \leq 1$$

η < **0.001** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(90)H1 + 0.75 \cdot N1(EI)}.$$

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

V_{Ed} : 0.53 kN

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

$V_{\text{c,Rd}}$: 1244.38 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : 85.40 cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : 106.00 cm²

d: Altura del alma. **d** : 206.00 mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : 10.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 252.38 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 265.00 MPa

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

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (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}**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$3.026 \leq 17.824$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1 + 0.75 \cdot N2(R)}.$$

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : 29.69 \text{ kN}$$

$$\mathbf{V_{c,Rd}}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad \mathbf{V_{c,Rd}} : 349.71 \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (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 $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{V_{Ed}} \leq \frac{\mathbf{V_{c,Rd}}}{2}$$

$$\mathbf{0.054} \leq \mathbf{63.424}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(90)H1 + 0.75 \cdot N1(EI)}.$$

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : 0.53 \text{ kN}$$

$$\mathbf{V_{c,Rd}}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad \mathbf{V_{c,Rd}} : 1244.38 \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : 0.588 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.602 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.424 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N109, para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot v(0)H1 + 0.75 \cdot N2(R)$.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : 126.90 kN
M_{y,Ed}, M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed} : 142.47 kN·m M_{z,Ed} : 0.58 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 : 1
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	N_{pl,Rd} : 2675.24 kN
	M_{pl,Rd,y} : 265.76 kN·m

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,z} : 125.79 \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

A: Área de la sección bruta. **A** : 106.00 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y} : 1053.00 \text{ cm}^3$

$W_{pl,z} : 498.40 \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 252.38 \text{ MPa}$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 265.00 \text{ MPa}$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M1} : 1.05$

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$k_y : 1.02$

$k_z : 1.13$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: 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. $\chi_y : 0.88$

$\chi_z : 0.52$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\bar{\lambda}_y : 0.50$

$\bar{\lambda}_z : 1.04$

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección. $\alpha_y : 0.60$

$\alpha_z : 0.60$

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.001 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

$$0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot \text{pesocorreas} + 0.8 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(180)H1.$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : 0.00$ kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : 8.80 \quad \text{kN} \cdot \text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : 60.41$ cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 252.38$ MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 265.00$ MPa

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \frac{0.01}{6} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1 + 0.75 \cdot N2(R)}.$$

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : 5.60 \text{ kN}$$

kN·

$$\mathbf{M_{T,Ed}}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{T,Ed}} : 0.00 \text{ m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $\mathbf{V_{pl,T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{pl,T,Rd}} : \frac{349.}{66} \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{V_{pl,Rd}}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad \mathbf{V_{pl,Rd}} : \frac{349.}{71} \text{ kN}$$

$$\mathbf{\tau_{T,Ed}}: \text{Tensiones tangenciales por torsión.} \quad \mathbf{\tau_{T,Ed}} : \frac{0.05}{60.4} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\mathbf{W_T}: \text{Módulo de resistencia a torsión.} \quad \mathbf{W_T} : \frac{60.4}{1} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \frac{252.}{38} \text{ MPa}$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \frac{265.}{00} \text{ MPa}$
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : \frac{1.05}{}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$\eta < \underline{0.001}$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 1.5 \cdot V(270)H1 + 0.75 \cdot N2(R)}.$$

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \frac{0.23}{}$ kN

kN·

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : \frac{0.00}{}$ m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$\begin{aligned} V_{pl,T} & 1244. \\ R_d & : 21 \quad \text{kN} \end{aligned}$$

Donde:

$$\begin{aligned} V_{pl,Rd} & \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} & V_{pl,Rd} & : 38 \quad \text{kN} \\ \tau_{T,Ed} & \text{Tensiones tangenciales por torsión.} & \tau_{T,Ed} & : 0.05 \quad \text{MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} W_T & \text{Módulo de resistencia a torsión.} & W_T & : 60.41 \quad \text{cm}^3 \\ f_{yd} & \text{Resistencia de cálculo del acero.} & f_{yd} & : 8 \quad \text{MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} f_y & \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & f_y & : 0 \quad \text{MPa} \\ \gamma_{M0} & \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \gamma_{M0} & : 1.05 \end{aligned}$$

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.013$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N109, para la combinación de acciones

$PP + \text{pesocorreas} + \text{pesocubierta} + 0.5 \cdot V(180)H1$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{14.92} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{1137.11} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{106.00} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{107.27} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{107.27} \text{ MPa}$$

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$k_{y,\theta} : \underline{0.40}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0.044$ ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0.113$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N377, para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

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

$N_{c,Ed} : 49.56 \quad \text{kN}$

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

$$N_{c,Rd} : 1137.11 \text{ kN}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

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

$$A : 106.00 \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 107.27 \text{ MPa}$$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : 107.27 \text{ MPa}$$

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

$$f_y : 265.00 \text{ MPa}$$

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : 0.40$$

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : 1.00$$

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:

$$N_{b,Rd} : 438.05 \quad \text{kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las
secciones de clase 1, 2 y 3. $A : 106.00 \quad \text{cm}^2$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 107.27 \quad \text{MPa}$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido $f_{y,\theta} : 107.27 \quad \text{MPa}$
para la temperatura que
alcanza el perfil.

f_y: Límite elástico.
(CTE DB SE-A,
Tabla 4.1) $f_y : 265.00 \quad \text{MPa}$

k_{y,θ}: Factor de
reducción del límite
elástico para la
temperatura que
alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : 0.40$

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de
seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

χ: Coeficiente de reducción por
pandeo.

	χ_y	: 0.77
	χ_z	: 0.39
Siendo:		
	ϕ_y	: 0.81
	ϕ_z	: 1.63
α : Coeficiente de imperfección elástica.	α_y	: 0.49
	α_z	: 0.49
$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.		
	$\bar{\lambda}_y$: 0.63
	$\bar{\lambda}_z$: 1.31
$k_{\lambda,\theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{\lambda,\theta}$: 1.26
N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:	N_{cr}	: 2592.75 kN
$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	$N_{cr,y}$: 11117.83 kN
$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	$N_{cr,z}$: 2592.75 kN
$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	$N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.422** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N109, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(180)H1.

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}⁺** : 20.24 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N109, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}⁻** : 47.72 kN·m

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

M_{c,Rd} : 112.96 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 : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y} : 1053.00 \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 107.27 \text{ MPa}$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : 107.27 \text{ MPa}$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 265.00 \text{ MPa}$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : 0.40$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.018 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N377, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(90)H1.

$$M_{Ed}^+ : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^+ : 0.99 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N377, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(180)H1.

$$M_{Ed}^- : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^- : 0.93 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : 53.47 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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 :** 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$:** 498.40 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 107.27 MPa

Siendo:

$$f_{y,0} : 107.27 \quad \text{MPa}$$

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

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

f_y : 265.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.40

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.067 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

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

V_{Ed} : 9.93 kN

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

$$V_{c,Rd} : \underline{148.64 \text{ kN}}$$

Donde:

$$A_v: \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{24.00 \text{ cm}^2}$$

Siendo:

$$h: \text{Canto de la sección.} \quad h : \underline{240.00 \text{ mm}}$$

$$t_w: \text{Espesor del alma.} \quad t_w : \underline{10.00 \text{ mm}}$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{107.27 \text{ MPa}}$$

Siendo:

$$f_{y,\theta}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad f_{y,\theta} : \underline{107.27 \text{ MPa}}$$

f_y : Límite elástico.

(CTE DB SE-A,
Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00 \text{ MPa}}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.40}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \qquad \mathbf{20.60 < 65.92}$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbeltz del alma.} \qquad \lambda_w : \underline{20.60}$$

$$\lambda_{\text{máx}}: \text{Esbeltz máxima.} \qquad \lambda_{\text{máx}} : \underline{65.92}$$

$$\varepsilon: \text{Factor de reducción.} \qquad \varepsilon : \underline{0.94}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_{ref}}: \text{Límite elástico de referencia.} \qquad \mathbf{f_{ref}} : \underline{235.00 \text{ MPa}}$$

$$\mathbf{f_y}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \qquad \mathbf{f_y} : \underline{265.00 \text{ MPa}}$$

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < 0.001 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(90)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : 0.18 kN

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

V_{c,Rd} : 528.92 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : 85.40 cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : 106.00 cm²

d: Altura del alma. **d** : 206.00 mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : 10.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 107.27 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **f_{y,θ}** : 107.27 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>265.00 MPa</u>
$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{y,\theta}$: <u>0.40</u>
$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M,\theta}$: <u>1.00</u>

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados -

Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$1.012 \leq 7.576$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$PP + pesocorreas + pesocubierta + 0.5 \cdot v(0)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 9.93 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 148.64 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados -**Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.018 \leq 26.958$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(90)H1.

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

$$V_{Ed} : 0.18 \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : 528.92 \text{ kN}$$

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : 0.464 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\gamma_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\gamma_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : 0.484 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\gamma_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : 0.362 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N109, para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·v(0)H1.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : 43.03 kN
M_{y,Ed}, M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed} : 47.72 kN·m M_{z,Ed} : 0.22 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 : 1
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	N_{pl,Rd} : 1137.11 kN
M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z} : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{pl,Rd,y} : 112.96 kN·m M_{pl,Rd,z} : 53.47 kN·m
Resistencia a pandeo : (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)	
A : Área de la sección bruta.	A : 106.00 cm ²
W_{pl,y}, W_{pl,z} : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	W_{pl,y} : 1053.00 cm ³ W_{pl,z} : 498.40 cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : 107.27 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : 107.27$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 265.00$ MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : 0.40$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

$k_y : 1.02$

$k_z : 1.14$

$C_{m,y}, C_{m,z}$: 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. $\chi_y : 0.77$
 $\chi_z : 0.39$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\bar{\lambda}_y : 0.63$
 $\bar{\lambda}_z : 1.31$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección. $\alpha_y : 0.60$
 $\alpha_z : 0.60$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio

(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 para la combinación de acciones

$PP + pesocorreas + pesocubierta + 0.5 \cdot V(180)H1$.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$0.475 \leq 7.576$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z} : 4.66 \text{ kN}$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z} : 148.64 \text{ kN}$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < 0.001 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(180)H1.

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M}_{T,Ed} : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo **M_{T,Rd}** viene dado por:

$$\mathbf{M}_{T,Rd} : 3.74 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : 60.41 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 107.27 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **f_{y,θ}** : 107.27 MPa

f_y: Límite elástico.

(CTE DB SE-A,

Tabla 4.1)

f_y : 265.00 MPa

k_{y,θ}: Factor de

k_{y,θ} : 0.40

reducción del límite

elástico para la

temperatura que

alcanza el perfil.

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$\eta : 0.013$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(270)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **$V_{Ed} : 1.90$ kN**

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed} : 0.00$ kN·m**

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

$V_{pl,T,Rd} : 148.63$ kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd} : 148.64$ kN**

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

	$\tau_{T,Ed}$: 0.02 MPa
--	--------------------------

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

	W_T : 60.41 cm ³
--	-------------------------------

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

	f_{yd} : 107.27 MPa
--	-----------------------

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

	$f_{y,\theta}$: 107.27 MPa
--	-----------------------------

f_y : Límite elástico.

(CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

	f_y : 265.00 MPa
--	--------------------

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

	$k_{y,\theta}$: 0.40
--	-----------------------

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

	$\gamma_{M,\theta}$: 1.00
--	----------------------------

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta < \mathbf{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(270)H1.

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

$$\mathbf{V_{Ed}} : \underline{0.07} \text{ kN}$$

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{T,Ed}} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **V_{pl,T,Rd}** viene dado por:

$$\mathbf{V_{pl,T,Rd}} : \underline{528.87} \text{ kN}$$

Donde:

V_{pl,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$\mathbf{V_{pl,Rd}} : \underline{528.92} \text{ kN}$$

τ_{T,Ed}: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\mathbf{\tau_{T,Ed}} : \underline{0.02} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión.

$$\mathbf{W_T} : \underline{60.41} \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{107.27} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido $f_{y,\theta}$: 107.27 MPa
para la temperatura que
alcanza el perfil.

f_y : Límite elástico.

(CTE DB SE-A,

Tabla 4.1)

f_y : 265.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de
reducción del límite
elástico para la
temperatura que
alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.40

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de
seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

FLECHA	
Maximo	7,496mm
Distancia	5,849m

2.18 ARRIOSTRAMIENTO -VOLADIZO

Barra N105/N379

Perfil: Ø20 Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N105	N379	10.269	3.14	0.79	0.79	1.57
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	0.00	0.00	0.00	0.00		
L _K	0.000	0.000	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						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 60 Factor de forma: 200.00 m-1 Temperatura máx. de la barra: 671.5 °C Pintura intumescente: 1.0 mm						

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado	
	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z		M _t V _y
N105/N379	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	η = 12.0	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾	CUMPLE η = 12.0
Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. ⁽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⁾ No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁷⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.															

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
N105/N379	η = 12.2	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾	CUMPLE η = 12.2
Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. ⁽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⁾ No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁷⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.														

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - SITUACIÓN DE INCENDIO													Estado
	N _t	N _c	M _Y	M _Z	V _Z	V _Y	M _Y V _Z	M _Z V _Y	NM _Y M _Z	NM _Y M _Z V _Y V _Z	M _t	M _t V _Z	M _t V _Y	
Notación: N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _Y : Resistencia a flexión eje Y M _Z : Resistencia a flexión eje Z V _Z : Resistencia a corte Z V _Y : Resistencia a corte Y M _Y V _Z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _Z V _Y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _Y M _Z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _Y M _Z V _Y V _Z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _t V _Z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _Y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede														

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

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras de arriostramiento traccionadas no debe superar el valor 4.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda} < 0.01$ ✓

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 3.14 cm²

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

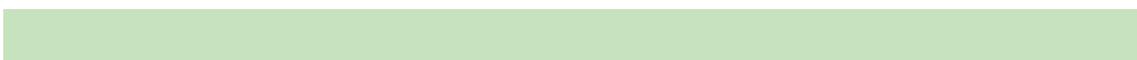
f_y : 265.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : ∞

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

Se debe satisfacer:



$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0 \quad \mathbf{0.12}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

$$\underline{1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot \text{pesocorreas} + 1.35 \cdot \text{pesocubierta} + 0.9 \cdot V(180)H2 + 1.5 \cdot N1(EI)}$$

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{N_{t,E}} \\ d : \underline{9.53 \text{ kN}}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$\mathbf{N_{t,R}} \\ d : \underline{79.29 \text{ kN}}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{3.14 \text{ cm}^2} \\ \underline{252.3 \text{ MP}}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{8 \text{ a}}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{0 \text{ a}} \\ \underline{265.0 \text{ MP}}$$

γ_{m0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{m0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : **0.122** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+pesocorreas+pesocubierta+0.5·V(180)H2.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

N_{t,Ed} : 3.03 kN

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

N_{t,Rd} : 24.83 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 3.14 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 79.04 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

f_{y,θ} : 79.04 MPa

f_y : Límite elástico.

(CTE DB SE-A, Tabla
4.1)

f_y : 265.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de
reducción del límite
elástico para la
temperatura que
alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.30

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de
seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

2.19 PLACAS DE ANCLAJE

2.19.1 PLACA DE ANCLAJE PARA PILARES DÁRSENAS

-Placa base: Ancho X: 550 mm Ancho Y: 550 mm Espesor: 30 mm -Pernos: 8Ø25 mm L=45 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: 2(150x0x8.0) Paralelos Y: 2(150x0x8.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 236 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 108 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a X: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 46.7 Calculado: 46.7	Cumple Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 29 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 125.01 kN Calculado: 98.89 kN Máximo: 87.51 kN Calculado: 5.32 kN Máximo: 125.01 kN Calculado: 106.49 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 156.15 kN Calculado: 94.52 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 500 MPa Calculado: 193.52 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 412.5 kN Calculado: 5.07 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 275 MPa Calculado: 77.3065 MPa Calculado: 58.3032 MPa Calculado: 170.918 MPa Calculado: 214.94 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple

-Placa base: Ancho X: 550 mm Ancho Y: 550 mm Espesor: 30 mm -Pernos: 8Ø25 mm L=45 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: 2(150x0x8.0) Paralelos Y: 2(150x0x8.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 8963.57	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 12801.7	Cumple
- Arriba:	Calculado: 4891.65	Cumple
- Abajo:	Calculado: 3524.22	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 275 MPa Calculado: 248.842 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.126 - Punto de tensión local máxima: (0.128, -0.275)		

2.19.2 PLACA DE ANCLAJE PILARILLOS DARSENAS

-Placa base: Ancho X: 450 mm Ancho Y: 450 mm Espesor: 18 mm -Pernos: 8Ø20 mm L=35 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x8.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 185 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 77 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 34.7	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 23 cm Calculado: 35 cm	Cumple

-Placa base: Ancho X: 450 mm Ancho Y: 450 mm Espesor: 18 mm -Pernos: 8Ø20 mm L=35 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x8.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 77.78 kN Calculado: 68.78 kN Máximo: 54.45 kN Calculado: 5.79 kN Máximo: 77.78 kN Calculado: 77.05 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 99.86 kN Calculado: 64.69 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 500 MPa Calculado: 208.624 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 198 kN Calculado: 5.42 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 275 MPa Calculado: 228.995 MPa Calculado: 115.338 MPa Calculado: 244.076 MPa Calculado: 268.281 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 765.815 Calculado: 1145.42 Calculado: 2668.71 Calculado: 2664.77	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 275 MPa Calculado: 175.022 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.169 - Punto de tensión local máxima: (0.1, 0.2875)		

2.19.3 PLACA DE ANCLAJE PILAR AUXILIAR

-Placa base: Ancho X: 550 mm Ancho Y: 550 mm Espesor: 22 mm -Pernos: 8Ø25 mm L=60 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(150x0x8.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 236 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 97 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 45.2	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 29 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 166.68 kN Calculado: 87.49 kN Máximo: 116.68 kN Calculado: 6.05 kN Máximo: 166.68 kN Calculado: 96.13 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 156.15 kN Calculado: 82.69 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 500 MPa Calculado: 169.836 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 302.5 kN Calculado: 5.66 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 275 MPa Calculado: 134.001 MPa Calculado: 202.38 MPa Calculado: 175.19 MPa Calculado: 185.493 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda:	Mínimo: 250 Calculado: 1307.46 Calculado: 848.917	Cumple Cumple

-Placa base: Ancho X: 550 mm Ancho Y: 550 mm Espesor: 22 mm -Pernos: 8Ø25 mm L=60 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(150x0x8.0)		
Comprobación	Valores	Estado
- Arriba:	Calculado: 5426.36	Cumple
- Abajo:	Calculado: 4293.14	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 275 MPa Calculado: 173.671 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.128		
- Punto de tensión local máxima: (-0.13, -0.275)		

2.19.4 PLACA DE ANCLAJE PILAR AUXILIAR-VOLADIZO

-Placa base: Ancho X: 550 mm Ancho Y: 550 mm Espesor: 25 mm -Pernos: 8Ø25 mm L=55 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(150x0x9.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 236 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 96 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 40.2	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 29 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 152.79 kN Calculado: 84.72 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 106.95 kN Calculado: 7.52 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 152.79 kN Calculado: 95.46 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 156.15 kN Calculado: 80.03 kN	Cumple

-Placa base: Ancho X: 550 mm Ancho Y: 550 mm Espesor: 25 mm -Pernos: 8Ø25 mm L=55 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(150x0x9.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 500 MPa Calculado: 163.916 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 343.75 kN Calculado: 7 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 275 MPa	
- Derecha:	Calculado: 175.413 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 103.54 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 153.419 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 195.059 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 946.802	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1650.29	Cumple
- Arriba:	Calculado: 5233.61	Cumple
- Abajo:	Calculado: 5175.4	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 275 MPa Calculado: 128.115 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.149		
- Punto de tensión local máxima: (-0.13, 0.13)		

2.19.5 PLACA DE ANCLAJE PILARILLO AUXILIAR

-Placa base: Ancho X: 450 mm Ancho Y: 450 mm Espesor: 18 mm -Pernos: 8Ø20 mm L=35 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x8.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 185 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 77 mm	Cumple

-Placa base: Ancho X: 450 mm Ancho Y: 450 mm Espesor: 18 mm -Pernos: 8Ø20 mm L=35 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x8.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 34.7	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 23 cm Calculado: 35 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 77.78 kN Calculado: 63.15 kN Máximo: 54.45 kN Calculado: 4.54 kN Máximo: 77.78 kN Calculado: 69.64 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 99.86 kN Calculado: 59.71 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 500 MPa Calculado: 191.95 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 198 kN Calculado: 4.26 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 275 MPa Calculado: 170.858 MPa Calculado: 194.276 MPa Calculado: 246.232 MPa Calculado: 235.76 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 1117.51 Calculado: 994.393 Calculado: 2779.15 Calculado: 2954.81	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 275 MPa Calculado: 167.568 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.142		

-Placa base: Ancho X: 450 mm Ancho Y: 450 mm Espesor: 18 mm -Pernos: 8Ø20 mm L=35 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x8.0)		
Comprobación	Valores	Estado
- Punto de tensión local máxima: (0.1, 0.2875)		

2.19.6 PLACA DE ANCLAJE PILAR VOLADIZO

-Placa base: Ancho X: 550 mm Ancho Y: 550 mm Espesor: 20 mm -Pernos: 8Ø25 mm L=45 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(150x0x9.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 236 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 107 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltz de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 41.5	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 29 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 125.01 kN Calculado: 70.87 kN Máximo: 87.51 kN Calculado: 3.68 kN Máximo: 125.01 kN Calculado: 76.13 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 156.15 kN Calculado: 67.36 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 500 MPa Calculado: 137.692 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 275 kN Calculado: 3.41 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 275 MPa	

-Placa base: Ancho X: 550 mm Ancho Y: 550 mm Espesor: 20 mm -Pernos: 8Ø25 mm L=45 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(150x0x9.0)		
Comprobación	Valores	Estado
- Derecha:	Calculado: 203.694 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 168.351 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 170.614 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 124.071 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 737.98	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1061.19	Cumple
- Arriba:	Calculado: 4538.36	Cumple
- Abajo:	Calculado: 5763.05	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 275 MPa Calculado: 181.62 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.105		
- Punto de tensión local máxima: (-0.12, 0.12)		

2.20 CIMENTACIÓN

2.20.1 ZAPATA (1)-EDIFICIO DARSENAS Y EXTREMOS ED AUXILIAR

Zapata más desfavorecida-pilar dársenas

Dimensiones: 300 x 300 x 100 Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.1962 MPa Calculado: 0.0369837 MPa Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.048069 MPa Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0573885 MPa	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 77.8 % Reserva seguridad: 2432.6 %	Cumple Cumple
Deslizamiento de la zapata: - Situaciones persistentes: <i>CTE DB-SE C (Cimientos): Tabla 2.1</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 5.73	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 78.85 kN·m Momento: 41.13 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 38.46 kN Cortante: 18.25 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 80.1 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N14:	Mínimo: 53 cm Calculado: 92 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	

Dimensiones: 300 x 300 x 100 Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 134 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 134 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 134 cm	Cumple

Dimensiones: 300 x 300 x 100 Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 134 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 44 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 90 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

2.20.2 ZAPATA (2) PILARES EXTREMOS DÁRSENAS

Dimensiones: 260 x 260 x 100 Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1962 MPa Calculado: 0.0334521 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0316863 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0840717 MPa	Cumple

Dimensiones: 260 x 260 x 100 Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 192.1 % Reserva seguridad: 8.1 %	Cumple Cumple
Deslizamiento de la zapata: - Situaciones persistentes: <i>CTE DB-SE C (Cimientos): Tabla 2.1</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.1	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 30.82 kN·m Momento: 100.87 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 10.40 kN Cortante: 103.20 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 23.9 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N13:	Mínimo: 53 cm Calculado: 92 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0002 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0001	Cumple Cumple Cumple Cumple

Dimensiones: 260 x 260 x 100 Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Calculado: 114 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 90 cm	Cumple

Dimensiones: 260 x 260 x 100		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 90 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

2.20.3 ZAPATA (3) PILAR DÁRSENAS Y VOLADIZO

Dimensiones: 280 x 280 x 100		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1962 MPa Calculado: 0.0403191 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.055917 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.074556 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 17.4 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 1968.1 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>CTE DB-SE C (Cimientos): Tabla 2.1</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.9	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 127.06 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 41.57 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 78.68 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 15.50 kN	Cumple

Dimensiones: 280 x 280 x 100 Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 89.6 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N3:	Mínimo: 53 cm Calculado: 92 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple

Dimensiones: 280 x 280 x 100 Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 124 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 124 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 124 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 124 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 34 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 90 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

2.20.4 ZAPATA (4) PILAR ED AUXILIAR

Dimensiones: 300 x 300 x 100 Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1962 MPa Calculado: 0.0405153 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0427716 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0589581 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1799.1 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 54.8 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata: - Situaciones persistentes: <i>CTE DB-SE C (Cimientos): Tabla 2.1</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 3.97	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X:	Momento: 52.29 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -76.41 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X:	Cortante: 22.76 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 40.22 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 100.8 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N39:	Mínimo: 68 cm Calculado: 92 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple

Dimensiones: 300 x 300 x 100 Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Calculado: 0.0009</p> <p>Mínimo: 0.0001</p> <p>Mínimo: 0.0002</p> <p>Mínimo: 0.0001</p> <p>Mínimo: 0.0002</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i></p> <p>- Parrilla inferior:</p> <p>- Parrilla superior:</p>	<p>Mínimo: 12 mm</p> <p>Calculado: 16 mm</p> <p>Calculado: 16 mm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Máximo: 30 cm</p> <p>Calculado: 25 cm</p> <p>Calculado: 25 cm</p> <p>Calculado: 25 cm</p> <p>Calculado: 25 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Mínimo: 10 cm</p> <p>Calculado: 25 cm</p> <p>Calculado: 25 cm</p> <p>Calculado: 25 cm</p> <p>Calculado: 25 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i></p> <p>- Armado inf. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia abajo:</p>	<p>Calculado: 133 cm</p> <p>Mínimo: 16 cm</p> <p>Mínimo: 16 cm</p> <p>Mínimo: 16 cm</p> <p>Mínimo: 16 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	

Dimensiones: 300 x 300 x 100		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 90 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

2.20.5 ZAPATA (5) PILAR AUXILIAR-VOLADIZO

Dimensiones: 320 x 320 x 100		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1962 MPa Calculado: 0.043164 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0481671 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0693567 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1317.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 72.8 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>CTE DB-SE C (Cimientos): Tabla 2.1</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 4.89	Cumple

Dimensiones: 320 x 320 x 100 Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 71.51 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 130.74 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 34.14 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 69.85 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 127.5 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N31:	Mínimo: 63 cm Calculado: 92 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple

Dimensiones: 320 x 320 x 100 Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Calculado: 143 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 90 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

2.20.6 ZAPATA (6) PILARILLOS DÁRSENAS

Dimensiones: 230 x 230 x 100 Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.1962 MPa Calculado: 0.0337464 MPa Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0361008 MPa Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0624897 MPa	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 568.0 % Reserva seguridad: 25.1 %	Cumple Cumple
Deslizamiento de la zapata: - Situaciones persistentes: <i>CTE DB-SE C (Cimientos): Tabla 2.1</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 3.01	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 17.50 kN·m Momento: 48.66 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 2.16 kN Cortante: 12.26 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 44.4 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N75:	Mínimo: 42 cm Calculado: 92 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple Cumple

Dimensiones: 230 x 230 x 100 Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0001	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Calculado: 90 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm	Cumple

Dimensiones: 230 x 230 x 100 Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 90 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

2.20.7 ZAPATA (7) COMBINADA

Dimensiones: 300 x 300 x 100 Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1962 MPa Calculado: 0.0380628 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0584676 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0732807 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 90.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 213.0 %	Cumple

Dimensiones: 300 x 300 x 100 Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Deslizamiento de la zapata: - Situaciones persistentes: <i>CTE DB-SE C (Cimientos): Tabla 2.1</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 3.39	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 75.41 kN·m Momento: 79.87 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 39.83 kN Cortante: 19.13 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 53.4 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N12: - N397:	Calculado: 92 cm Mínimo: 56 cm Mínimo: 68 cm	Cumple Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009 Mínimo: 0.0002 Mínimo: 0.0002 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0001	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm Calculado: 16 mm	Cumple Cumple

Dimensiones: 300 x 300 x 100 Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 134 cm Mínimo: 16 cm Calculado: 134 cm Mínimo: 16 cm Calculado: 171 cm Mínimo: 16 cm Calculado: 90 cm Mínimo: 19 cm Calculado: 134 cm Mínimo: 19 cm Calculado: 134 cm Mínimo: 19 cm Calculado: 171 cm Mínimo: 19 cm Calculado: 90 cm	 Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 90 cm Calculado: 90 cm Calculado: 90 cm Calculado: 90 cm	 Cumple Cumple Cumple Cumple

Dimensiones: 300 x 300 x 100		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 90 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

2.20.8 ZAPATA (8) PILARILLOS ED AUXILIAR

Dimensiones: 225 x 225 x 100		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1962 MPa Calculado: 0.0322749 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0344331 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.067689 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 42.7 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 1412.3 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>CTE DB-SE C (Cimientos): Tabla 2.1</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 3.43	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 54.60 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 10.81 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		

Dimensiones: 225 x 225 x 100 Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección X:	Cortante: 5.59 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 1.57 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 31.9 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N415:	Mínimo: 42 cm Calculado: 92 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple

Dimensiones: 225 x 225 x 100 Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 30 cm Calculado: 105 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 30 cm Calculado: 105 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 90 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 90 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

2.20.9 VIGA DE ATADO

Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple

2.21 UNIONES

Especificaciones para uniones soldadas

Norma:

CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.6.
Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

Materiales:

- Perfiles (Material base): S275.

- Material de aportación (soldaduras): Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base. (4.4.1 CTE DB SE-A)

Disposiciones constructivas:

- 1) Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.

- 2) Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.

- 3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.

- 4) En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 4 veces el espesor de garganta.

- 5) Las soldaduras en ángulo entre dos piezas que forman un ángulo β deberán cumplir con la condición de que dicho ángulo esté comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:
 - Si se cumple que $\beta > 120$ (grados): se considerará que no transmiten esfuerzos.
 - Si se cumple que $\beta < 60$ (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.



Unión en 'T' Unión en solape

Comprobaciones:

a) Cordones de soldadura a tope con penetración total:

En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.

b) Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes:

Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm (artículo 8.6.3.3b del CTE DB SE-A).

c) Cordones de soldadura en ángulo:

Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 8.6.2.3 CTE DB SE-A.

Se comprueban los siguientes tipos de tensión:

Tensión de Von Mises

Tensión normal

Donde $K = 1$.

Los valores que se muestran en las tablas de comprobación resultan de las combinaciones de esfuerzos que hacen máximo el aprovechamiento tensional para ambas comprobaciones, por lo que es posible que aparezcan dos valores distintos de la tensión normal si cada aprovechamiento máximo resulta en combinaciones distintas.

1.1.2.- Especificaciones para uniones atornilladas

Norma:

CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.5. Resistencia de los medios de unión. Uniones atornilladas.

Materiales:

- Perfiles (Material base): S275.
- Clase de acero de los tornillos pretensados empleados: 10.9 (4.3.1 CTE DB SE-A).

Disposiciones constructivas:

- 1) Se han considerado las siguientes distancias mínimas y máximas entre ejes de agujeros y entre éstos y los bordes de las piezas:

Disposiciones constructivas para tornillos, según artículo 8.5.1 CTE DB SE-A							
Distancias	Al borde de la pieza		Entre agujeros		Entre tornillos		
	e1 ⁽¹⁾	e2 ⁽²⁾	p1 ⁽¹⁾	p2 ⁽²⁾	Compresión	Tracción	
						Filas exteriores	Filas interiores
Mínimas	1.2 do	1.5 do	2.2 do	3 do	p1 y p2	p1, e	p1, i
Máximas ⁽³⁾	40 mm + 4t 150 mm 12t		14t 200 mm		14t 200 mm	14t 200 mm	28t 400 mm

Notas:
 (1) Paralela a la dirección de la fuerza
 (2) Perpendicular a la dirección de la fuerza
 (3) Se considera el menor de los valores do: Diámetro del agujero.
 t: Menor espesor de las piezas que se unen.
 En el caso de esfuerzos oblicuos, se interpolan los valores de manera que el resultado quede del lado de la seguridad.

- 2) No deben soldarse ni los tornillos ni las tuercas.

- 3) Cuando los tornillos se dispongan en posición vertical, la tuerca se situará por debajo de la cabeza del tornillo.

- 4) Debe comprobarse antes de la colocación que las tuercas pueden desplazarse libremente sobre el tornillo correspondiente.

- 5) En cada tornillo, se colocará una arandela con chaflán (EN 14399-6) en el lado de la cabeza, de tal manera que el chaflán de la arandela se sitúa hacia la cabeza. Para el lado de la tuerca, se permite usar una arandela plana (EN 14399-5) o una arandela con chaflán (EN 14399-6), con el chaflán de la arandela situado hacia la tuerca.

- 6) Los agujeros deben realizarse por taladrado u otro proceso que proporcione un acabado equivalente.

7) El punzonado se admite para piezas de hasta 15 mm de espesor, siempre que el espesor nominal de la pieza no sea mayor que el diámetro nominal del agujero (o dimensión mínima si el agujero no es circular). De realizar el punzonado, se recomienda realizarlo con un diámetro 3 mm menor que el diámetro definitivo y luego taladrar hasta el diámetro nominal.

8) Condiciones para el apriete de los tornillos pretensados:

- Los tornillos de un grupo, antes de iniciar el pretensado, deben estar apretados como si fueran tornillos sin pretensar.

- Con la finalidad de garantizar la capacidad frente al deslizamiento de las superficies a unir, las piezas a unir serán tratadas de la siguiente manera: Superficies limpiadas a cepillo metálico o con llama, con eliminación de partes oxidadas (Clase C según UNE-ENV 1090-1:1997).

- Con objeto de alcanzar un pretensado uniforme, el apriete se realizará progresivamente, desde los tornillos centrales de un grupo hasta los bordes, para posteriormente realizar ciclos adicionales de apriete. Pueden utilizarse lubricantes entre las tuercas y tornillos o entre las arandelas y el componente que gira, siempre que no se alcance la superficie de contacto, esté contemplado como posibilidad por el procedimiento y lo admita el pliego de condiciones.

- Si un conjunto tornillo, tuerca y arandelas se ha apretado hasta el pretensado mínimo y luego aflojado, debe ser retirado y descartar su utilización, salvo que lo admita el pliego de condiciones.

- El apriete se realizará siguiendo uno de los procedimientos que se indican a continuación, el cual debe estar calibrado mediante ensayos:

a) Método de control del par torsor:

Se utiliza una llave dinamométrica para alcanzar el par de apriete necesario para producir la fuerza de pretensado en el tornillo utilizada en el dimensionamiento de las uniones. En la siguiente tabla se indican valores orientativos de los pares torsores correspondientes a cada diámetro de tornillo:

Acero clase 10.9	
Diámetro del tornillo	Par torsor de apriete (N·m)
M16	320

b) Método del giro de la tuerca:

Se realiza una marca permanente en la posición de "apretado a tope " y luego se da el giro de la tuerca necesario para alcanzar el pretensado mínimo en el tornillo, determinado por los correspondientes ensayos de procedimiento.

c) Método del indicador directo de tensión:

Este método es de aplicación a dispositivos tales como las arandelas indicadoras de tensión, que denotan cuándo se ha alcanzado el pretensado mínimo, mediante el control de la tensión en el tornillo.

No es aplicable a la medición directa de tornillos pretensados mediante el uso de instrumentos hidráulicos.

Después de que el apriete alcance la condición uniforme de "apretado a tope", todos los tornillos se apretarán hasta obtener, al menos, el pretensado mínimo especificado según se determine en los ensayos de procedimiento o de calibración.

Las separaciones medidas en las arandelas indicadoras de tensión pueden promediarse para establecer la aceptabilidad del conjunto tornillo, tuerca y arandelas.

Este método requiere una atención especial con respecto a la planeidad y a las tolerancias de espesor de las chapas en las uniones.

d) Método combinado:

Se realiza un apriete inicial por el método a), con una llave ajustada a un par torsor con el que se alcance el 75% del pretensado mínimo, a continuación se marca la posición de la tuerca (como en el método b) y luego se aplica una segunda fase de apriete final, en la que se da el giro de tuerca determinado de los ensayos de procedimiento.

Comprobaciones:

Se realizan las comprobaciones indicadas en los artículos 8.5.2, 8.8.3 y 8.8.6 de CTE DB SE-A.

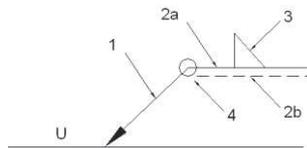
1.1.3.- Referencias y simbología

a[mm]: Espesor de garganta del cordón de soldadura en ángulo, que será la altura mayor, medida perpendicularmente a la cara exterior, entre todos los triángulos que se pueden inscribir entre las superficies de las piezas que hayan alcanzado la fusión y la superficie exterior de las soldaduras. 8.6.2.a CTE DB SE-A



L[mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

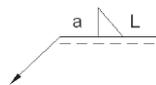
Método de representación de soldaduras



Referencias:

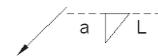
- 1: línea de la flecha
- 2a: línea de referencia (línea continua)
- 2b: línea de identificación (línea a trazos)
- 3: símbolo de soldadura
- 4: indicaciones complementarias
- U: Unión

Referencias 1, 2a y 2b



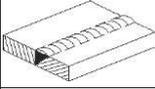
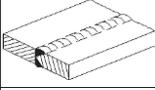
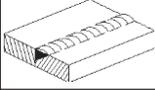
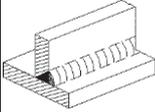
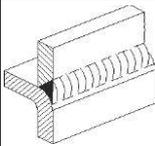
El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha.

Referencia 3

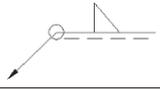
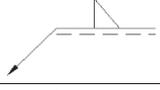
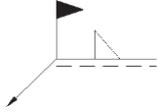


El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha.

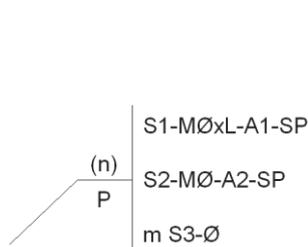
Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en 'V' simple (con chaflán)		

Soldadura a tope en bisel simple		✓
Soldadura a tope en bisel doble		K
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		Y
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		▷
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo		✓

Referencia 4

Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje

Método de representación de los tornillos de una unión

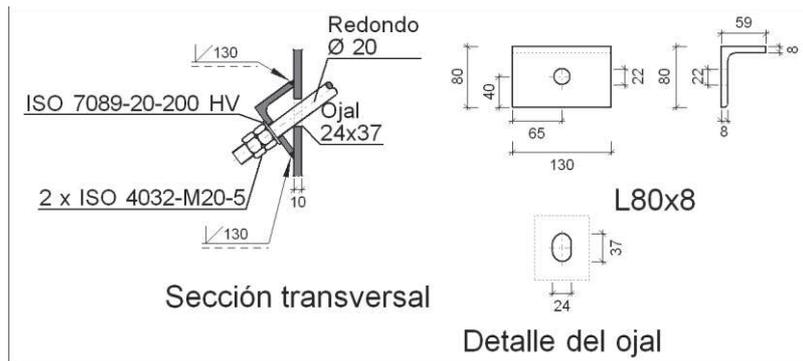


Referencias:

- n: Cantidad de tornillos
- P: Tornillos pretensados resistentes a deslizamiento
- S1: Norma de especificación del tornillo
- Ø[mm]: Diámetro nominal
- L[mm]: Longitud nominal del tornillo
- A1: Clase de calidad del acero del tornillo
- S2: Norma de especificación de la tuerca
- A2: Clase de calidad del acero de la tuerca
- m: Cantidad de arandelas
- S3: Norma de especificación de la arandela
- SP: Sistema de pretensado

2.21.1 UNIONES CRUCES DE SAN ANDRES DE LAS CUBIERTAS

a) Detalle



b) Comprobación

1) Redondo Ø20

Según el artículo 8.6.3 del CTE DB SE-A, las soldaduras a tope con penetración total de esta unión no necesitan ser comprobadas.

c) Medición

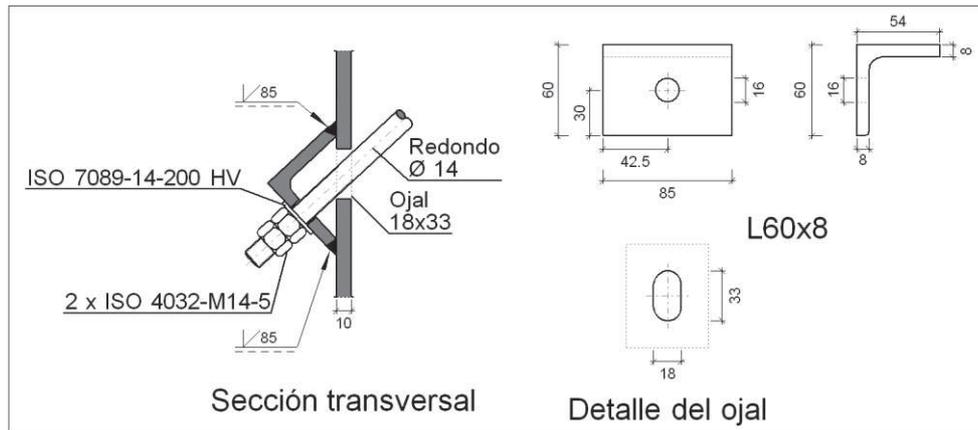
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
430.0	En taller	A tope en bisel simple	8	260

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L80x8	130	1.24
			Total	1.24

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M20
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-20

2.21.2 UNIONES CRUCES DE SAN ANDRÉS FACHADAS

a) Detalle



b) Comprobación

1) Redondo Ø14

Según el artículo 8.6.3 del CTE DB SE-A, las soldaduras a tope con penetración total de esta unión no necesitan ser comprobadas.

c) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
430.0	En taller	A tope en bisel simple	8	170

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L60x8	85	0.60
	Total			0.60

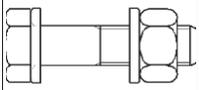
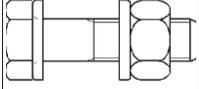
Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M14
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-14

2.21.3 UNIÓN PILAR-DINTEL DÁRSENAS (pdiente hacia abajo)

Descripción de los componentes de la unión

Perfiles								
Pieza	Descripción	Geometría				Acero		
		Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Pilar	HE 240 B	240	240	17	10	S275	275.0	430.0
Dintel	IPE 500	500	200	16	10.2	S275	275.0	430.0
Viga	IPE 400	400	180	13.5	8.6	S275	275.0	430.0

Elementos complementarios								
Pieza	Geometría			Taladros		Acero		
	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Chapa de apoyo de la viga IPE 400	210	445	14	6	18	S275	275.0	430.0
Chapa vertical de la viga IPE 400	205	366.2	9	-	-	S275	275.0	430.0
Rigidizador	206	205	18	-	-	S275	275.0	430.0
Rigidizador	206	110	18	-	-	S275	275.0	430.0
Chapa frontal: Dintel IPE 500	235	635	18	12	18	S275	275.0	430.0
Chapa frontal: Viga (b) IPE 400	210	445	14	6	18	S275	275.0	430.0
Chapa frontal: Viga (c) IPE 400	210	445	14	6	18	S275	275.0	430.0

Elementos de tornillería								
Descripción	Pretensado	Geometría			Acero			
		Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f _y (MPa)	f _u (MPa)	
EN 14399-3-M16x65-10.9-HR EN 14399-3-M16-10-HR 2 EN14399-6-16	X		M16	65	10.9	900.0	1000.0	
EN 14399-3-M16x60-10.9-HR EN 14399-3-M16-10-HR 2 EN14399-6-16	X		M16	60	10.9	900.0	1000.0	

Comprobación

Pilar HE 240 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	-	20.60	64.71	31.83	
	Cortante	kN	452.323	547.392	82.63	
Ala	Desgarro	MPa	174.779	261.905	66.73	

Rigidizadores		Cortante	MPa	146.189	261.905	55.82
Viga (a) IPE 500	Ala	Tracción por flexión	kN	62.294	113.040	55.11
		Tracción	kN	51.671	357.669	14.45
	Alma	Tracción	kN	68.211	142.545	47.85
Viga (b) IPE 400	Rigidizadores	Tracción	kN	21.231	368.697	5.76
	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	40.230	113.040	35.59
	Chapa vertical	Tracción	kN	37.998	166.621	22.81
Viga (c) IPE 400	Rigidizadores	Tracción	kN	20.364	368.697	5.52
	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	38.588	113.040	34.14
	Chapa vertical	Tracción	kN	36.447	166.621	21.87

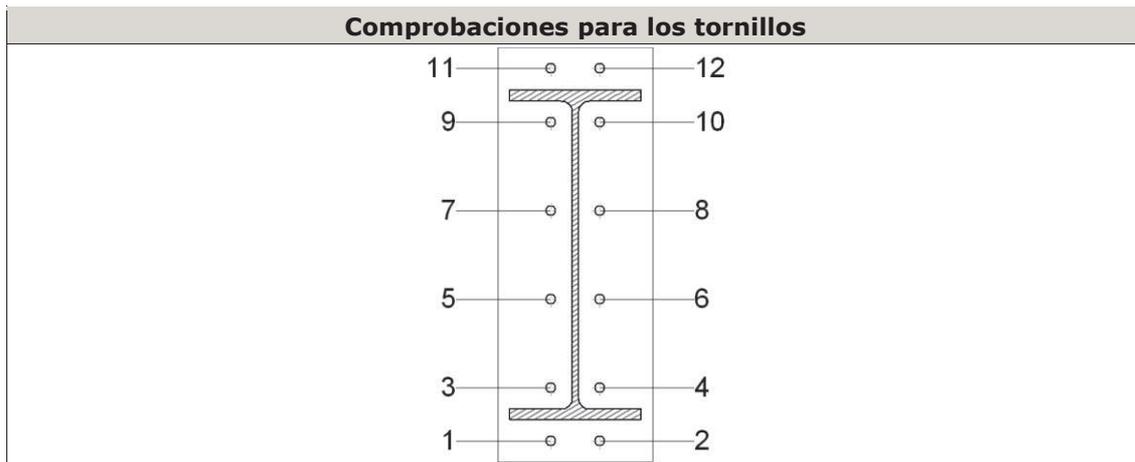
Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	6	30.7	30.7	0.4	61.3	15.15	30.7	8.91	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	6	12.6	12.6	0.4	25.1	6.21	12.6	3.65	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	4	0.0	0.0	5.8	10.0	2.48	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	4	0.0	0.0	73.8	127.9	31.60	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	4	0.0	0.0	18.2	31.6	7.80	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	4	0.0	0.0	5.8	10.0	2.48	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	8	51.6	51.6	21.9	109.9	27.16	51.6	14.99	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	4	0.0	0.0	83.2	144.0	35.59	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	8	0.0	0.0	19.8	34.3	8.48	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	4	0.0	0.0	0.7	1.2	0.29	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	8	57.0	57.0	1.5	114.0	28.18	57.0	16.57	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	4	0.0	0.0	87.3	151.2	37.36	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	6	29.4	29.4	0.1	58.7	14.51	29.4	8.53	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	6	13.8	13.8	0.2	27.6	6.82	13.8	4.01	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	4	0.0	0.0	5.8	10.0	2.46	0.0	0.00	430.0	0.85

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	4	0.0	0.0	70.9	122.8	30.35	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	4	0.0	0.0	17.8	30.8	7.61	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	4	0.0	0.0	5.8	10.0	2.46	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	8	45.4	45.4	35.6	109.8	27.14	50.5	14.67	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	4	0.0	0.0	78.8	136.5	33.74	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	8	0.0	0.0	21.5	37.3	9.21	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	4	0.0	0.0	0.5	0.8	0.20	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	8	59.5	59.5	1.5	119.1	29.43	59.5	17.31	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	4	0.0	0.0	91.2	157.9	39.02	0.0	0.00	430.0	0.85

IPE 500

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	62.294	104.359	59.69
Ala	Compresión	kN	271.914	843.377	32.24
	Tracción	kN	89.479	328.512	27.24
Alma	Tracción	kN	69.475	242.735	28.62

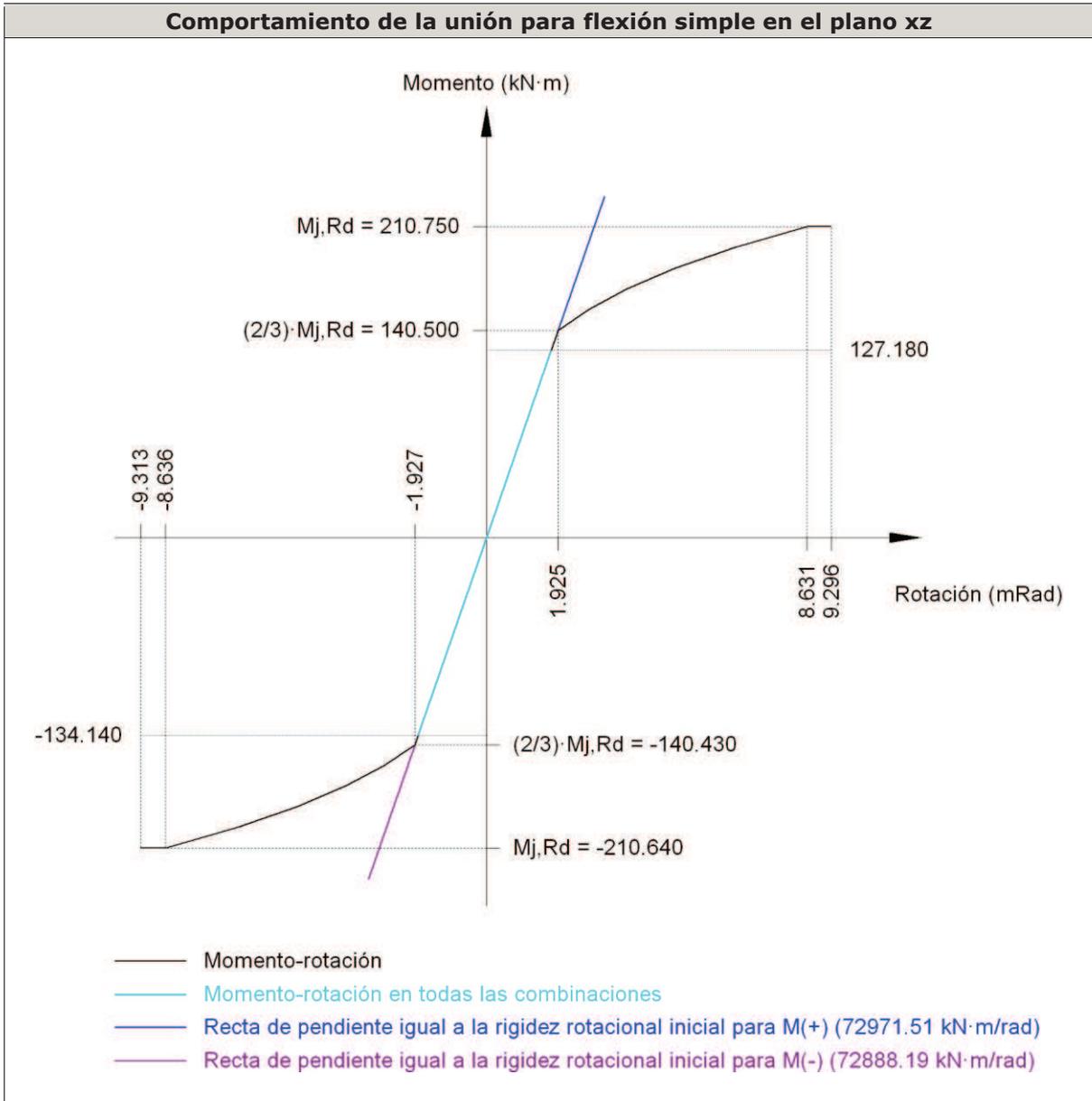
Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	8	58.0	64.9	0.1	126.6	31.27	59.1	17.18	430.0	0.85
Soldadura del alma	5	60.9	60.9	23.0	128.2	31.67	60.9	17.71	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	8	68.8	61.5	0.2	126.8	31.33	68.8	20.00	430.0	0.85



Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	M16	Deslizamiento	8.979	26.376	34.04	Vástago	104.042	113.040	92.04	34.04	92.04
		Aplastamiento	8.382	140.747	5.96	Punzonamiento	62.294	311.737	19.98		
2	M16	Deslizamiento	8.978	26.376	34.04	Vástago	104.008	113.040	92.01	34.04	92.01
		Aplastamiento	8.405	140.747	5.97	Punzonamiento	61.787	311.737	19.82		
3	M16	Deslizamiento	8.979	26.376	34.04	Vástago	103.352	113.040	91.43	34.04	91.43
		Aplastamiento	8.979	233.920	3.84	Punzonamiento	51.894	311.737	16.65		
4	M16	Deslizamiento	8.978	26.376	34.04	Vástago	103.318	113.040	91.40	34.04	91.40
		Aplastamiento	8.978	233.920	3.84	Punzonamiento	51.386	311.737	16.48		
5	M16	Deslizamiento	8.979	26.376	34.04	Vástago	102.214	113.040	90.42	34.04	90.42
		Aplastamiento	8.979	233.920	3.84	Punzonamiento	34.737	311.737	11.14		
6	M16	Deslizamiento	8.978	26.376	34.04	Vástago	102.180	113.040	90.39	34.04	90.39
		Aplastamiento	8.978	233.920	3.84	Punzonamiento	34.230	311.737	10.98		
7	M16	Deslizamiento	8.979	26.376	34.04	Vástago	101.873	113.040	90.12	34.04	90.12
		Aplastamiento	8.979	233.920	3.84	Punzonamiento	29.610	311.737	9.50		

Tomillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
8	M16	Deslizamiento	8.978	26.376	34.04	Vástago	101.871	113.040	90.12	34.04	90.12
		Aplastamiento	8.978	233.920	3.84	Punzonamiento	29.575	311.737	9.49		
9	M16	Deslizamiento	8.979	26.376	34.04	Vástago	102.862	113.040	91.00	34.04	91.00
		Aplastamiento	8.979	233.920	3.84	Punzonamiento	44.513	311.737	14.28		
10	M16	Deslizamiento	8.978	26.376	34.04	Vástago	102.858	113.040	90.99	34.04	90.99
		Aplastamiento	8.978	233.920	3.84	Punzonamiento	44.451	311.737	14.26		
11	M16	Deslizamiento	8.979	26.376	34.04	Vástago	103.463	113.040	91.53	34.04	91.53
		Aplastamiento	8.979	140.739	6.38	Punzonamiento	53.572	311.737	17.18		
12	M16	Deslizamiento	8.978	26.376	34.04	Vástago	103.458	113.040	91.52	34.04	91.52
		Aplastamiento	8.978	140.739	6.38	Punzonamiento	53.493	311.737	17.16		

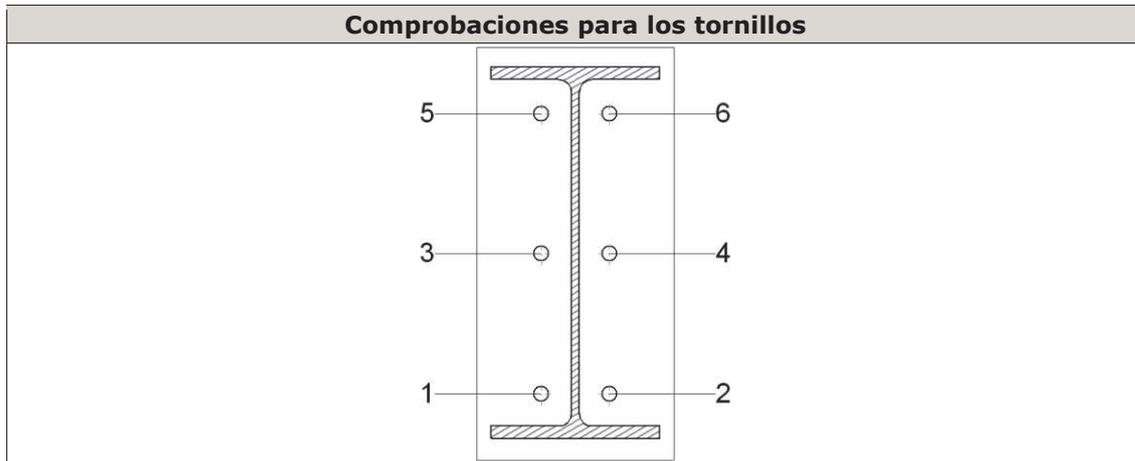
Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	30449.35	72971.51
Calculada para momentos negativos	30449.35	72888.19



Viga IPE 400

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	38.588	111.871	34.49
Ala	Compresión	kN	70.381	625.445	11.25
	Tracción	kN	18.762	305.944	6.13
Alma	Tracción	kN	39.651	171.700	23.09

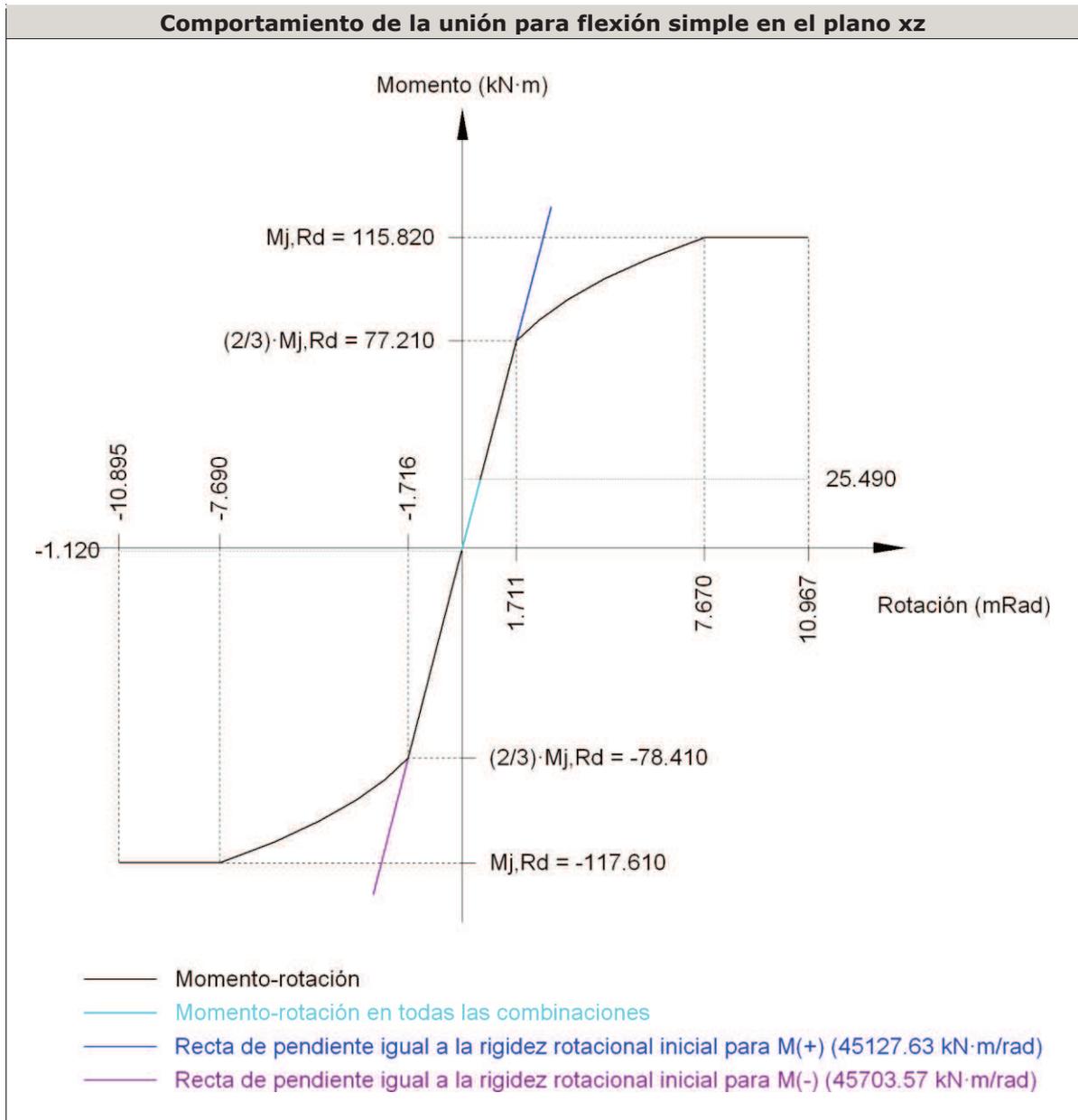
Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	6	39.0	39.0	0.1	78.1	19.30	39.0	11.35	430.0	0.85
Soldadura del alma	4	51.9	51.9	5.6	104.3	25.78	51.9	15.10	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	6	29.0	29.0	0.2	57.9	14.32	29.0	8.42	430.0	0.85



Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	M16	Deslizamiento	2.579	26.376	9.78	Vástago	100.341	113.040	88.77	10.38	88.77
		Aplastamiento	2.579	192.640	1.34	Punzonamiento	6.451	256.724	2.51		
2	M16	Deslizamiento	2.585	26.376	9.80	Vástago	100.183	113.040	88.63	10.40	88.63
		Aplastamiento	2.585	192.640	1.34	Punzonamiento	4.090	256.724	1.59		
3	M16	Deslizamiento	2.579	26.376	9.78	Vástago	101.232	113.040	89.55	10.38	89.55
		Aplastamiento	2.579	192.640	1.34	Punzonamiento	19.777	256.724	7.70		
4	M16	Deslizamiento	2.584	26.376	9.80	Vástago	101.336	113.040	89.65	10.40	89.65
		Aplastamiento	2.584	192.640	1.34	Punzonamiento	21.339	256.724	8.31		
5	M16	Deslizamiento	2.578	26.376	9.78	Vástago	102.386	113.040	90.58	10.37	90.58
		Aplastamiento	2.578	192.640	1.34	Punzonamiento	37.036	256.724	14.43		

Tomillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
6	M16	Deslizamiento	2.583	26.376	9.79	Vástago	102.490	113.040	90.67	10.39	90.67
		Aplastamiento	2.583	192.640	1.34	Punzonamiento	38.588	256.724	15.03		

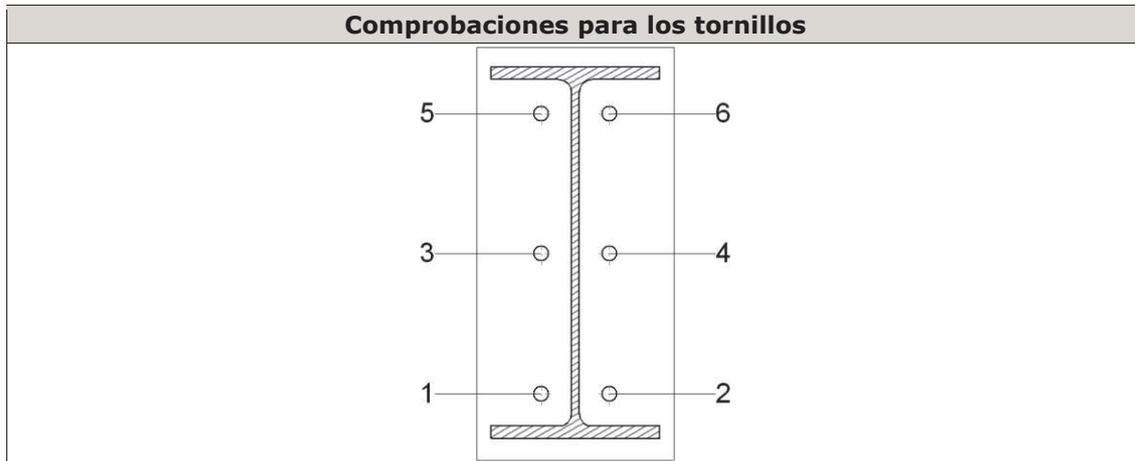
Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	16124.59	45127.63
Calculada para momentos negativos	16124.59	45703.57



IPE 400

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	40.230	111.871	35.96
Ala	Compresión	kN	68.341	619.716	11.03
	Tracción	kN	19.560	305.944	6.39
Alma	Tracción	kN	41.338	171.700	24.08

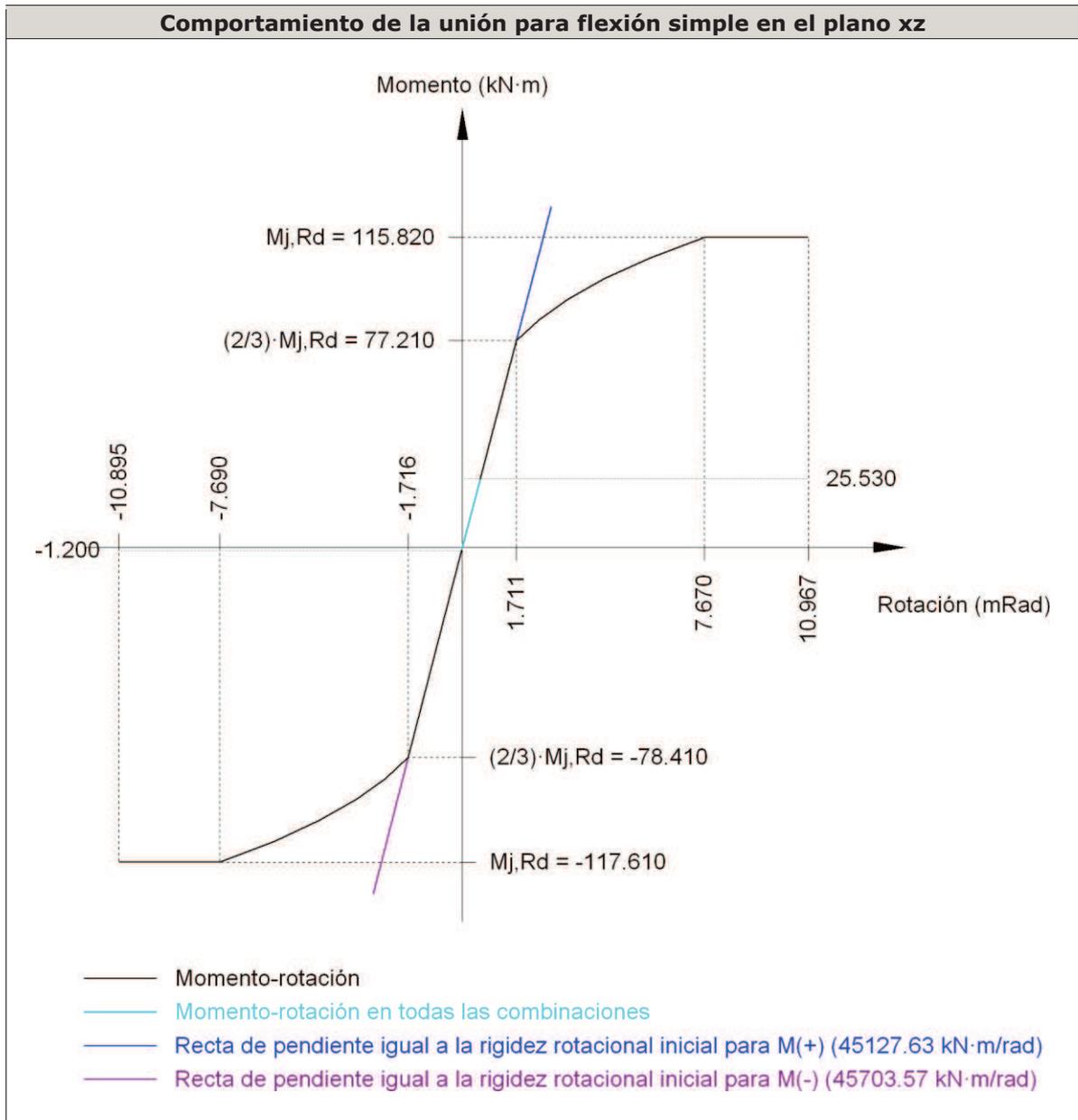
Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	6	40.0	40.0	0.4	79.9	19.75	40.0	11.62	430.0	0.85
Soldadura del alma	4	54.2	54.2	5.6	108.7	26.87	54.2	15.74	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	6	28.2	28.2	0.4	56.4	13.95	28.2	8.20	430.0	0.85



Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	M16	Deslizamiento	2.613	26.376	9.91	Vástago	100.114	113.040	88.56	10.62	88.56
		Aplastamiento	2.613	192.640	1.36	Punzonamiento	3.057	256.724	1.19		
2	M16	Deslizamiento	2.606	26.376	9.88	Vástago	100.326	113.040	88.75	10.59	88.75
		Aplastamiento	2.606	192.640	1.35	Punzonamiento	6.237	256.724	2.43		
3	M16	Deslizamiento	2.615	26.376	9.92	Vástago	101.294	113.040	89.61	10.63	89.61
		Aplastamiento	2.615	192.640	1.36	Punzonamiento	20.712	256.724	8.07		
4	M16	Deslizamiento	2.607	26.376	9.88	Vástago	101.401	113.040	89.70	10.60	89.70
		Aplastamiento	2.607	192.640	1.35	Punzonamiento	22.312	256.724	8.69		
5	M16	Deslizamiento	2.618	26.376	9.93	Vástago	102.496	113.040	90.67	10.64	90.67
		Aplastamiento	2.618	192.640	1.36	Punzonamiento	38.668	256.724	15.06		

Tomillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
6	M16	Deslizamiento	2.608	26.376	9.89	Vástago	102.600	113.040	90.76	10.60	90.76
		Aplastamiento	2.608	192.640	1.35	Punzonamiento	40.230	256.724	15.67		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	16124.59	45127.63
Calculada para momentos negativos	16124.59	45703.57



d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
430.0	En taller	En ángulo	4	7538
			5	877
			6	3054
			8	3092

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	206x205x18	23.87
		2	206x110x18	6.40
	Chapas	2	205x366x9	10.61
		4	210x445x14	41.08
		1	235x635x18	21.09
	Total			

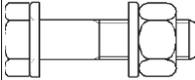
Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 10.9	12	EN 14399-3-M16x60-HR
		12	EN 14399-3-M16x65-HR
Tuercas	Clase 10	24	EN 14399-3-M16-HR
Arandelas	Dureza 300 HV	48	EN14399-6-16

2.21.4 UNIÓN DINTEL PILAR DÁRSENAS (pdiente hacia arriba)

Descripción de los componentes de la unión

Perfiles								
Pieza	Descripción	Geometría				Acero		
		Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HE 240 B	240	240	17	10	S275	275.0	430.0
Dintel	IPE 500	500	200	16	10.2	S275	275.0	430.0
Viga	IPE 400	400	180	13.5	8.6	S275	275.0	430.0

Elementos complementarios								
Pieza	Geometría			Taladros		Acero		
	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa de apoyo de la viga IPE 400	210	450	14	6	18	S275	275.0	430.0
Chapa vertical de la viga IPE 400	205	369.3	9	-	-	S275	275.0	430.0
Rigidizador	206	205	18	-	-	S275	275.0	430.0
Rigidizador	206	110	18	-	-	S275	275.0	430.0
Chapa frontal: Viga (a) IPE 500	235	540	18	8	18	S275	275.0	430.0
Chapa frontal: Viga (b) IPE 400	210	450	14	6	18	S275	275.0	430.0
Chapa frontal: Viga (c) IPE 400	210	450	14	6	18	S275	275.0	430.0

Elementos de tornillería							
Descripción	Pretensado	Geometría			Acero		
		Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (MPa)	f_u (MPa)
EN 14399-3-M16x65-10.9-HR EN 14399-3-M16-10-HR 2 EN14399-6-16	X		M16	65	10.9	900.0	1000.0
EN 14399-3-M16x60-10.9-HR EN 14399-3-M16-10-HR 2 EN14399-6-16	X		M16	60	10.9	900.0	1000.0

Comprobación

Pilar HE 240 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	-	20.60	64.71	31.83	
	Cortante	kN	338.209	551.561	61.32	
Rigidizadores	Ala	Desgarro	MPa	74.164	261.905	28.32
		Cortante	MPa	118.171	261.905	45.12
dintel) IPE 500	Ala	Tracción por flexión	kN	64.737	113.040	57.27
		Tracción	kN	29.287	357.669	8.19
	Alma	Tracción	kN	87.432	167.844	52.09
Viga (b) IPE 400	Rigidizadores	Tracción	kN	6.663	368.697	1.81
	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	12.626	113.040	11.17
	Chapa vertical	Tracción	kN	11.926	166.621	7.16
Viga (c) IPE 400	Rigidizadores	Tracción	kN	9.253	368.697	2.51
	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	17.533	113.040	15.51
	Chapa vertical	Tracción	kN	16.560	166.621	9.94

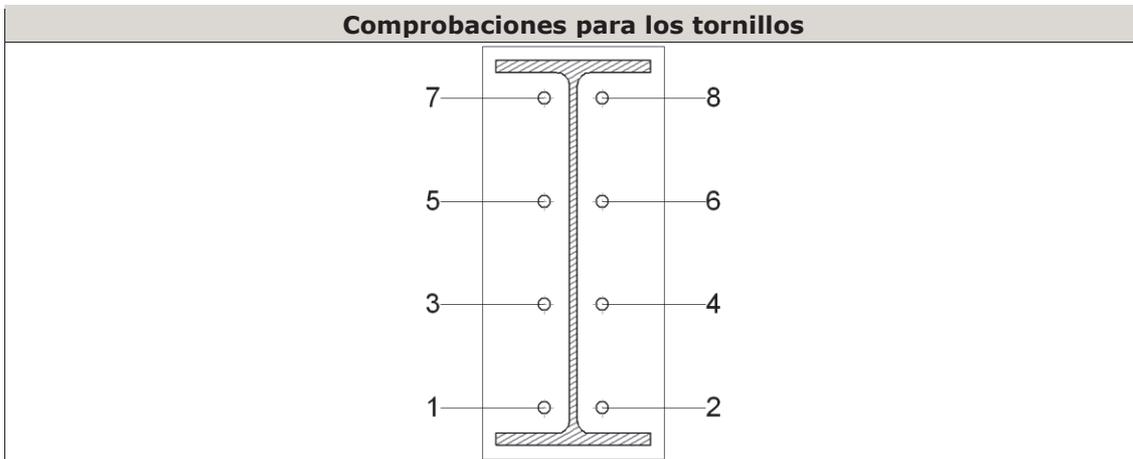
Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (MPa)	β_w
		σ_{\perp} (MPa)	τ_{\perp} (MPa)	$\tau_{//}$ (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	6	9.8	9.8	0.0	19.7	4.86	9.8	2.86	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	6	8.7	8.7	0.0	17.3	4.28	8.7	2.52	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	4	0.0	0.0	1.6	2.7	0.68	0.0	0.00	430.0	0.85

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	4	0.0	0.0	23.2	40.2	9.93	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	4	0.0	0.0	11.8	20.4	5.05	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	4	0.0	0.0	1.6	2.7	0.68	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	8	37.6	37.6	4.8	75.6	18.68	37.6	10.92	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	4	0.0	0.0	58.7	101.7	25.12	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	8	0.0	0.0	10.3	17.9	4.41	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	4	0.0	0.0	0.1	0.2	0.06	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	8	43.3	43.3	0.1	86.5	21.38	43.3	12.58	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	4	0.0	0.0	66.2	114.6	28.32	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	6	13.7	13.7	0.0	27.3	6.75	13.7	3.97	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	6	6.1	6.1	0.1	12.2	3.03	6.1	1.78	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	4	0.0	0.0	1.7	2.9	0.71	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	4	0.0	0.0	31.7	54.9	13.58	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	4	0.0	0.0	9.6	16.6	4.11	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	4	0.0	0.0	1.7	2.9	0.71	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	8	37.7	37.7	5.2	76.0	18.77	37.7	10.96	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	4	0.0	0.0	58.9	102.1	25.22	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	8	0.0	0.0	9.1	15.7	3.89	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	4	0.0	0.0	0.2	0.3	0.07	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	8	43.1	43.1	0.0	86.2	21.31	43.1	12.53	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	4	0.0	0.0	65.9	114.2	28.22	0.0	0.00	430.0	0.85

Dintel IPE 500

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	64.737	113.040	57.27
Ala	Compresión	kN	264.818	843.377	31.40
	Tracción	kN	33.905	328.512	10.32
Alma	Tracción	kN	87.432	242.735	36.02

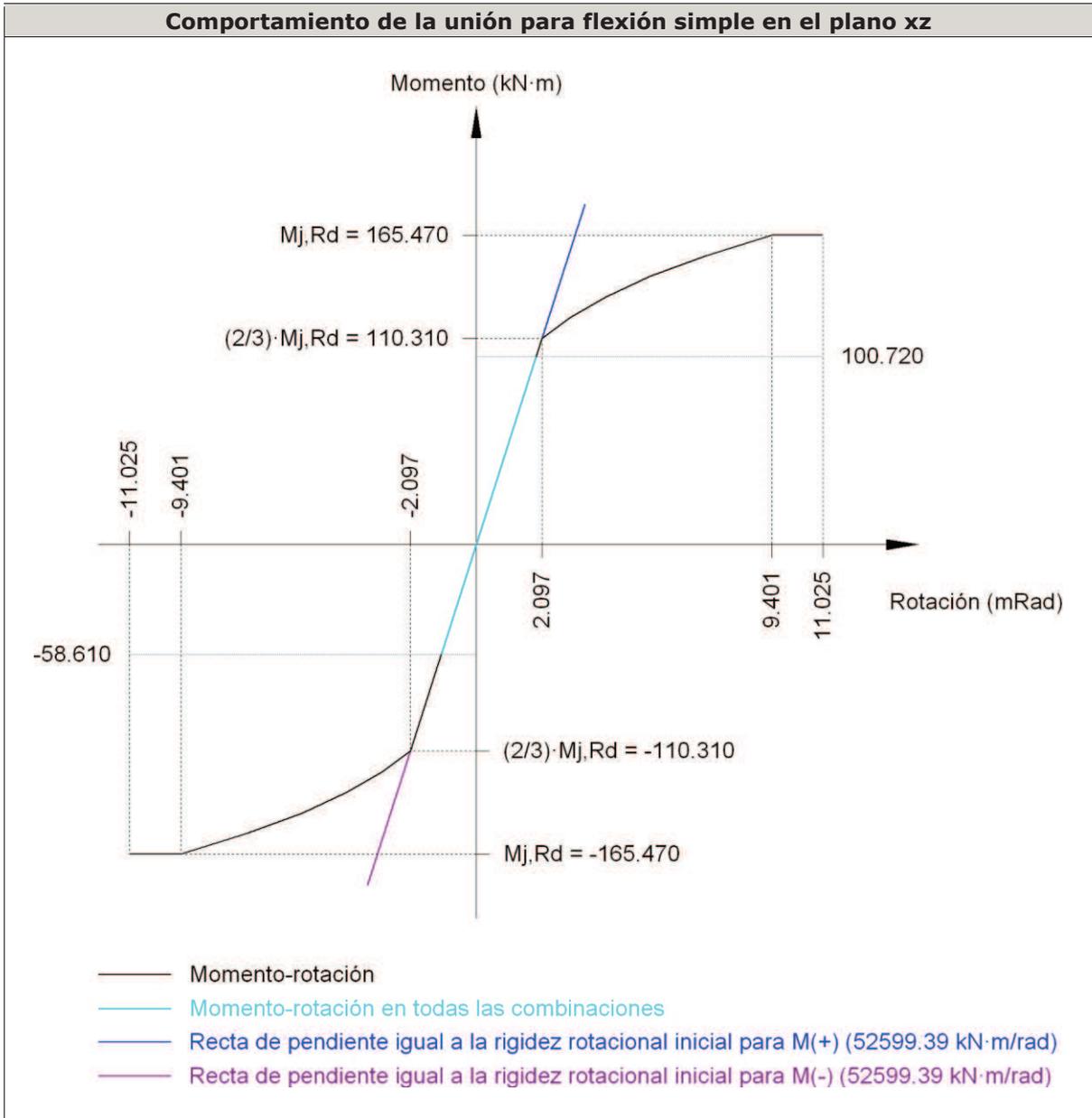
Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	8	44.3	49.5	0.1	96.6	23.86	44.7	13.00	430.0	0.85
Soldadura del alma	5	76.0	76.0	25.4	158.2	39.10	76.0	22.09	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	8	43.1	48.2	0.1	94.0	23.24	43.9	12.76	430.0	0.85



Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	M16	Deslizamiento	13.935	26.376	52.83	Vástago	102.944	113.040	91.07	52.83	91.07
		Aplastamiento	13.935	233.920	5.96	Punzonamiento	45.746	311.737	14.67		
2	M16	Deslizamiento	13.937	26.376	52.84	Vástago	102.934	113.040	91.06	52.84	91.06
		Aplastamiento	13.937	233.920	5.96	Punzonamiento	45.600	311.737	14.63		
3	M16	Deslizamiento	13.935	26.376	52.83	Vástago	101.976	113.040	90.21	52.83	90.21

Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
		Aplastamiento	13.935	233.920	5.96	Punzonamiento	31.158	311.737	9.99		
4	M16	Deslizamiento	13.937	26.376	52.84	Vástago	101.966	113.040	90.20	52.84	90.20
		Aplastamiento	13.937	233.920	5.96	Punzonamiento	31.012	311.737	9.95		
5	M16	Deslizamiento	13.935	26.376	52.83	Vástago	102.809	113.040	90.95	52.83	90.95
		Aplastamiento	13.935	233.920	5.96	Punzonamiento	43.716	311.737	14.02		
6	M16	Deslizamiento	13.937	26.376	52.84	Vástago	102.808	113.040	90.95	52.84	90.95
		Aplastamiento	13.937	233.920	5.96	Punzonamiento	43.701	311.737	14.02		
7	M16	Deslizamiento	13.935	26.376	52.83	Vástago	104.204	113.040	92.18	52.83	92.18
		Aplastamiento	13.935	233.920	5.96	Punzonamiento	64.737	311.737	20.77		
8	M16	Deslizamiento	13.937	26.376	52.84	Vástago	104.203	113.040	92.18	52.84	92.18
		Aplastamiento	13.937	233.920	5.96	Punzonamiento	64.722	311.737	20.76		

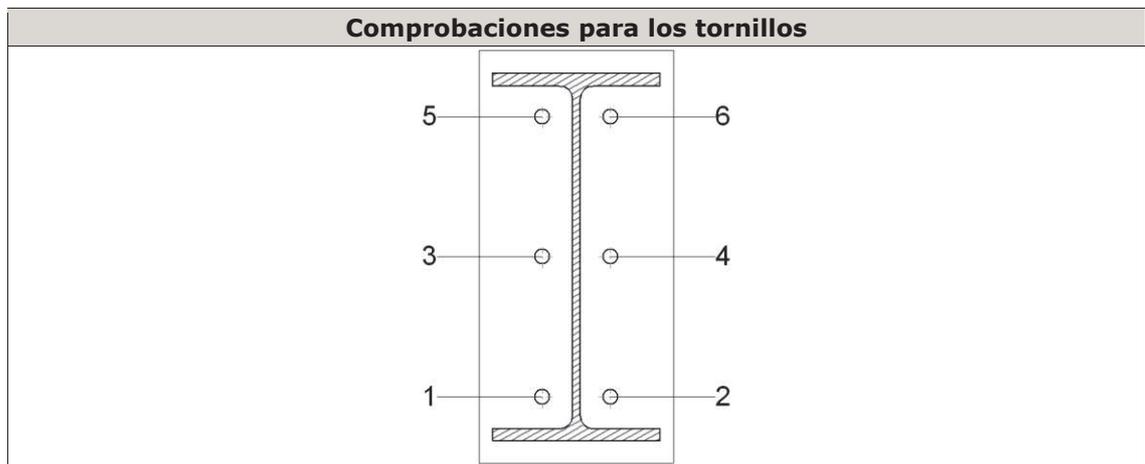
Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	24563.92	52599.39
Calculada para momentos negativos	24563.92	52599.39



IPE 400

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	17.533	113.040	15.51
Ala	Compresión	kN	22.968	605.298	3.79
	Tracción	kN	9.016	287.180	3.14
Alma	Tracción	kN	17.033	164.799	10.34

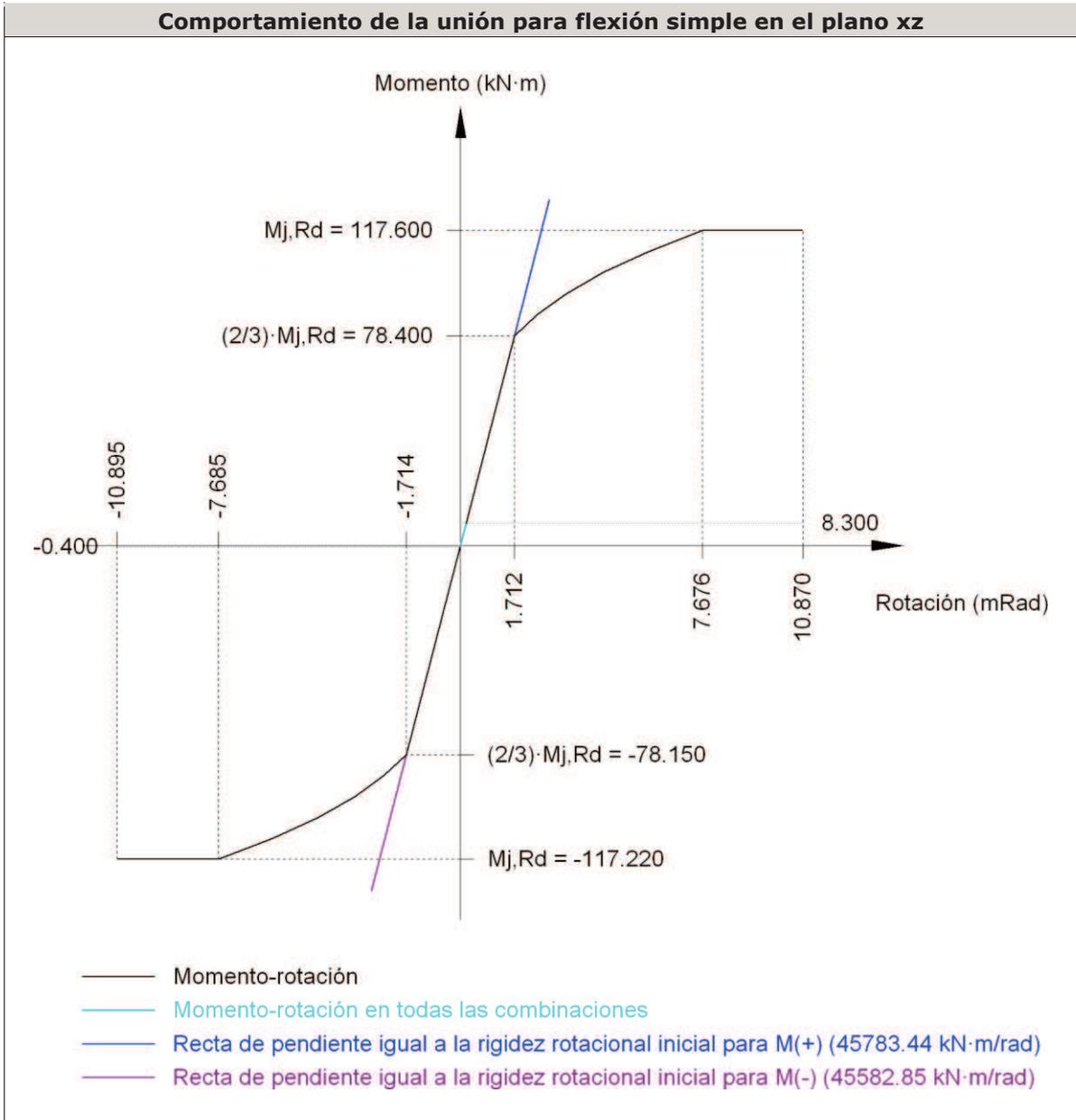
Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	6	17.2	17.2	0.0	34.3	8.49	17.2	4.99	430.0	0.85
Soldadura del alma	4	24.6	24.6	1.6	49.2	12.16	24.6	7.14	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	6	10.6	10.6	0.1	21.3	5.25	10.6	3.09	430.0	0.85



Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	M16	Deslizamiento	0.751	26.376	2.85	Vástago	100.254	113.040	88.69	3.00	88.69
		Aplastamiento	0.751	192.640	0.39	Punzonamiento	5.151	256.724	2.01		
2	M16	Deslizamiento	0.751	26.376	2.85	Vástago	100.045	113.040	88.50	3.00	88.50
		Aplastamiento	0.751	192.640	0.39	Punzonamiento	2.028	256.724	0.79		
3	M16	Deslizamiento	0.751	26.376	2.85	Vástago	100.545	113.040	88.95	3.00	88.95
		Aplastamiento	0.751	192.640	0.39	Punzonamiento	9.503	256.724	3.70		
4	M16	Deslizamiento	0.751	26.376	2.85	Vástago	100.563	113.040	88.96	3.00	88.96
		Aplastamiento	0.751	192.640	0.39	Punzonamiento	9.781	256.724	3.81		
5	M16	Deslizamiento	0.751	26.376	2.85	Vástago	101.063	113.040	89.40	3.00	89.40
		Aplastamiento	0.751	192.640	0.39	Punzonamiento	17.255	256.724	6.72		

Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
6	M16	Deslizamiento	0.751	26.376	2.85	Vástago	101.082	113.040	89.42	3.00	89.42
		Aplastamiento	0.751	192.640	0.39	Punzonamiento	17.533	256.724	6.83		

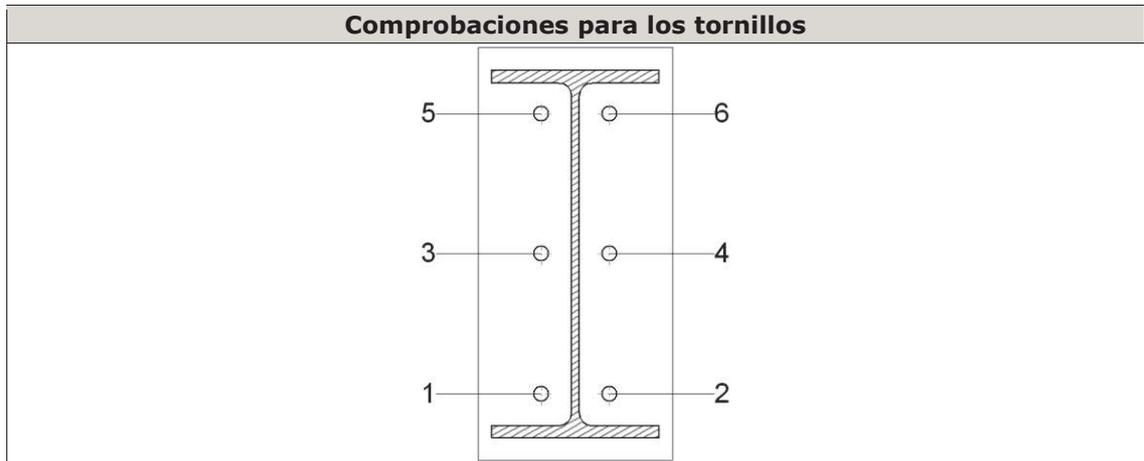
Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	16124.65	45783.44
Calculada para momentos negativos	16124.65	45582.85



IPE 400

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	12.626	113.040	11.17
Ala	Compresión	kN	26.560	636.429	4.17
	Tracción	kN	6.493	287.180	2.26
Alma	Tracción	kN	12.266	164.799	7.44

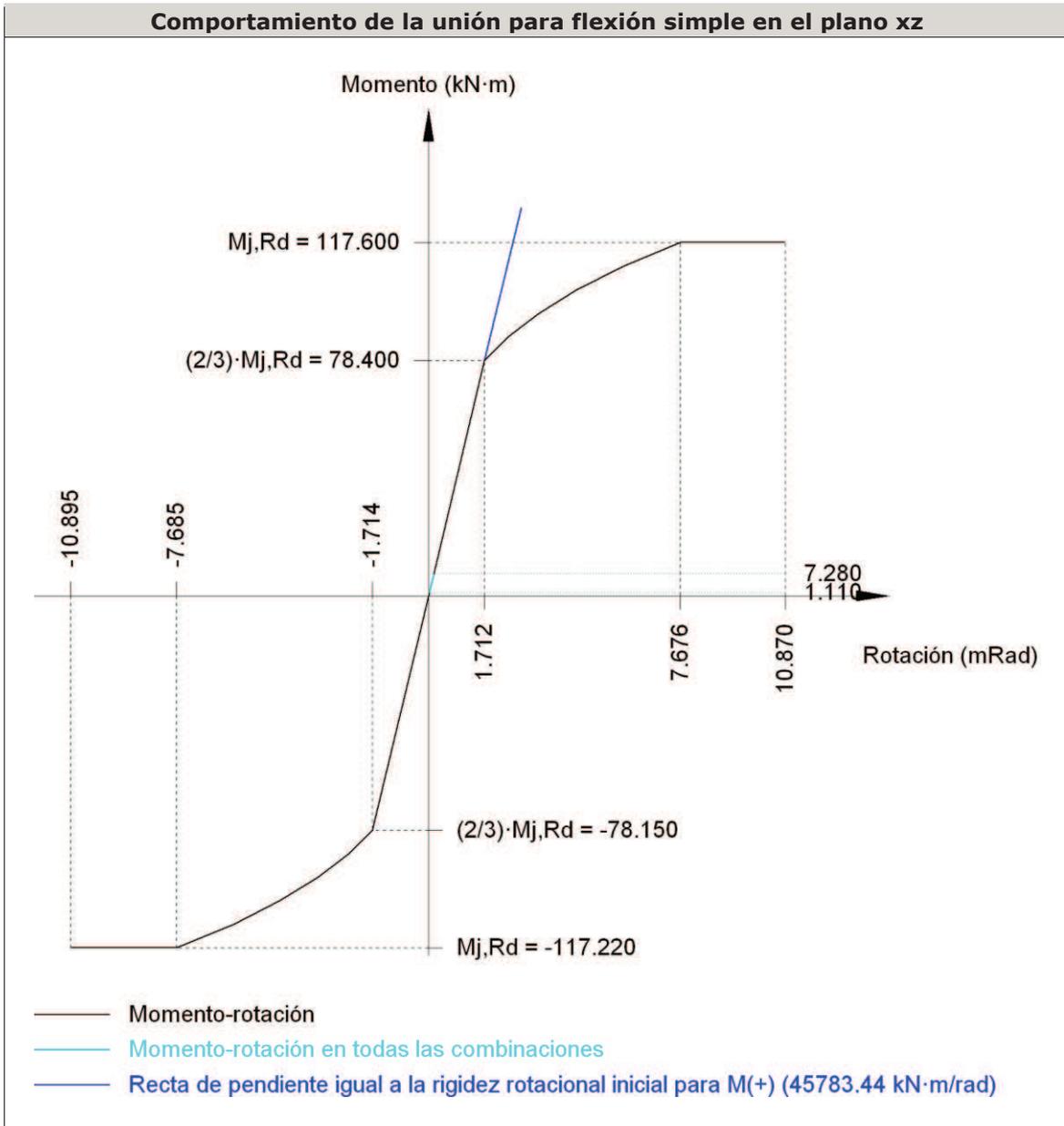
Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	6	12.4	12.4	0.0	24.7	6.11	12.4	3.59	430.0	0.85
Soldadura del alma	4	17.7	17.7	1.3	35.4	8.76	17.7	5.14	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	6	9.1	9.1	0.1	18.3	4.51	9.1	2.66	430.0	0.85



Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	M16	Deslizamiento	0.715	26.376	2.71	Vástago	100.211	113.040	88.65	2.71	88.65
		Aplastamiento	0.715	192.640	0.37	Punzonamiento	4.518	256.724	1.76		
2	M16	Deslizamiento	0.715	26.376	2.71	Vástago	100.273	113.040	88.71	2.71	88.71
		Aplastamiento	0.715	192.640	0.37	Punzonamiento	5.434	256.724	2.12		
3	M16	Deslizamiento	0.715	26.376	2.71	Vástago	100.382	113.040	88.80	2.71	88.80
		Aplastamiento	0.715	192.640	0.37	Punzonamiento	7.063	256.724	2.75		
4	M16	Deslizamiento	0.715	26.376	2.71	Vástago	100.411	113.040	88.83	2.71	88.83
		Aplastamiento	0.715	192.640	0.37	Punzonamiento	7.507	256.724	2.92		
5	M16	Deslizamiento	0.715	26.376	2.71	Vástago	100.735	113.040	89.11	2.71	89.11
		Aplastamiento	0.715	192.640	0.37	Punzonamiento	12.343	256.724	4.81		

Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
6	M16	Deslizamiento	0.715	26.376	2.71	Vástago	100.754	113.040	89.13	2.71	89.13
		Aplastamiento	0.715	192.640	0.37	Punzonamiento	12.626	256.724	4.92		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	16124.65	45783.44
Calculada para momentos negativos	16124.65	45582.85



d) Medición

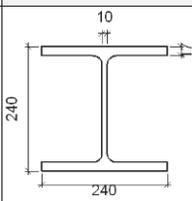
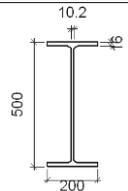
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
430.0	En taller	En ángulo	4	7562
			5	877
			6	3054
			8	3092

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	206x205x18	23.87
		2	206x110x18	6.40
	Chapas	2	205x369x9	10.70
		4	210x450x14	41.54
		1	235x540x18	17.93
	Total			

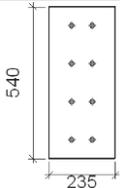
Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 10.9	12	EN 14399-3-M16x60-HR
		8	EN 14399-3-M16x65-HR
Tuercas	Clase 10	20	EN 14399-3-M16-HR
Arandelas	Dureza 300 HV	40	EN14399-6-16

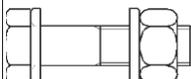
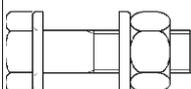
2.21.5 PILARILLO-DINTEL DÁRSENAS

b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Tipo	Acero	
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)		f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HE 200 B		200	200	17	10	S275	275.0	430.0
Dintel	IPE 500		500	200	16	10.2	S275	275.0	430.0

Elementos complementarios									
Pieza	Esquema	Geometría			Taladros		Tipo	Acero	
		Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)		f_y (MPa)	f_u (MPa)

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa frontal: Viga (a) IPE 500		235	540	18	8	18	S275	275.0	430.0

Elementos de tornillería							
Descripción	Pretensado	Geometría			Acero		
		Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_y (MPa)	f_u (MPa)
EN 14399-3-M16x65-10.9-HR EN 14399-3-M16-10-HR 2 EN14399-6-16	X		M16	65	10.9	900.0	1000.0
EN 14399-3-M16x60-10.9-HR EN 14399-3-M16-10-HR 2 EN14399-6-16	X		M16	60	10.9	900.0	1000.0

Comprobación

Pilar HE 200 B

Comprobaciones de resistencia							
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)		
Panel	Esbeltez	-	20.60	64.71	31.83		
	Cortante	kN	335.976	551.561	60.91		
Rigidizadores	Ala	Desgarro	MPa	80.564	261.905	30.76	
		Cortante	MPa	117.961	261.905	45.04	
Viga (a) IPE 500	Ala	Tracción por flexión		kN	64.339	113.040	56.92
		Tracción		kN	29.093	357.669	8.13
	Alma	Tracción		kN	86.903	167.844	51.78

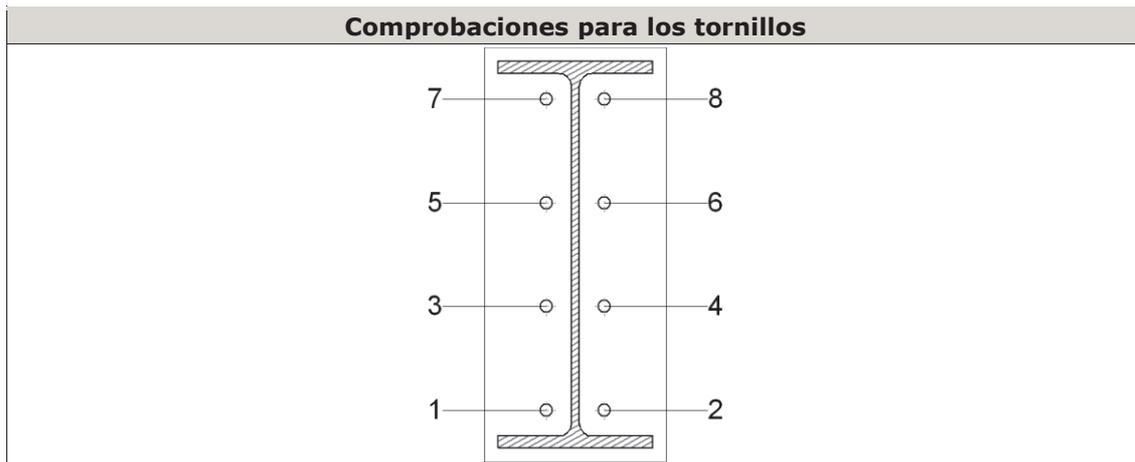
Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (MPa)	β_w
		σ_{\perp} (MPa)	τ_{\perp} (MPa)	$\tau_{//}$ (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	6	10.1	10.1	0.0	20.1	4.98	10.1	2.93	430.0	0.85

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	6	4.6	4.6	0.0	9.2	2.27	4.6	1.34	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	4	0.0	0.0	1.7	3.0	0.73	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	4	0.0	0.0	23.9	41.4	10.22	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	4	0.0	0.0	6.8	11.8	2.90	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	4	0.0	0.0	1.7	3.0	0.73	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	8	37.2	37.2	4.9	74.8	18.49	37.2	10.80	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	4	0.0	0.0	58.1	100.6	24.85	0.0	0.00	430.0	0.85

Viga IPE 500

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	64.339	113.040	56.92
Ala	Compresión	kN	263.353	843.377	31.23
	Tracción	kN	33.680	328.512	10.25
Alma	Tracción	kN	86.903	242.735	35.80

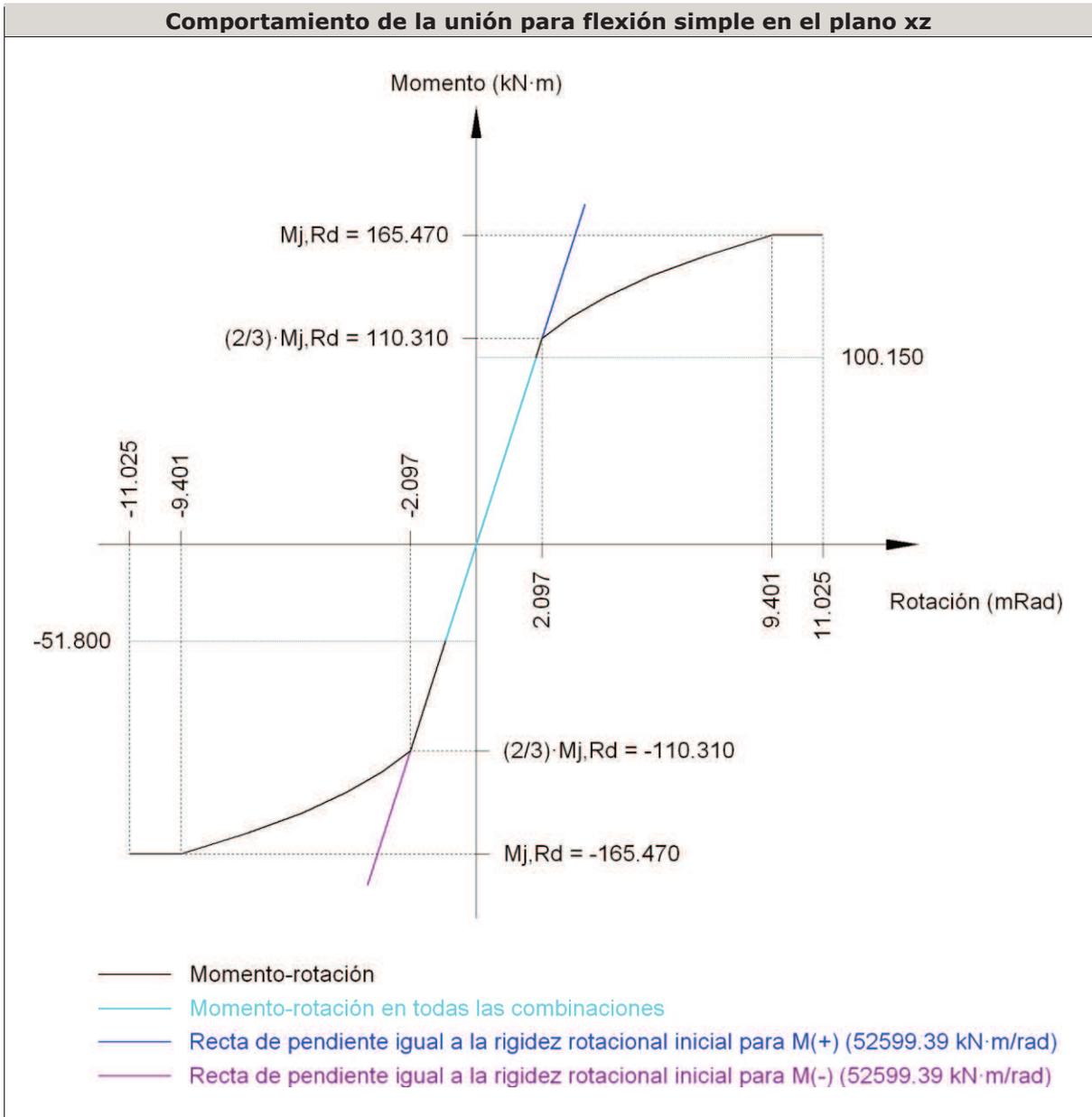
Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	8	44.0	49.2	0.1	96.0	23.71	45.1	13.10	430.0	0.85
Soldadura del alma	5	75.5	75.5	25.7	157.5	38.92	75.5	21.96	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	8	43.2	48.3	0.0	94.2	23.28	44.1	12.83	430.0	0.85



Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	M16	Deslizamiento	14.117	26.376	53.52	Vástago	102.152	113.040	90.37	53.52	90.37
		Aplastamiento	14.117	233.920	6.03	Punzonamiento	33.812	311.737	10.85		
2	M16	Deslizamiento	14.122	26.376	53.54	Vástago	102.164	113.040	90.38	53.54	90.38
		Aplastamiento	14.122	233.920	6.04	Punzonamiento	33.992	311.737	10.90		
3	M16	Deslizamiento	14.117	26.376	53.52	Vástago	101.423	113.040	89.72	53.52	89.72
		Aplastamiento	14.117	233.920	6.03	Punzonamiento	22.821	311.737	7.32		
4	M16	Deslizamiento	14.122	26.376	53.54	Vástago	101.435	113.040	89.73	53.54	89.73
		Aplastamiento	14.122	233.920	6.04	Punzonamiento	23.001	311.737	7.38		
5	M16	Deslizamiento	14.117	26.376	53.52	Vástago	102.792	113.040	90.93	53.52	90.93
		Aplastamiento	14.117	233.920	6.03	Punzonamiento	43.452	311.737	13.94		
6	M16	Deslizamiento	14.122	26.376	53.54	Vástago	102.789	113.040	90.93	53.54	90.93
		Aplastamiento	14.122	233.920	6.04	Punzonamiento	43.405	311.737	13.92		
7	M16	Deslizamiento	14.117	26.376	53.52	Vástago	104.177	113.040	92.16	53.52	92.16
		Aplastamiento	14.117	233.920	6.03	Punzonamiento	64.339	311.737	20.64		

Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
8	M16	Deslizamiento	14.122	26.376	53.54	Vástago	104.174	113.040	92.16	53.54	92.16
		Aplastamiento	14.122	233.920	6.04	Punzonamiento	64.293	311.737	20.62		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	24563.92	52599.39
Calculada para momentos negativos	24563.92	52599.39

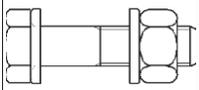
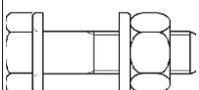


2.21.6 UNION PILAR-DINTEL-VIGA DE ATADO-AUXILIAR

Descripción de los componentes de la unión

Pieza	Descripción	Acero						
		Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HE 240 B	240	240	17.5	10	S275	275.0	430.0
Viga	IPE 330	330	160	7.5	8.6	S275	275.0	430.0
Viga	IPE 330	330	160	7.5	8.6	S275	275.0	430.0

Elementos complementarios								
Pieza	Geometría			Taladros		Acero		
	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa de apoyo de la viga IPE 330	150	330	12	6	18	S275	275.0	430.0
Chapa vertical de la viga IPE 400	150	330	12	-	-	S275	275.0	430.0

Elementos de tornillería							
Descripción	Pretensado	Geometría			Acero		
		Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_y (MPa)	f_u (MPa)
EN 14399-3-M16x65-10.9-HR EN 14399-3-M16-10-HR 2 EN14399-6-16	X		M16	65	10.9	900.0	1000.0
EN 14399-3-M16x60-10.9-HR EN 14399-3-M16-10-HR 2 EN14399-6-16	X		M16	60	10.9	900.0	1000.0

c) Comprobación

Pilar HE 260 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Rigidizadores	Panel	Esbeltez	-	20.60	64.71	31.83
		Cortante	kN	339.886	551.561	61.62
	Ala	Desgarro	MPa	118.304	261.905	45.17
		Cortante	MPa	118.644	261.905	45.30
Viga (a) IPE 330	Ala	Tracción por flexión	kN	65.136	113.040	57.62
		Tracción	kN	29.475	357.669	8.24
	Alma	Tracción	kN	88.000	167.844	52.43
Viga (b) IPE 330	Rigidizadores	Tracción	kN	9.798	368.697	2.66
	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	18.565	113.040	16.42

Viga (c) IPE 330	Chapa vertical	Tracción	kN	25.680	219.721	11.69
	Rigidizadores	Tracción	kN	11.146	368.697	3.02
	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	18.126	95.156	19.05
	Chapa vertical	Tracción	kN	36.252	219.721	16.50

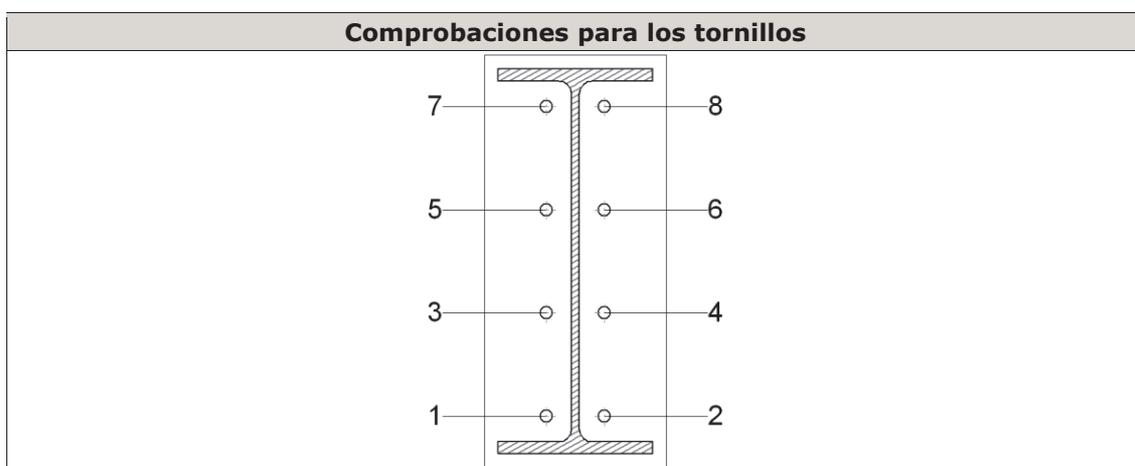
Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	6	14.5	14.5	0.0	29.0	7.16	14.5	4.21	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	6	8.5	8.5	0.0	17.1	4.22	8.5	2.48	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	4	0.0	0.0	1.8	3.2	0.79	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	4	0.0	0.0	33.5	58.1	14.35	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	4	0.0	0.0	15.1	26.2	6.47	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	4	0.0	0.0	1.8	3.2	0.79	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	8	38.1	38.1	5.2	76.8	18.98	38.1	11.08	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	4	0.0	0.0	59.5	103.1	25.47	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	8	0.0	0.0	10.5	18.1	4.48	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	4	0.0	0.0	0.2	0.3	0.07	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	8	44.0	44.0	0.3	88.0	21.75	44.0	12.79	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	4	0.0	0.0	67.3	116.6	28.82	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	6	14.6	14.6	0.1	29.3	7.23	14.6	4.25	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	6	9.6	9.6	0.1	19.1	4.73	9.6	2.78	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	4	0.0	0.0	3.1	5.4	1.34	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	4	0.0	0.0	35.6	61.7	15.23	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	4	0.0	0.0	22.2	38.4	9.48	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	4	0.0	0.0	3.1	5.4	1.34	0.0	0.00	430.0	0.85

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (MPa)	β_w
		σ_{\perp} (MPa)	τ_{\perp} (MPa)	$\tau_{//}$ (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	8	38.4	38.4	5.8	77.5	19.16	38.4	11.17	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	4	0.0	0.0	60.0	103.9	25.66	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	8	0.0	0.0	16.9	29.3	7.24	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	4	0.0	0.0	1.0	1.8	0.44	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	8	43.7	43.7	0.2	87.4	21.59	43.7	12.70	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	4	0.0	0.0	66.8	115.8	28.60	0.0	0.00	430.0	0.85

Viga IPE 330

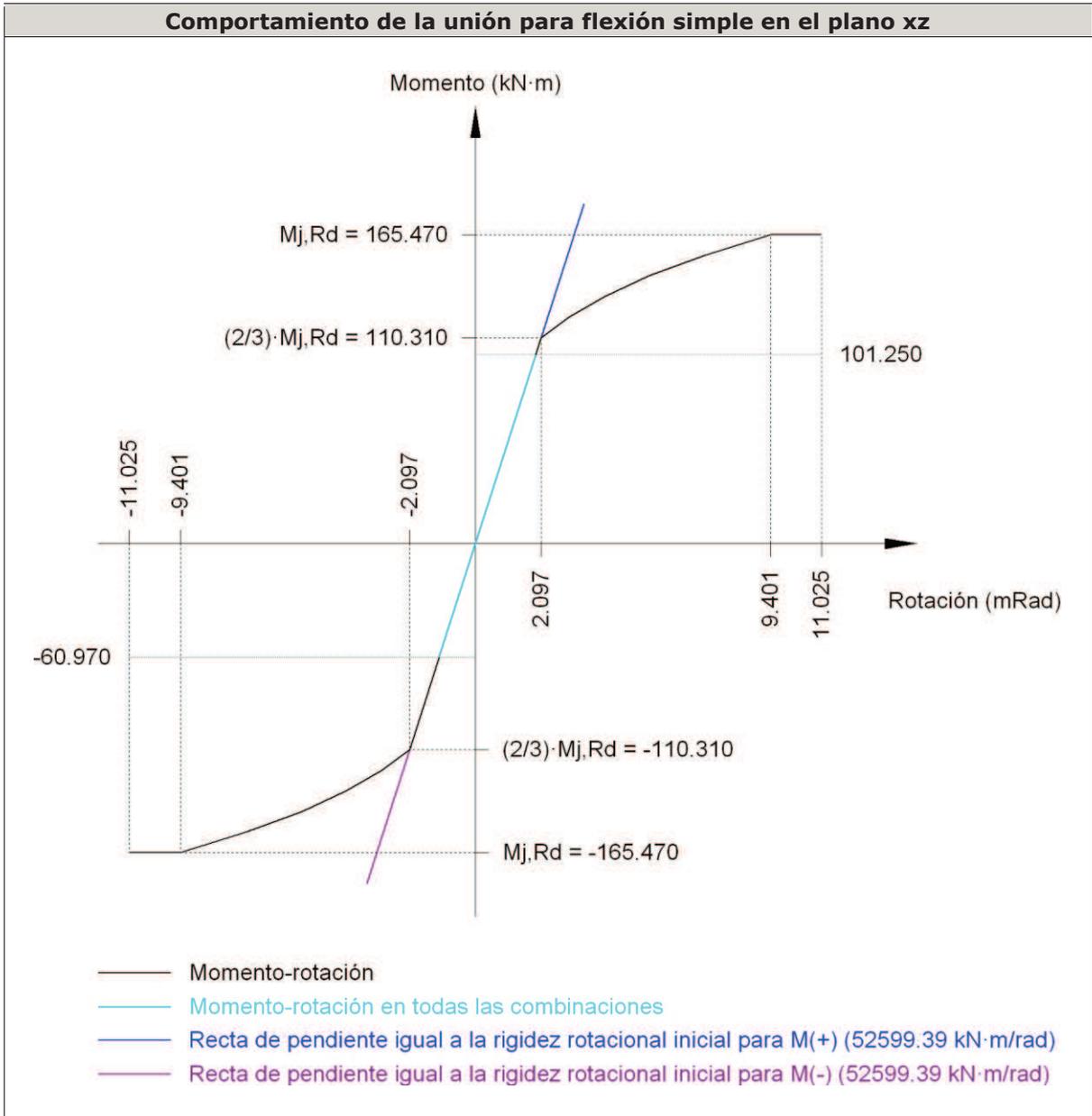
Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	65.136	113.040	57.62
Ala	Compresión	kN	266.181	843.377	31.56
	Tracción	kN	34.122	328.512	10.39
Alma	Tracción	kN	88.000	242.735	36.25

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (MPa)	β_w
		σ_{\perp} (MPa)	τ_{\perp} (MPa)	$\tau_{//}$ (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	8	44.6	49.8	0.1	97.2	24.01	46.0	13.37	430.0	0.85
Soldadura del alma	5	76.5	76.5	25.4	159.2	39.33	76.5	22.23	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	8	44.3	49.5	0.1	96.6	23.86	45.2	13.13	430.0	0.85



Tomillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	M16	Deslizamiento	13.945	26.376	52.87	Vástago	102.997	113.040	91.12	52.87	91.12
		Aplastamiento	13.945	233.920	5.96	Punzonamiento	46.542	311.737	14.93		
2	M16	Deslizamiento	13.952	26.376	52.90	Vástago	103.048	113.040	91.16	52.90	91.16
		Aplastamiento	13.952	233.920	5.96	Punzonamiento	47.313	311.737	15.18		
3	M16	Deslizamiento	13.945	26.376	52.87	Vástago	102.002	113.040	90.24	52.87	90.24
		Aplastamiento	13.945	233.920	5.96	Punzonamiento	31.543	311.737	10.12		
4	M16	Deslizamiento	13.952	26.376	52.89	Vástago	102.053	113.040	90.28	52.89	90.28
		Aplastamiento	13.952	233.920	5.96	Punzonamiento	32.314	311.737	10.37		
5	M16	Deslizamiento	13.945	26.376	52.87	Vástago	102.828	113.040	90.97	52.87	90.97
		Aplastamiento	13.945	233.920	5.96	Punzonamiento	44.000	311.737	14.11		
6	M16	Deslizamiento	13.952	26.376	52.89	Vástago	102.822	113.040	90.96	52.89	90.96
		Aplastamiento	13.952	233.920	5.96	Punzonamiento	43.902	311.737	14.08		
7	M16	Deslizamiento	13.945	26.376	52.87	Vástago	104.230	113.040	92.21	52.87	92.21
		Aplastamiento	13.945	233.920	5.96	Punzonamiento	65.136	311.737	20.89		
8	M16	Deslizamiento	13.952	26.376	52.90	Vástago	104.224	113.040	92.20	52.90	92.20
		Aplastamiento	13.952	233.920	5.96	Punzonamiento	65.039	311.737	20.86		

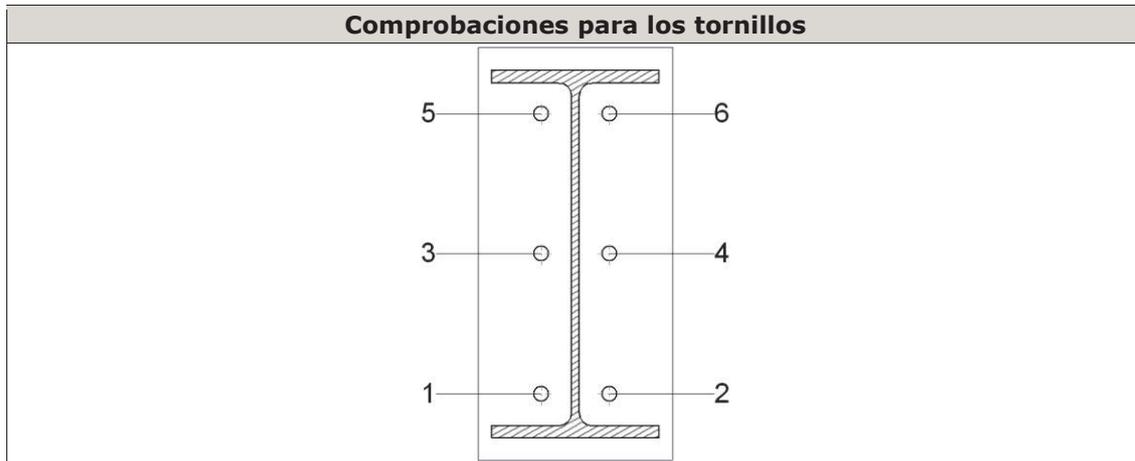
Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	24563.92	52599.39
Calculada para momentos negativos	24563.92	52599.39



Viga IPE 330

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	18.126	94.651	19.15
Ala	Compresión	kN	46.217	241.095	19.17
	Tracción	kN	10.861	287.180	3.78
Alma	Tracción	kN	36.252	213.282	17.00

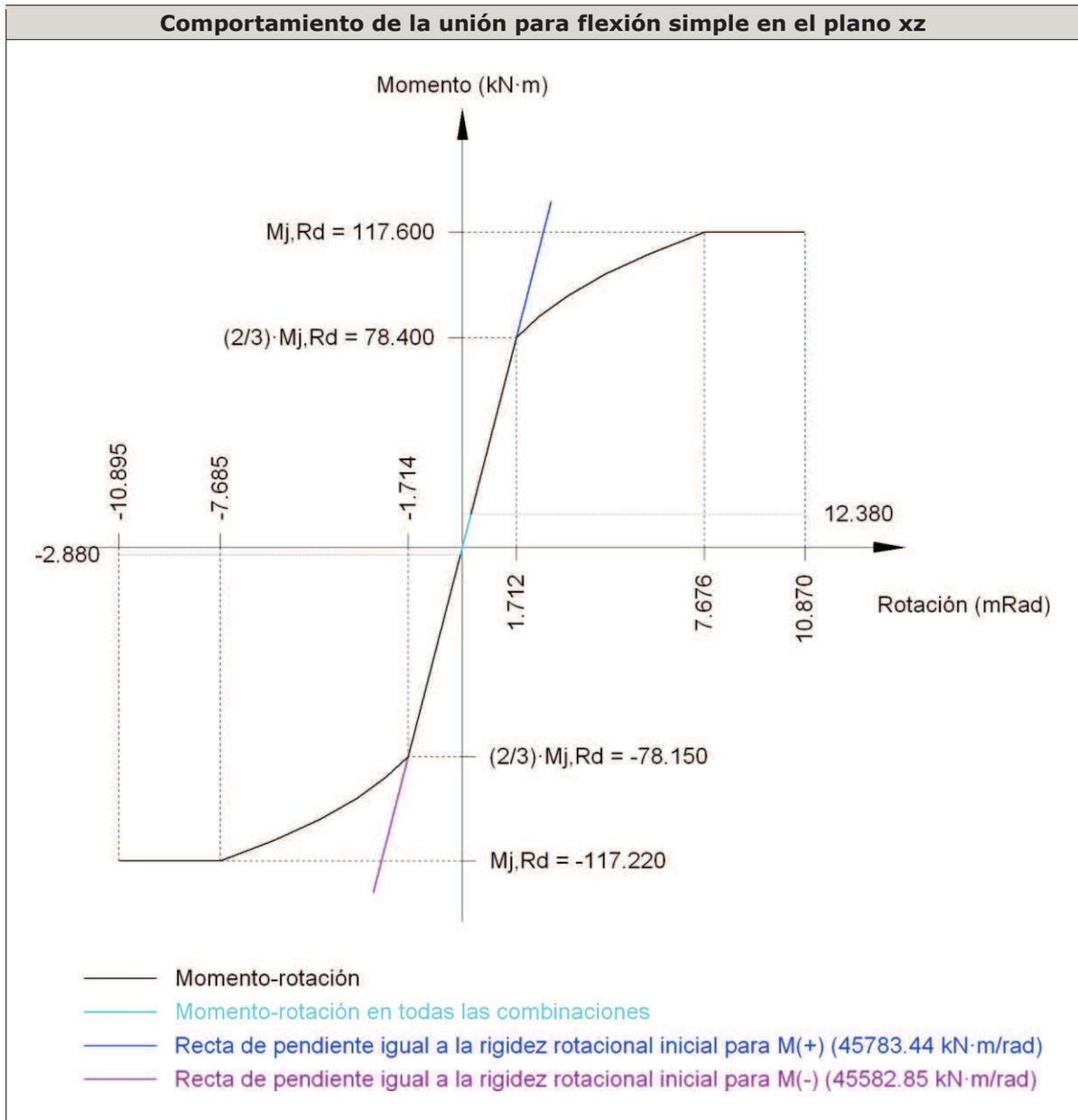
Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	6	39.2	39.2	0.6	78.3	19.36	39.2	11.39	430.0	0.85
Soldadura del alma	4	29.6	29.6	2.5	59.3	14.66	29.6	8.60	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	6	34.7	34.7	0.6	69.4	17.15	34.7	10.09	430.0	0.85



Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	M16	Deslizamiento	1.418	26.376	5.38	Vástago	100.972	113.040	89.32	5.55	89.32
		Aplastamiento	1.418	192.640	0.74	Punzonamiento	15.887	256.724	6.19		
2	M16	Deslizamiento	1.418	26.376	5.38	Vástago	100.305	113.040	88.73	5.55	88.73
		Aplastamiento	1.418	192.640	0.74	Punzonamiento	5.921	256.724	2.31		
3	M16	Deslizamiento	1.418	26.376	5.38	Vástago	101.122	113.040	89.46	5.55	89.46
		Aplastamiento	1.418	192.640	0.74	Punzonamiento	18.126	256.724	7.06		
4	M16	Deslizamiento	1.418	26.376	5.38	Vástago	100.712	113.040	89.09	5.55	89.09
		Aplastamiento	1.418	192.640	0.74	Punzonamiento	12.010	256.724	4.68		
5	M16	Deslizamiento	1.418	26.376	5.38	Vástago	101.322	113.040	89.63	5.55	89.63
		Aplastamiento	1.418	192.640	0.74	Punzonamiento	21.120	256.724	8.23		

Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
6	M16	Deslizamiento	1.418	26.376	5.38	Vástago	101.241	113.040	89.56	5.55	89.56
		Aplastamiento	1.418	192.640	0.74	Punzonamiento	19.914	256.724	7.76		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	16124.65	45783.44
Calculada para momentos negativos	16124.65	45582.85



2.21.7 UNION DINTEL- PILAR EXTREMOS-AUXILIAR

Descripción de los componentes de la unión

Perfiles								
Pieza	Descripción	Geometría				Acero		
		Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HE 260 B	260	260	17.5	10	S275	275.0	430.0
Viga	IPE 330	330	160	7.5	8.6	S275	275.0	430.0
Dintel	IPE 330	330	160	7.5	8.6	S275	275.0	430.0

Elementos complementarios								
Pieza	Geometría			Taladros		Acero		
	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa de apoyo de la viga IPE 330	150	360	14	6	18	S275	275.0	430.0
Chapa vertical de la viga IPE 330	150	366.2	9	-	-	S275	275.0	430.0
Rigidizador	206	205	18	-	-	S275	275.0	430.0
Rigidizador	206	110	18	-	-	S275	275.0	430.0

Comprobación

Pilar HE 260 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	-	20.60	64.71	31.83	
	Cortante	kN	459.886	547.392	84.01	
Rigidizadores	Ala	Desgarro	MPa	165.892	261.905	63.34
		Cortante	MPa	149.427	261.905	57.05
	Ala	Tracción por flexión	kN	63.159	113.040	55.87
		Tracción	kN	52.379	357.669	14.64
	Alma	Tracción	kN	69.158	142.545	48.52
Viga (c) IPE 330	Rigidizadores	Tracción	kN	8.191	368.697	2.22
	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	15.522	113.040	13.73
	Chapa vertical	Tracción	kN	22.334	219.721	10.16
	Rigidizadores	Tracción	kN	8.221	368.697	2.23
	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	15.578	113.040	13.78
	Chapa vertical	Tracción	kN	14.714	166.621	8.83

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (MPa)	β_w
		σ_{\perp} (MPa)	τ_{\perp} (MPa)	$\tau_{//}$ (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	6	7.7	7.7	0.1	15.4	3.80	7.7	2.24	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	6	11.5	11.5	0.0	23.1	5.70	11.5	3.36	430.0	0.85

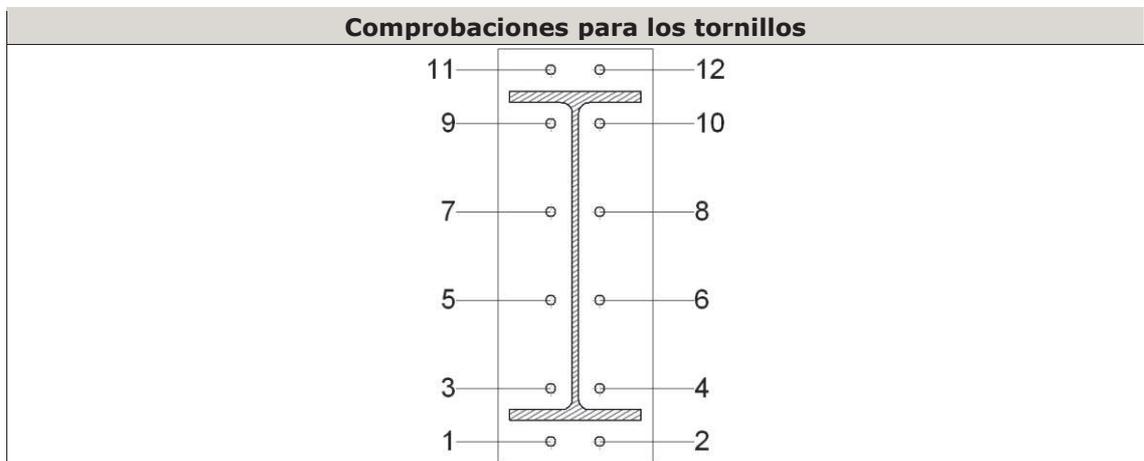
Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura de la chapa vertical al alma	4	0.0	0.0	1.8	3.2	0.78	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	4	0.0	0.0	18.9	32.7	8.09	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	4	0.0	0.0	24.9	43.2	10.67	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	4	0.0	0.0	1.8	3.2	0.78	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	8	49.2	49.2	4.8	98.6	24.38	49.2	14.29	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	4	0.0	0.0	78.4	135.9	33.57	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	8	0.0	0.0	12.6	21.8	5.40	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	4	0.0	0.0	0.2	0.3	0.07	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	8	59.3	59.3	0.8	118.6	29.31	59.3	17.24	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	4	0.0	0.0	90.8	157.2	38.84	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	6	12.0	12.0	0.0	24.0	5.92	12.0	3.48	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	6	6.2	6.2	0.0	12.3	3.05	6.2	1.79	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	4	0.0	0.0	1.6	2.8	0.68	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	4	0.0	0.0	27.6	47.8	11.82	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	4	0.0	0.0	12.7	22.1	5.45	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	4	0.0	0.0	1.6	2.8	0.68	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	8	51.4	51.4	9.5	104.1	25.72	51.4	14.94	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	4	0.0	0.0	82.8	143.3	35.42	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	8	0.0	0.0	7.2	12.5	3.09	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	4	0.0	0.0	0.1	0.2	0.05	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	8	56.4	56.4	0.8	112.8	27.87	56.4	16.39	430.0	0.85

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador inferior al alma	4	0.0	0.0	86.2	149.3	36.88	0.0	0.00	430.0	0.85

IPE330

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	63.159	104.359	60.52
Ala	Compresión	kN	275.972	843.377	32.72
	Tracción	kN	90.710	328.512	27.61
Alma	Tracción	kN	70.331	242.735	28.97

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	8	56.9	63.7	0.0	124.1	30.67	57.8	16.80	430.0	0.85
Soldadura del alma	5	61.7	61.7	22.6	129.6	32.02	61.7	17.95	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	8	67.5	60.4	0.1	124.5	30.75	67.5	19.63	430.0	0.85

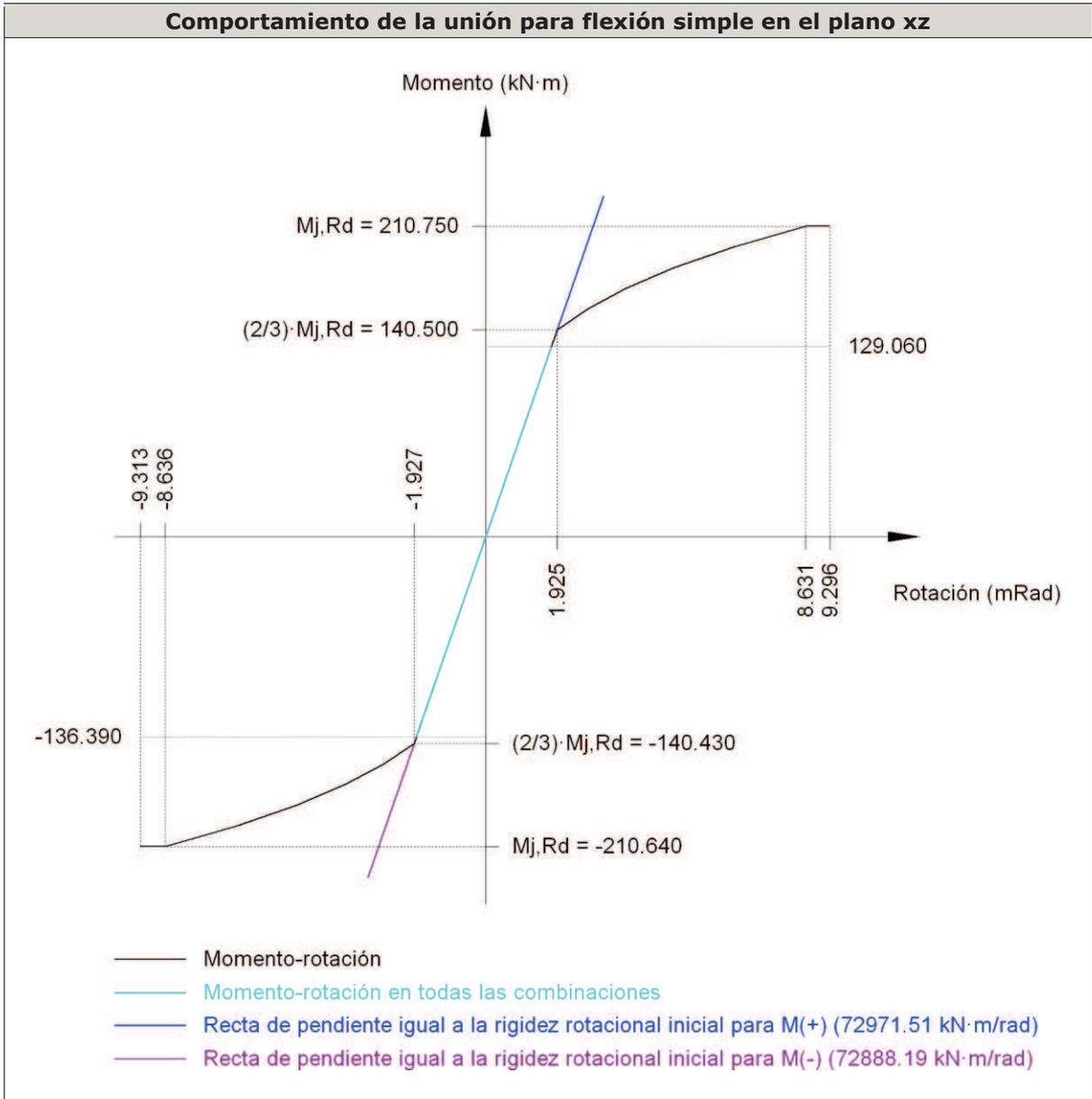


Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	M16	Deslizamiento	8.982	26.376	34.05	Vástago	104.080	113.040	92.07	34.05	92.07

Tomillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
		Aplastamiento	8.286	140.742	5.89	Punzonamiento	62.874	311.737	20.17		
2	M16	Deslizamiento	8.981	26.376	34.05	Vástago	104.099	113.040	92.09	34.05	92.09
		Aplastamiento	8.272	140.742	5.88	Punzonamiento	63.159	311.737	20.26		
3	M16	Deslizamiento	8.982	26.376	34.05	Vástago	103.379	113.040	91.45	34.05	91.45
		Aplastamiento	8.982	233.920	3.84	Punzonamiento	52.309	311.737	16.78		
4	M16	Deslizamiento	8.981	26.376	34.05	Vástago	103.398	113.040	91.47	34.05	91.47
		Aplastamiento	8.981	233.920	3.84	Punzonamiento	52.594	311.737	16.87		
5	M16	Deslizamiento	8.982	26.376	34.05	Vástago	102.223	113.040	90.43	34.05	90.43
		Aplastamiento	8.982	233.920	3.84	Punzonamiento	34.881	311.737	11.19		
6	M16	Deslizamiento	8.981	26.376	34.05	Vástago	102.242	113.040	90.45	34.05	90.45
		Aplastamiento	8.981	233.920	3.84	Punzonamiento	35.165	311.737	11.28		
7	M16	Deslizamiento	8.982	26.376	34.05	Vástago	101.882	113.040	90.13	34.05	90.13
		Aplastamiento	8.982	233.920	3.84	Punzonamiento	29.742	311.737	9.54		
8	M16	Deslizamiento	8.981	26.376	34.05	Vástago	101.890	113.040	90.14	34.05	90.14
		Aplastamiento	8.981	233.920	3.84	Punzonamiento	29.867	311.737	9.58		
9	M16	Deslizamiento	8.982	26.376	34.05	Vástago	102.886	113.040	91.02	34.05	91.02
		Aplastamiento	8.982	233.920	3.84	Punzonamiento	44.878	311.737	14.40		
10	M16	Deslizamiento	8.981	26.376	34.05	Vástago	102.895	113.040	91.02	34.05	91.02
		Aplastamiento	8.981	233.920	3.84	Punzonamiento	45.003	311.737	14.44		
11	M16	Deslizamiento	8.982	26.376	34.05	Vástago	103.497	113.040	91.56	34.05	91.56
		Aplastamiento	8.982	140.739	6.38	Punzonamiento	54.079	311.737	17.35		

Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
12	M16	Deslizamiento	8.981	26.376	34.05	Vástago	103.505	113.040	91.56	34.05	91.56
		Aplastamiento	8.981	140.739	6.38	Punzonamiento	54.203	311.737	17.39		

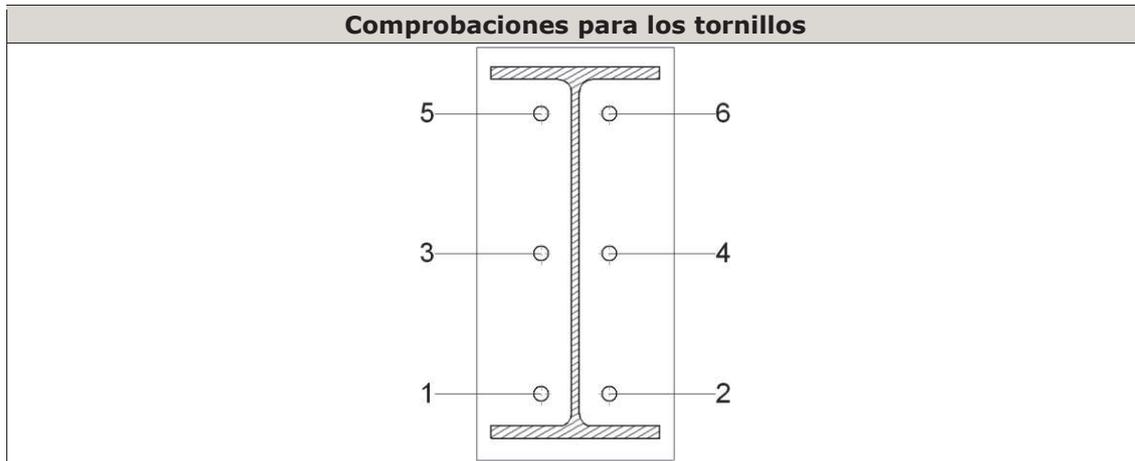
Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	30449.35	72971.51
Calculada para momentos negativos	30449.35	72888.19



DINTEL IPE 330

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	15.578	111.871	13.93
Ala	Compresión	kN	22.706	636.429	3.57
	Tracción	kN	7.574	305.944	2.48
Alma	Tracción	kN	16.008	171.700	9.32

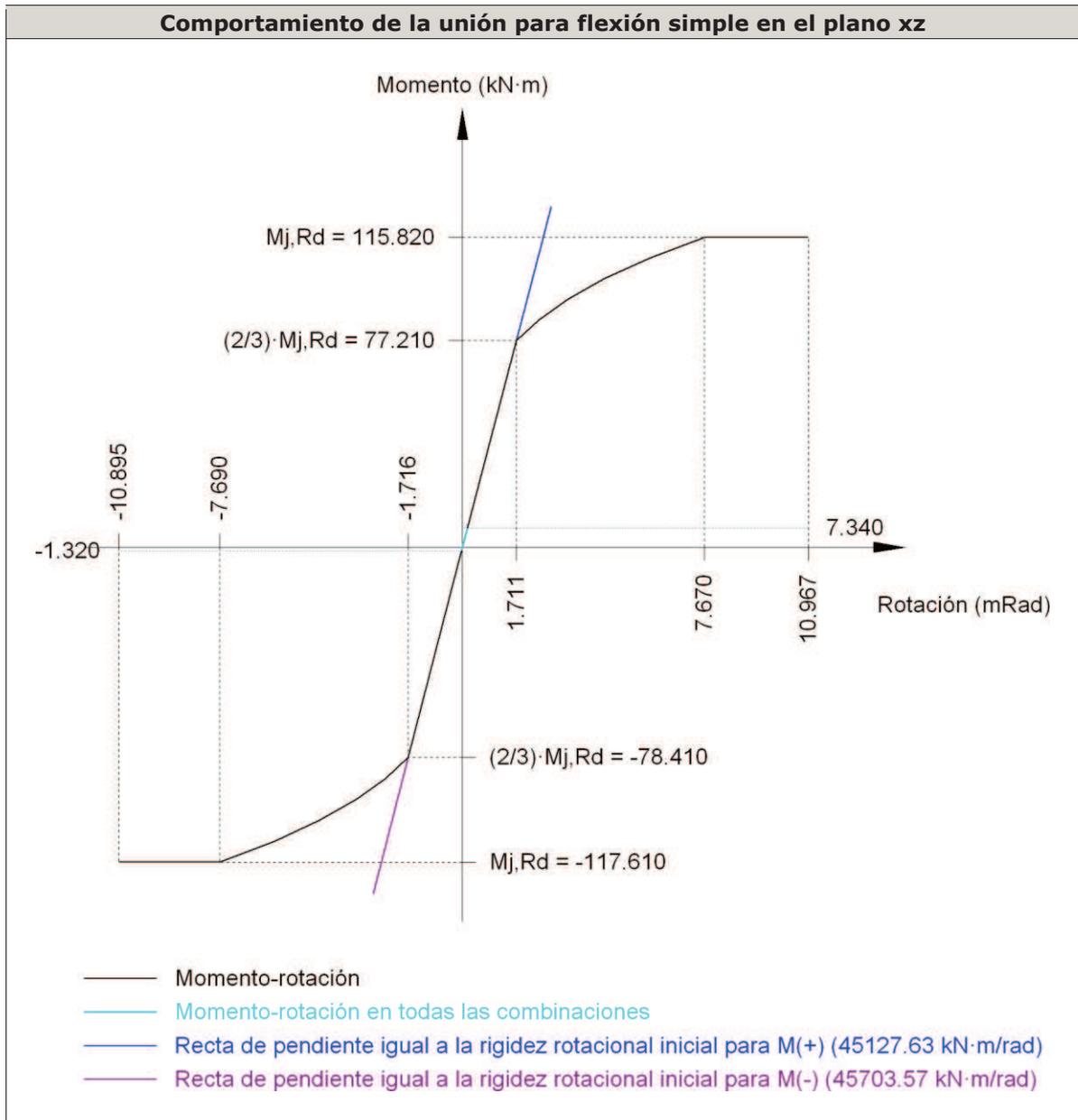
Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	6	15.3	15.3	0.0	30.5	7.54	15.3	4.44	430.0	0.85
Soldadura del alma	4	21.0	21.0	0.9	42.0	10.37	21.0	6.10	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	6	6.5	6.5	0.0	13.0	3.22	6.5	1.90	430.0	0.85



Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	M16	Deslizamiento	0.713	26.376	2.70	Vástago	100.265	113.040	88.70	2.71	88.70
		Aplastamiento	0.713	192.640	0.37	Punzonamiento	5.326	256.724	2.07		
2	M16	Deslizamiento	0.713	26.376	2.70	Vástago	100.136	113.040	88.59	2.71	88.59
		Aplastamiento	0.713	192.640	0.37	Punzonamiento	3.400	256.724	1.32		
3	M16	Deslizamiento	0.713	26.376	2.70	Vástago	100.534	113.040	88.94	2.71	88.94
		Aplastamiento	0.713	192.640	0.37	Punzonamiento	9.342	256.724	3.64		
4	M16	Deslizamiento	0.713	26.376	2.70	Vástago	100.482	113.040	88.89	2.71	88.89
		Aplastamiento	0.713	192.640	0.37	Punzonamiento	8.560	256.724	3.33		
5	M16	Deslizamiento	0.713	26.376	2.70	Vástago	100.951	113.040	89.31	2.71	89.31
		Aplastamiento	0.713	192.640	0.37	Punzonamiento	15.578	256.724	6.07		

Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
6	M16	Deslizamiento	0.713	26.376	2.70	Vástago	100.918	113.040	89.28	2.71	89.28
		Aplastamiento	0.713	192.640	0.37	Punzonamiento	15.078	256.724	5.87		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	16124.59	45127.63
Calculada para momentos negativos	16124.59	45703.57

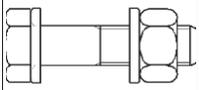
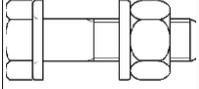


2.21.8 UNION PILAR-DINTEL (VOLADIZO)-DINTEL (AUXILIAR) EXTREMO.

b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles								
Pieza	Descripción	Geometría				Acero		
		Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Pilar	HE 260 B	260	260	17.5	10	S275	275.0	430.0
Dintel	IPE 330	330	160	7.5	4.5	S275	275.0	430.0
Viga	IPE 330	330	160	7.5	4.5	S275	275.0	430.0
Dintel	IPE 400	400	180	13.5	8.6	S275	275.0	430.0

Elementos complementarios								
Pieza	Geometría			Taladros		Acero		
	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Chapa de apoyo de la viga IPE 330	150	325	12	6	18	S275	275.0	430.0
Chapa vertical de la viga IPE 330	150	346.2	9	-	-	S275	275.0	430.0
Rigidizador	206	205	18	-	-	S275	275.0	430.0
Rigidizador	206	110	18	-	-	S275	275.0	430.0
Chapa frontal: Viga (b) IPE 400	210	445	14	6	18	S275	275.0	430.0
Chapa frontal: Viga (c) IPE 400	210	445	14	6	18	S275	275.0	430.0

Elementos de tornillería								
Descripción	Pretensado	Geometría			Acero			
		Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f _y (MPa)	f _u (MPa)	
EN 14399-3-M16x65-10.9-HR EN 14399-3-M16-10-HR 2 EN14399-6-16	X		M16	65	10.9	900.0	1000.0	
EN 14399-3-M16x60-10.9-HR EN 14399-3-M16-10-HR 2 EN14399-6-16	X		M16	60	10.9	900.0	1000.0	

Comprobación

Pilar HE 260 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	-	20.60	64.71	31.83	
	Cortante	kN	459.612	547.392	83.96	
Ala	Desgarro	MPa	159.651	261.905	60.96	

Rigidizadores		Cortante	MPa	149.083	261.905	56.92
Viga (b) IPE 330	Rigidizadores	Tracción	kN	7.422	368.697	2.01
	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	14.065	113.040	12.44
	Chapa vertical	Tracción	kN	21.927	219.721	9.98
Viga (c) IPE 400	Rigidizadores	Tracción	kN	11.618	368.697	3.15
	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	22.015	113.040	19.48
	Chapa vertical	Tracción	kN	20.794	166.621	12.48

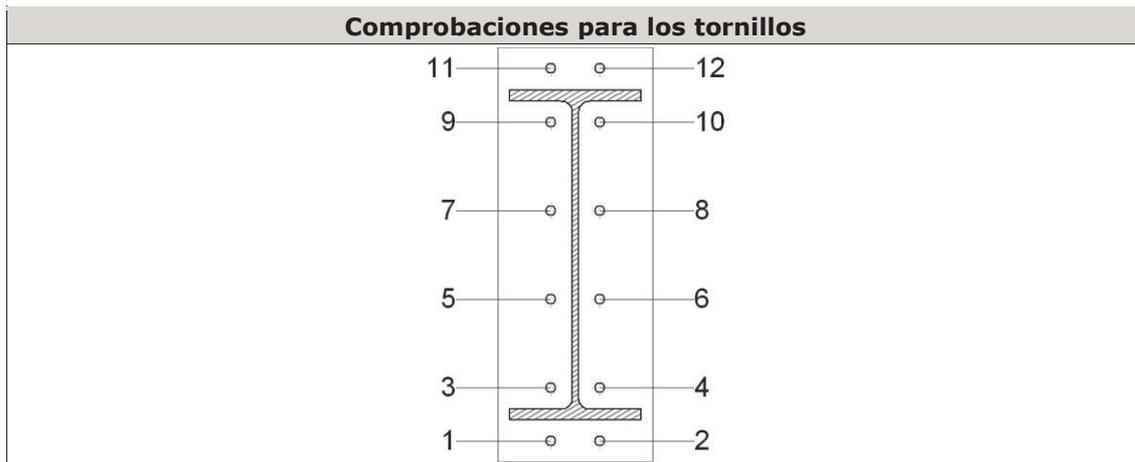
Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	6	11.2	11.2	0.0	22.5	5.55	11.2	3.27	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	6	10.5	10.5	0.0	21.1	5.21	10.5	3.07	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	4	0.0	0.0	1.9	3.3	0.81	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	4	0.0	0.0	26.1	45.3	11.18	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	4	0.0	0.0	21.4	37.1	9.17	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	4	0.0	0.0	1.9	3.3	0.81	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	8	49.4	49.4	9.8	100.3	24.78	49.5	14.39	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	4	0.0	0.0	79.7	138.0	34.10	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	8	0.0	0.0	12.6	21.8	5.38	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	4	0.0	0.0	0.6	1.0	0.24	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	8	58.4	58.4	0.3	116.8	28.87	58.4	16.98	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	4	0.0	0.0	89.4	154.8	38.24	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	6	17.1	17.1	0.0	34.2	8.44	17.1	4.96	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	6	5.8	5.8	0.0	11.5	2.84	5.8	1.67	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	4	0.0	0.0	1.9	3.3	0.83	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	4	0.0	0.0	39.7	68.7	16.97	0.0	0.00	430.0	0.85

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	4	0.0	0.0	12.8	22.2	5.49	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	4	0.0	0.0	1.9	3.3	0.83	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	8	50.6	50.6	15.2	104.5	25.82	50.6	14.70	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	4	0.0	0.0	81.4	141.0	34.85	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	8	0.0	0.0	8.2	14.1	3.50	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	4	0.0	0.0	0.2	0.3	0.07	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	8	57.2	57.2	0.3	114.4	28.28	57.2	16.63	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	4	0.0	0.0	87.5	151.5	37.44	0.0	0.00	430.0	0.85

IPE 330

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	63.041	104.359	60.41
Ala	Compresión	kN	275.838	843.377	32.71
	Tracción	kN	90.534	328.512	27.56
Alma	Tracción	kN	70.125	242.735	28.89

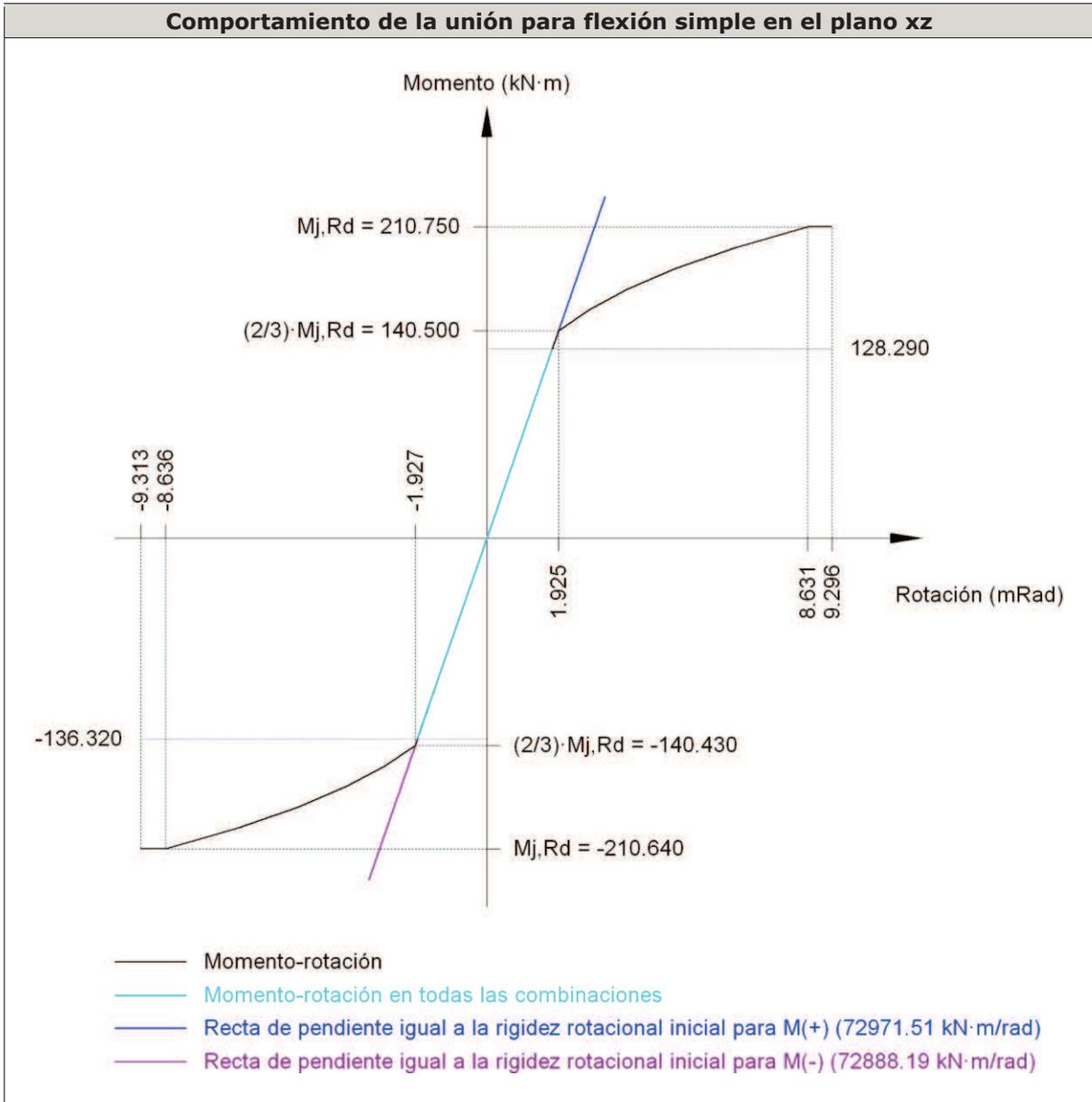
Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	8	55.4	61.9	0.0	120.7	29.82	56.0	16.28	430.0	0.85
Soldadura del alma	5	61.6	61.6	22.6	129.3	31.95	61.6	17.91	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	8	65.8	58.8	0.0	121.2	29.95	65.8	19.12	430.0	0.85



Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	M16	Deslizamiento	9.068	26.376	34.38	Vástago	104.083	113.040	92.08	34.38	92.08
		Aplastamiento	8.281	140.740	5.88	Punzonamiento	62.924	311.737	20.19		
2	M16	Deslizamiento	9.067	26.376	34.38	Vástago	104.091	113.040	92.08	34.38	92.08
		Aplastamiento	8.275	140.740	5.88	Punzonamiento	63.041	311.737	20.22		
3	M16	Deslizamiento	9.068	26.376	34.38	Vástago	103.383	113.040	91.46	34.38	91.46
		Aplastamiento	9.068	233.920	3.88	Punzonamiento	52.365	311.737	16.80		
4	M16	Deslizamiento	9.067	26.376	34.38	Vástago	103.391	113.040	91.46	34.38	91.46
		Aplastamiento	9.067	233.920	3.88	Punzonamiento	52.482	311.737	16.84		
5	M16	Deslizamiento	9.068	26.376	34.38	Vástago	102.227	113.040	90.43	34.38	90.43
		Aplastamiento	9.068	233.920	3.88	Punzonamiento	34.945	311.737	11.21		
6	M16	Deslizamiento	9.067	26.376	34.38	Vástago	102.235	113.040	90.44	34.38	90.44
		Aplastamiento	9.067	233.920	3.88	Punzonamiento	35.062	311.737	11.25		
7	M16	Deslizamiento	9.068	26.376	34.38	Vástago	101.865	113.040	90.11	34.38	90.11
		Aplastamiento	9.068	233.920	3.88	Punzonamiento	29.488	311.737	9.46		

Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
8	M16	Deslizamiento	9.067	26.376	34.38	Vástago	101.882	113.040	90.13	34.38	90.13
		Aplastamiento	9.067	233.920	3.88	Punzonamiento	29.743	311.737	9.54		
9	M16	Deslizamiento	9.068	26.376	34.38	Vástago	102.863	113.040	91.00	34.38	91.00
		Aplastamiento	9.068	233.920	3.88	Punzonamiento	44.529	311.737	14.28		
10	M16	Deslizamiento	9.067	26.376	34.37	Vástago	102.880	113.040	91.01	34.37	91.01
		Aplastamiento	9.067	233.920	3.88	Punzonamiento	44.784	311.737	14.37		
11	M16	Deslizamiento	9.068	26.376	34.38	Vástago	103.470	113.040	91.53	34.38	91.53
		Aplastamiento	9.068	140.741	6.44	Punzonamiento	53.672	311.737	17.22		
12	M16	Deslizamiento	9.067	26.376	34.37	Vástago	103.487	113.040	91.55	34.37	91.55
		Aplastamiento	9.067	140.741	6.44	Punzonamiento	53.927	311.737	17.30		

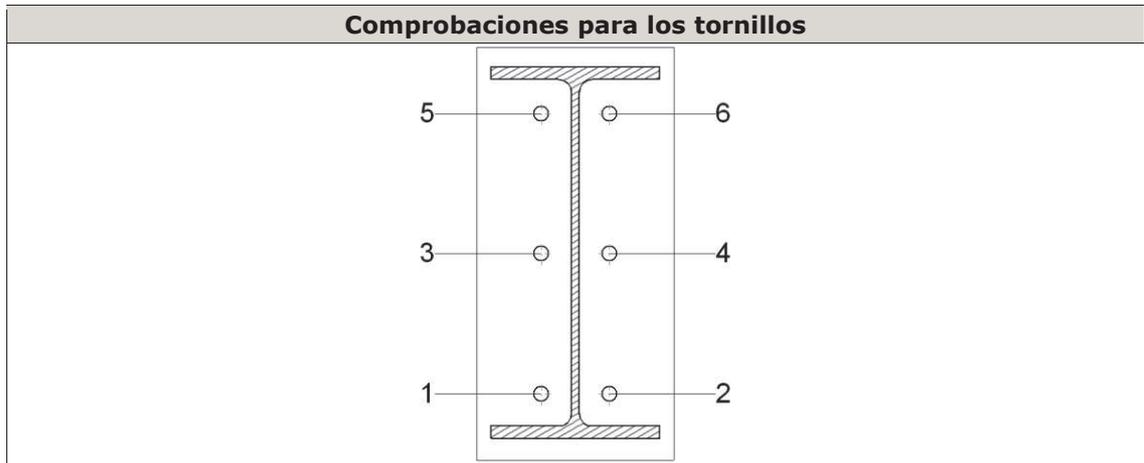
Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	30449.35	72971.51
Calculada para momentos negativos	30449.35	72888.19



DINTEL IPE 330

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	22.015	111.871	19.68
Ala	Compresión	kN	22.792	606.914	3.76
	Tracción	kN	10.704	305.944	3.50
Alma	Tracción	kN	22.622	171.700	13.18

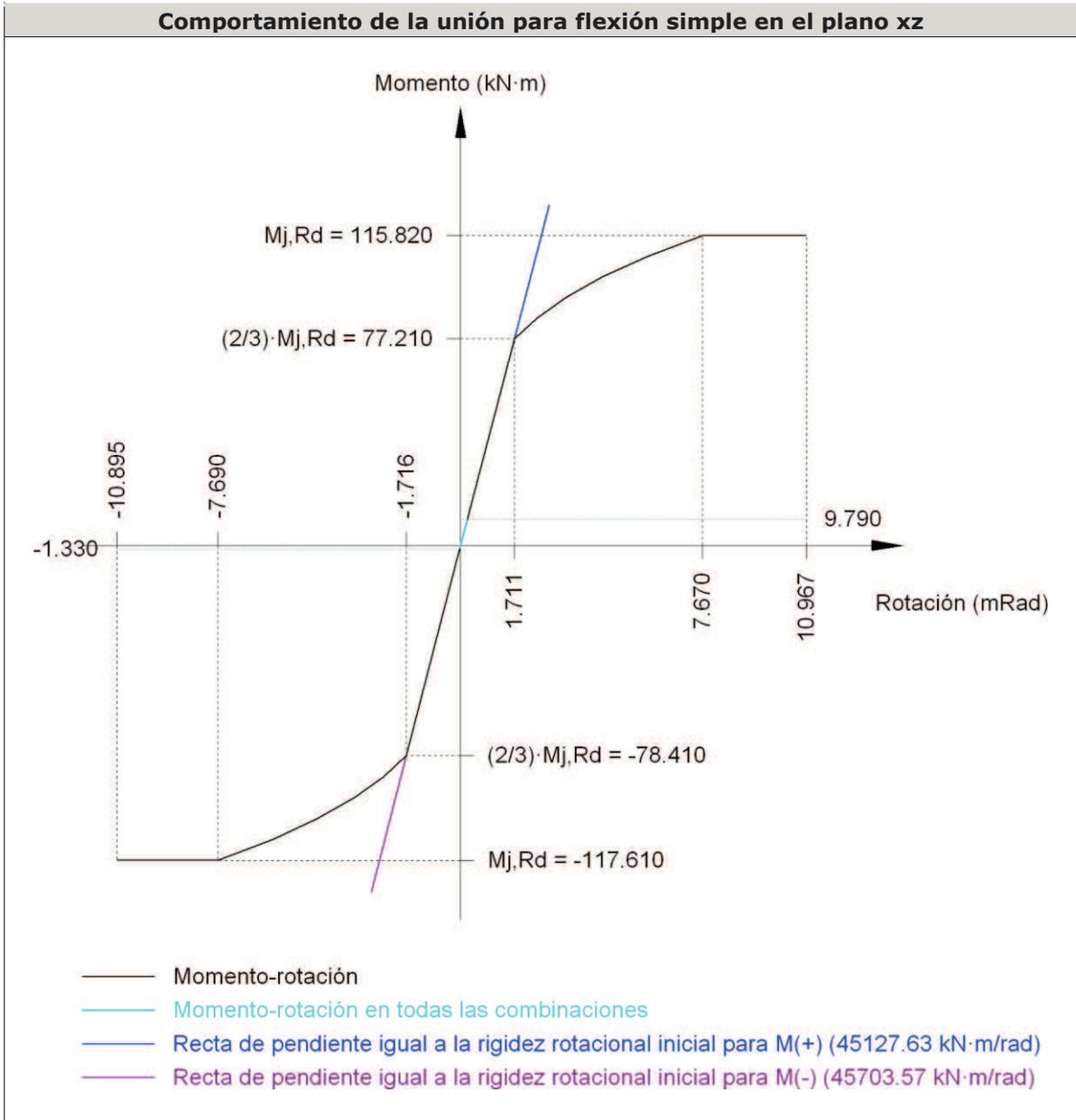
Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	6	21.6	21.6	0.0	43.1	10.66	21.6	6.27	430.0	0.85
Soldadura del alma	4	29.6	29.6	1.7	59.3	14.66	29.6	8.61	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	6	10.2	10.2	0.1	20.3	5.02	10.2	2.95	430.0	0.85



Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	M16	Deslizamiento	0.865	26.376	3.28	Vástago	100.105	113.040	88.56	3.50	88.56
		Aplastamiento	0.865	192.640	0.45	Punzonamiento	2.923	256.724	1.14		
2	M16	Deslizamiento	0.865	26.376	3.28	Vástago	100.078	113.040	88.53	3.50	88.53
		Aplastamiento	0.865	192.640	0.45	Punzonamiento	2.526	256.724	0.98		
3	M16	Deslizamiento	0.865	26.376	3.28	Vástago	100.735	113.040	89.11	3.50	89.11
		Aplastamiento	0.865	192.640	0.45	Punzonamiento	12.354	256.724	4.81		
4	M16	Deslizamiento	0.865	26.376	3.28	Vástago	100.721	113.040	89.10	3.50	89.10
		Aplastamiento	0.865	192.640	0.45	Punzonamiento	12.140	256.724	4.73		
5	M16	Deslizamiento	0.865	26.376	3.28	Vástago	101.382	113.040	89.69	3.50	89.69
		Aplastamiento	0.865	192.640	0.45	Punzonamiento	22.015	256.724	8.58		

Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
6	M16	Deslizamiento	0.865	26.376	3.28	Vástago	101.367	113.040	89.67	3.50	89.67
		Aplastamiento	0.865	192.640	0.45	Punzonamiento	21.799	256.724	8.49		

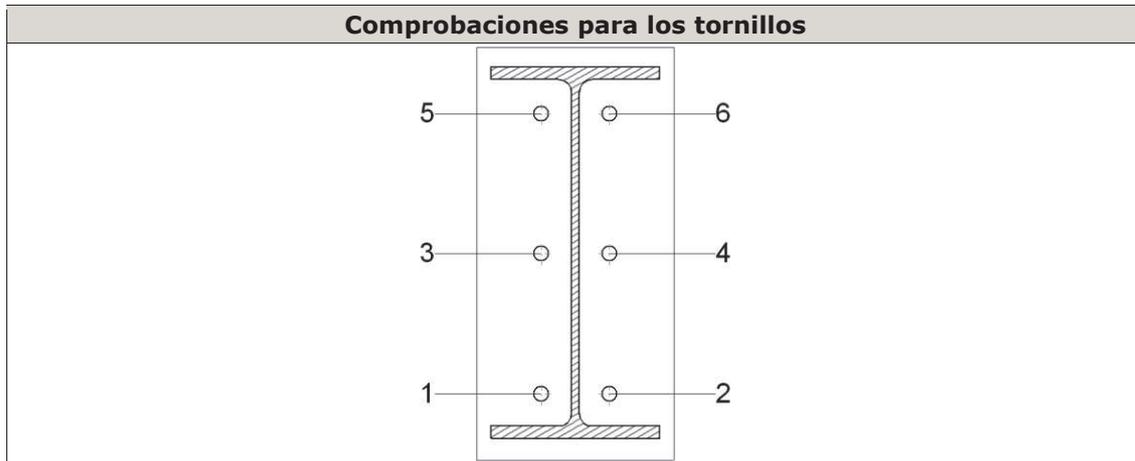
Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	16124.59	45127.63
Calculada para momentos negativos	16124.59	45703.57



VIGA 330

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	14.065	111.871	12.57
Ala	Compresión	kN	34.700	636.429	5.45
	Tracción	kN	6.839	305.944	2.24
Alma	Tracción	kN	21.927	213.282	10.28

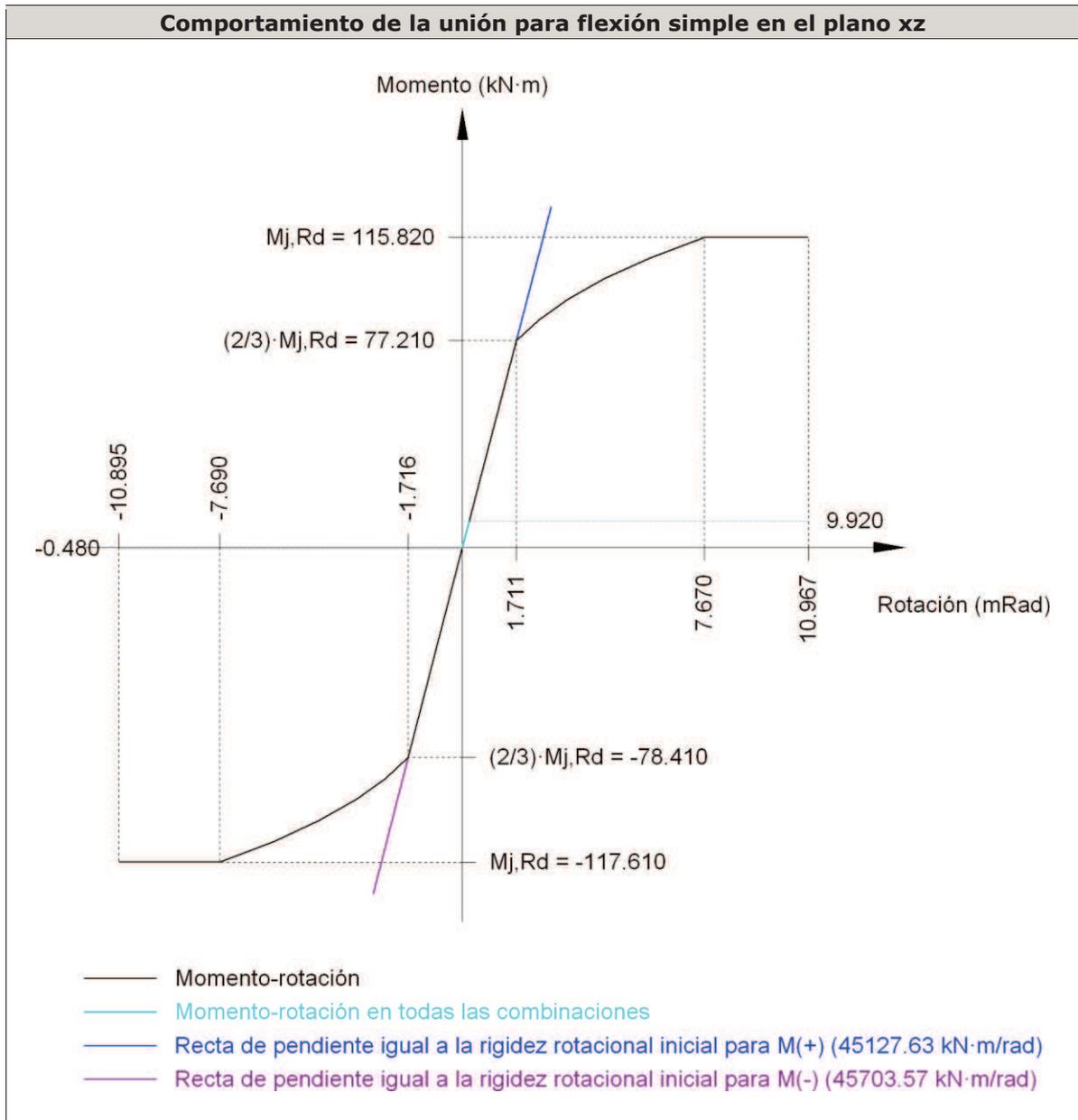
Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	6	13.8	13.8	0.0	27.5	6.81	13.8	4.00	430.0	0.85
Soldadura del alma	4	18.9	18.9	1.1	37.9	9.37	18.9	5.50	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	6	11.4	11.4	0.0	22.7	5.62	11.4	3.31	430.0	0.85



Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	M16	Deslizamiento	0.870	26.376	3.30	Vástago	100.686	113.040	89.07	3.30	89.07
		Aplastamiento	0.870	192.640	0.45	Punzonamiento	11.614	256.724	4.52		
2	M16	Deslizamiento	0.873	26.376	3.31	Vástago	100.549	113.040	88.95	3.31	88.95
		Aplastamiento	0.873	192.640	0.45	Punzonamiento	9.565	256.724	3.73		
3	M16	Deslizamiento	0.868	26.376	3.29	Vástago	100.642	113.040	89.03	3.29	89.03
		Aplastamiento	0.868	192.640	0.45	Punzonamiento	10.963	256.724	4.27		
4	M16	Deslizamiento	0.872	26.376	3.30	Vástago	100.530	113.040	88.93	3.30	88.93
		Aplastamiento	0.872	192.640	0.45	Punzonamiento	9.289	256.724	3.62		
5	M16	Deslizamiento	0.866	26.376	3.28	Vástago	100.850	113.040	89.22	3.28	89.22
		Aplastamiento	0.866	192.640	0.45	Punzonamiento	14.065	256.724	5.48		

Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
6	M16	Deslizamiento	0.870	26.376	3.30	Vástago	100.834	113.040	89.20	3.30	89.20
		Aplastamiento	0.870	192.640	0.45	Punzonamiento	13.828	256.724	5.39		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	16124.59	45127.63
Calculada para momentos negativos	16124.59	45703.57



d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
430.0	En taller	En ángulo	4	7538
			5	877
			6	3054
			8	3092

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	206x205x18	23.87
		2	206x110x18	6.40
	Chapas	2	205x366x9	10.61
		4	210x445x14	41.08
		1	235x635x18	21.09
	Total			

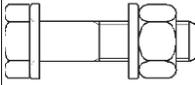
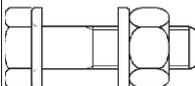
Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 10.9	12	EN 14399-3-M16x60-HR
		12	EN 14399-3-M16x65-HR
Tuercas	Clase 10	24	EN 14399-3-M16-HR
Arandelas	Dureza 300 HV	48	EN14399-6-16

2.21.9 UNIÓN PILAR- AUXILIAR-DINTEL (VOLADIZO)

Descripción de los componentes de la unión

Perfiles								
Pieza	Descripción	Geometría				Acero		
		Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HE 260 B	260	260	17.5	10	S275	275.0	430.0
Viga	IPE 330	330	160	8.6	7.5	S275	275.0	430.0
Viga	IPE 330	330	160	8.6	7.5	S275	275.0	430.0
Dintel	IPE 400	400	180	13.5	8.6	S275	275.0	430.0

Elementos complementarios								
Pieza	Geometría			Taladros		Acero		
	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa de apoyo de la viga IPE 330 X2	155	320	14	6	18	S275	275.0	430.0
Chapa vertical de la viga IPE 330 X2	165	325	9	-	-	S275	275.0	430.0
Rigidizador	206	205	18	-	-	S275	275.0	430.0
Rigidizador	206	110	18	-	-	S275	275.0	430.0
Chapa frontal: IPE 400	235	635	18	12	18	S275	275.0	430.0
Chapa frontal: Viga IPE400	210	445	14	6	18	S275	275.0	430.0
Chapa frontal: IPE 400	210	445	14	6	18	S275	275.0	430.0

Elementos de tornillería							
Descripción	Pretensado	Geometría			Acero		
		Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (MPa)	f_u (MPa)
EN 14399-3-M16x65-10.9-HR EN 14399-3-M16-10-HR 2 EN14399-6-16	X		M16	65	10.9	900.0	1000.0
EN 14399-3-M16x60-10.9-HR EN 14399-3-M16-10-HR 2 EN14399-6-16	X		M16	60	10.9	900.0	1000.0

Comprobación

Pilar HE 260 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	-	20.60	64.71	31.83	
	Cortante	kN	460.731	547.392	84.17	
Rigidizadores	Ala	Desgarro	MPa	174.405	261.905	66.59
		Cortante	MPa	149.337	261.905	57.02
IPE 330 x 2	Ala	Tracción por flexión	kN	63.194	113.040	55.90
		Tracción	kN	52.402	357.669	14.65
	Alma	Tracción	kN	69.196	142.545	48.54
	Rigidizadores	Tracción	kN	13.439	368.697	3.64
Viga (b) IPE 400	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	25.465	113.040	22.53
	Chapa vertical	Tracción	kN	34.153	219.721	15.54
Viga (c) IPE 400	Rigidizadores	Tracción	kN	12.976	368.697	3.52
	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	24.588	113.040	21.75
	Chapa vertical	Tracción	kN	31.560	219.721	14.36

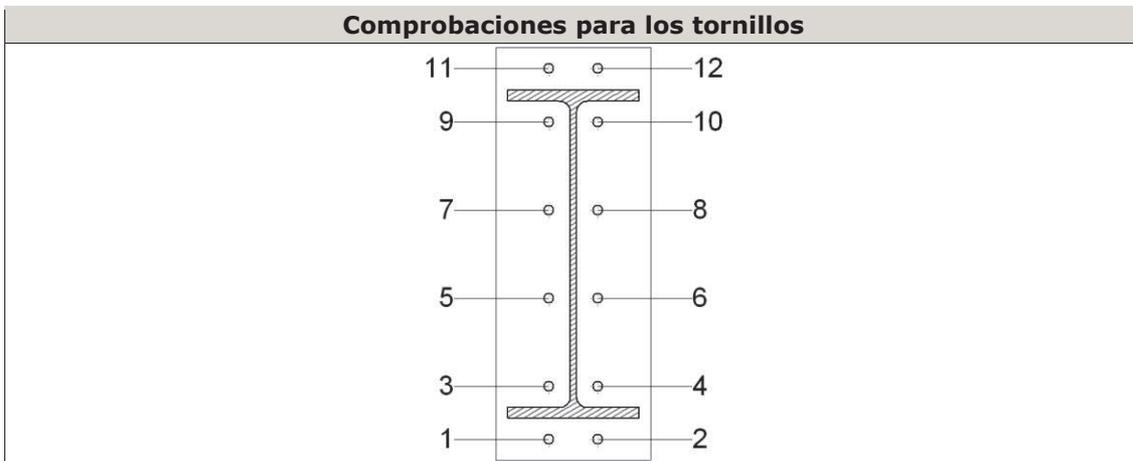
Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (MPa)	β_w
		σ_{\perp} (MPa)	τ_{\perp} (MPa)	$\tau_{//}$ (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	6	19.8	19.8	0.0	39.5	9.77	19.8	5.74	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	6	16.0	16.0	0.1	32.1	7.93	16.0	4.66	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	4	0.0	0.0	1.9	3.4	0.83	0.0	0.00	430.0	0.85

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	4	0.0	0.0	45.7	79.1	19.54	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	4	0.0	0.0	35.7	61.8	15.26	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	4	0.0	0.0	1.9	3.4	0.83	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	8	49.5	49.5	11.4	100.9	24.93	49.5	14.39	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	4	0.0	0.0	79.8	138.1	34.13	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	8	0.0	0.0	19.7	34.0	8.41	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	4	0.0	0.0	0.3	0.5	0.11	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	8	60.0	60.0	1.5	119.9	29.64	60.0	17.43	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	4	0.0	0.0	91.8	159.1	39.30	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	6	19.1	19.1	0.0	38.2	9.43	19.1	5.55	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	6	16.6	16.6	0.0	33.3	8.22	16.6	4.84	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	4	0.0	0.0	1.9	3.4	0.83	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	4	0.0	0.0	44.1	76.5	18.89	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	4	0.0	0.0	37.0	64.1	15.84	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	4	0.0	0.0	1.9	3.4	0.83	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	8	52.0	52.0	13.6	106.7	26.36	52.0	15.13	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	4	0.0	0.0	83.8	145.2	35.88	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	8	0.0	0.0	18.8	32.5	8.03	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	4	0.0	0.0	0.2	0.3	0.09	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	8	57.3	57.3	0.4	114.6	28.32	57.3	16.66	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	4	0.0	0.0	87.6	151.7	37.49	0.0	0.00	430.0	0.85

IPE 330

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	63.194	104.359	60.55
Ala	Compresión	kN	276.502	843.377	32.79
	Tracción	kN	90.753	328.512	27.63
Alma	Tracción	kN	70.299	242.735	28.96

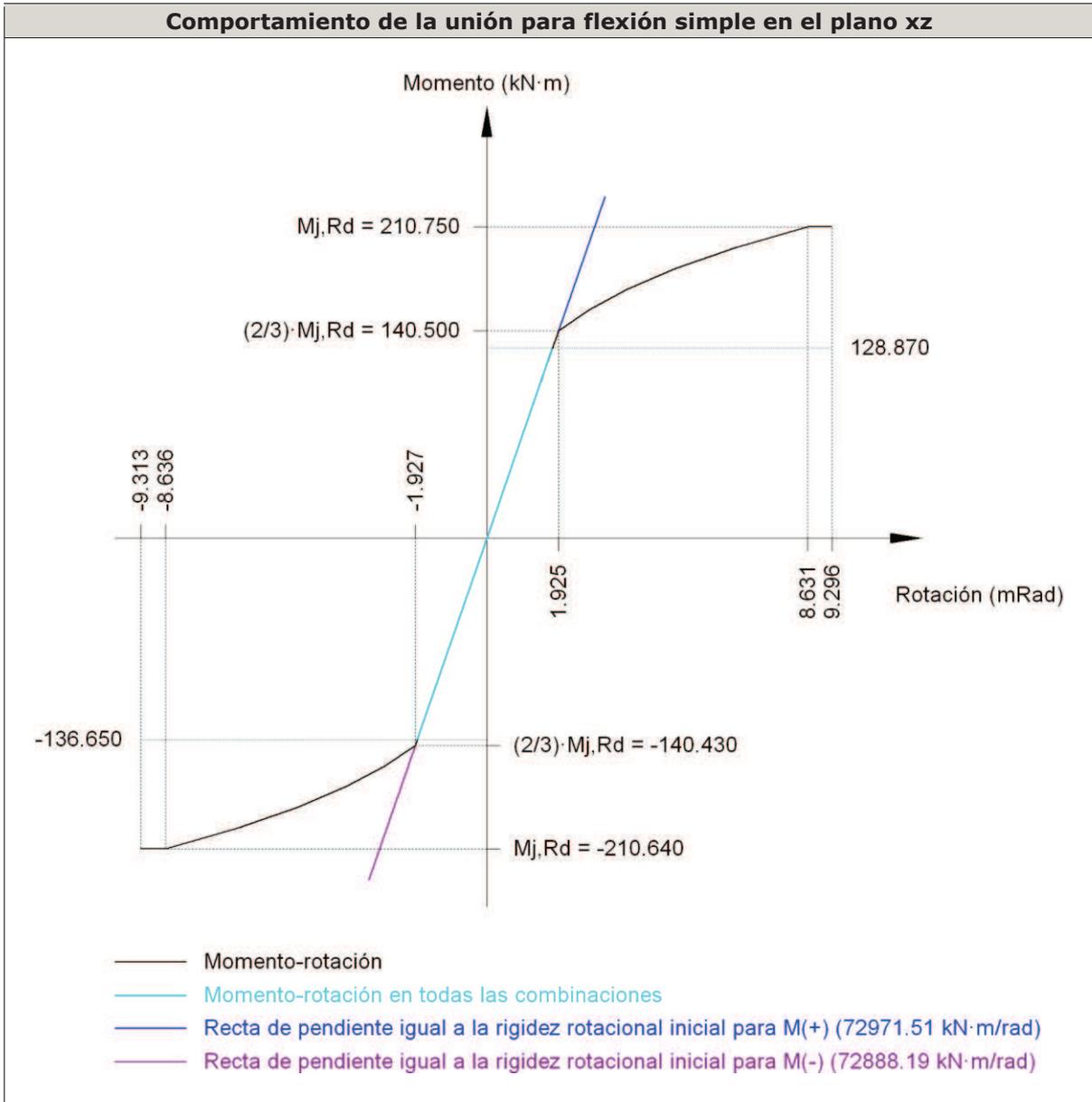
Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	8	58.6	65.6	0.1	127.9	31.60	59.8	17.37	430.0	0.85
Soldadura del alma	5	61.8	61.8	22.7	129.6	32.03	61.8	17.96	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	8	69.4	62.1	0.2	128.0	31.62	69.4	20.19	430.0	0.85



Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	M16	Deslizamiento	8.983	26.376	34.06	Vástago	104.093	113.040	92.08	34.06	92.08
		Aplastamiento	8.285	140.740	5.89	Punzonamiento	63.065	311.737	20.23		
2	M16	Deslizamiento	8.983	26.376	34.06	Vástago	104.101	113.040	92.09	34.06	92.09
		Aplastamiento	8.279	140.740	5.88	Punzonamiento	63.194	311.737	20.27		
3	M16	Deslizamiento	8.983	26.376	34.06	Vástago	103.391	113.040	91.46	34.06	91.46

Tomillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
		Aplastamiento	8.983	233.920	3.84	Punzonamiento	52.481	311.737	16.83		
4	M16	Deslizamiento	8.983	26.376	34.06	Vástago	103.399	113.040	91.47	34.06	91.47
		Aplastamiento	8.983	233.920	3.84	Punzonamiento	52.609	311.737	16.88		
5	M16	Deslizamiento	8.983	26.376	34.06	Vástago	102.232	113.040	90.44	34.06	90.44
		Aplastamiento	8.983	233.920	3.84	Punzonamiento	35.021	311.737	11.23		
6	M16	Deslizamiento	8.983	26.376	34.06	Vástago	102.241	113.040	90.45	34.06	90.45
		Aplastamiento	8.983	233.920	3.84	Punzonamiento	35.150	311.737	11.28		
7	M16	Deslizamiento	8.983	26.376	34.06	Vástago	101.888	113.040	90.13	34.06	90.13
		Aplastamiento	8.983	233.920	3.84	Punzonamiento	29.835	311.737	9.57		
8	M16	Deslizamiento	8.983	26.376	34.06	Vástago	101.888	113.040	90.13	34.06	90.13
		Aplastamiento	8.983	233.920	3.84	Punzonamiento	29.838	311.737	9.57		
9	M16	Deslizamiento	8.983	26.376	34.06	Vástago	102.891	113.040	91.02	34.06	91.02
		Aplastamiento	8.983	233.920	3.84	Punzonamiento	44.948	311.737	14.42		
10	M16	Deslizamiento	8.983	26.376	34.06	Vástago	102.891	113.040	91.02	34.06	91.02
		Aplastamiento	8.983	233.920	3.84	Punzonamiento	44.950	311.737	14.42		
11	M16	Deslizamiento	8.983	26.376	34.06	Vástago	103.500	113.040	91.56	34.06	91.56
		Aplastamiento	8.983	140.739	6.38	Punzonamiento	54.134	311.737	17.37		
12	M16	Deslizamiento	8.983	26.376	34.06	Vástago	103.500	113.040	91.56	34.06	91.56
		Aplastamiento	8.983	140.739	6.38	Punzonamiento	54.136	311.737	17.37		

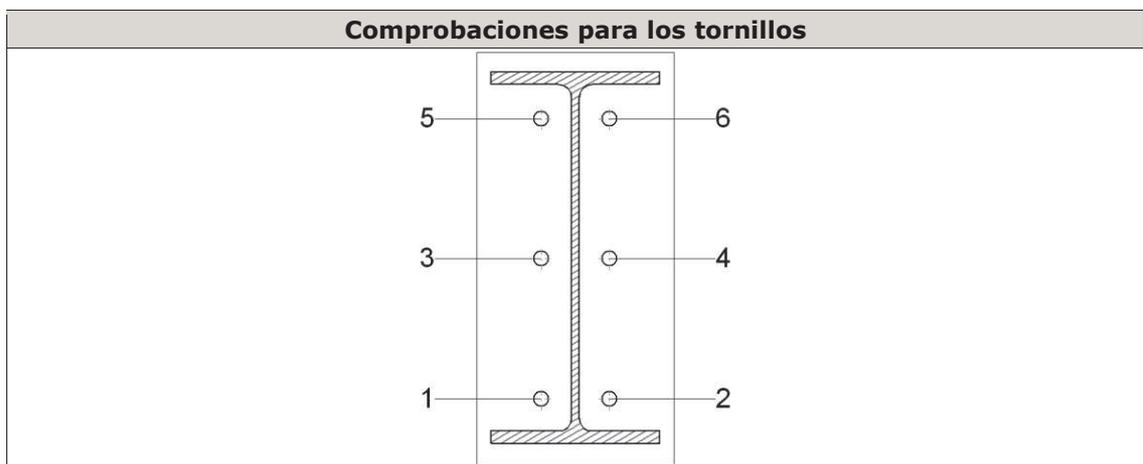
Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	30449.35	72971.51
Calculada para momentos negativos	30449.35	72888.19



IPE 400

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	24.588	111.871	21.98
Ala	Compresión	kN	38.799	636.429	6.10
	Tracción	kN	11.955	305.944	3.91
Alma	Tracción	kN	31.560	213.282	14.80

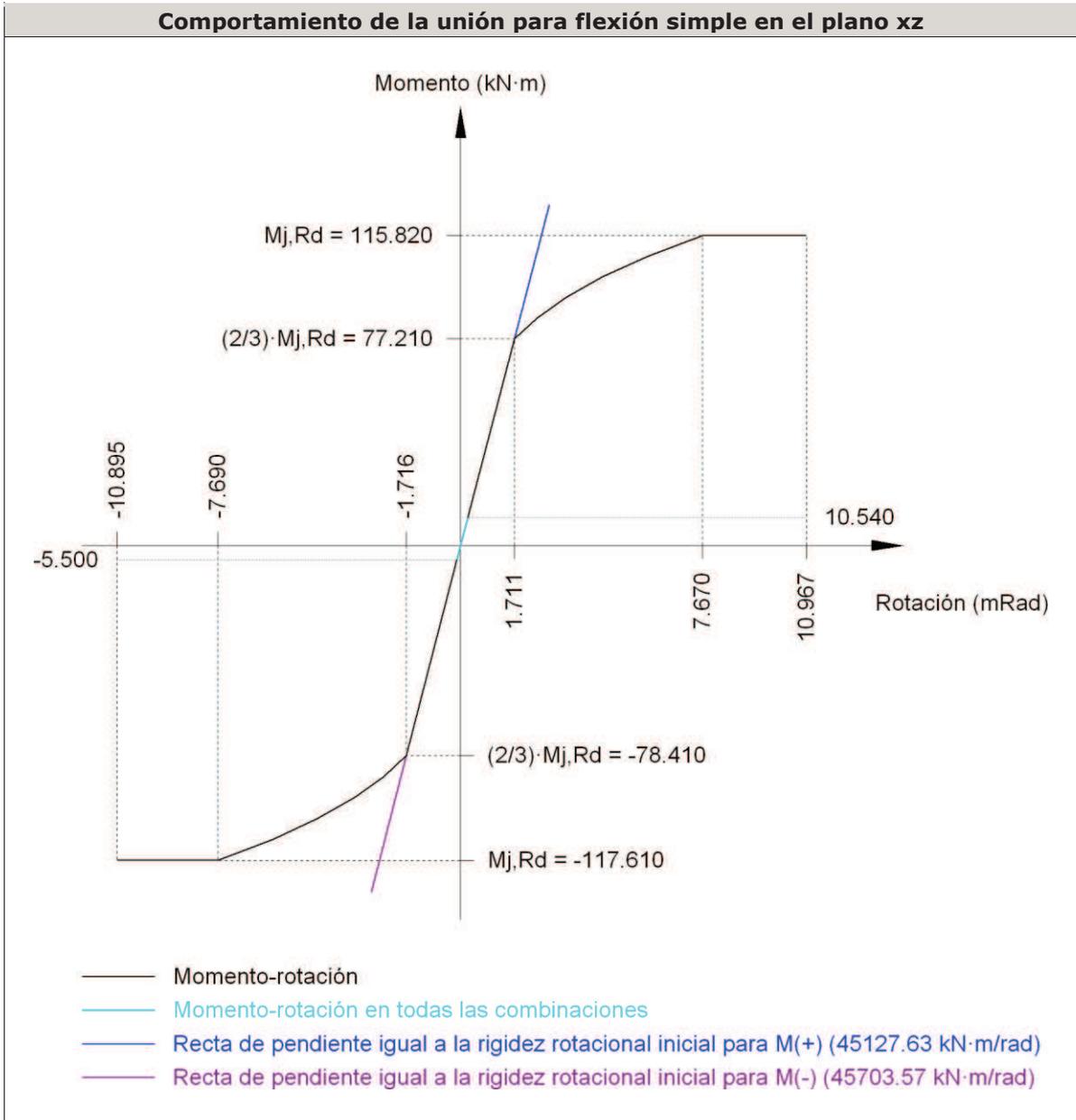
Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (MPa)	β_w
		σ_{\perp} (MPa)	τ_{\perp} (MPa)	$\tau_{//}$ (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	6	24.1	24.1	0.0	48.2	11.90	24.1	7.00	430.0	0.85
Soldadura del alma	4	33.1	33.1	1.8	66.3	16.37	33.1	9.62	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	6	22.0	22.0	0.1	43.9	10.85	22.0	6.38	430.0	0.85



Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	M16	Deslizamiento	0.875	26.376	3.32	Vástago	101.155	113.040	89.49	3.38	89.49
		Aplastamiento	0.875	192.640	0.45	Punzonamiento	18.620	256.724	7.25		
2	M16	Deslizamiento	0.871	26.376	3.30	Vástago	101.409	113.040	89.71	3.38	89.71
		Aplastamiento	0.871	192.640	0.45	Punzonamiento	22.422	256.724	8.73		
3	M16	Deslizamiento	0.874	26.376	3.32	Vástago	100.831	113.040	89.20	3.38	89.20
		Aplastamiento	0.874	192.640	0.45	Punzonamiento	13.778	256.724	5.37		
4	M16	Deslizamiento	0.871	26.376	3.30	Vástago	100.965	113.040	89.32	3.38	89.32
		Aplastamiento	0.871	192.640	0.45	Punzonamiento	15.780	256.724	6.15		
5	M16	Deslizamiento	0.874	26.376	3.31	Vástago	101.554	113.040	89.84	3.38	89.84
		Aplastamiento	0.874	192.640	0.45	Punzonamiento	24.588	256.724	9.58		

Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
6	M16	Deslizamiento	0.871	26.376	3.30	Vástago	101.539	113.040	89.83	3.38	89.83
		Aplastamiento	0.871	192.640	0.45	Punzonamiento	24.371	256.724	9.49		

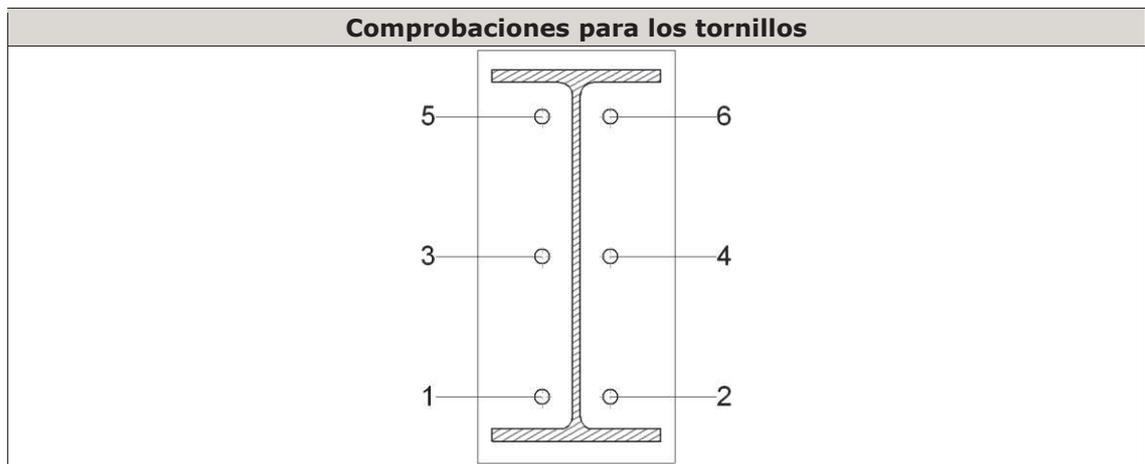
Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	16124.59	45127.63
Calculada para momentos negativos	16124.59	45703.57



IPE 330

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	25.465	111.871	22.76
Ala	Compresión	kN	10.095	161.275	6.26
	Tracción	kN	12.382	305.944	4.05
Alma	Tracción	kN	34.153	213.282	16.01

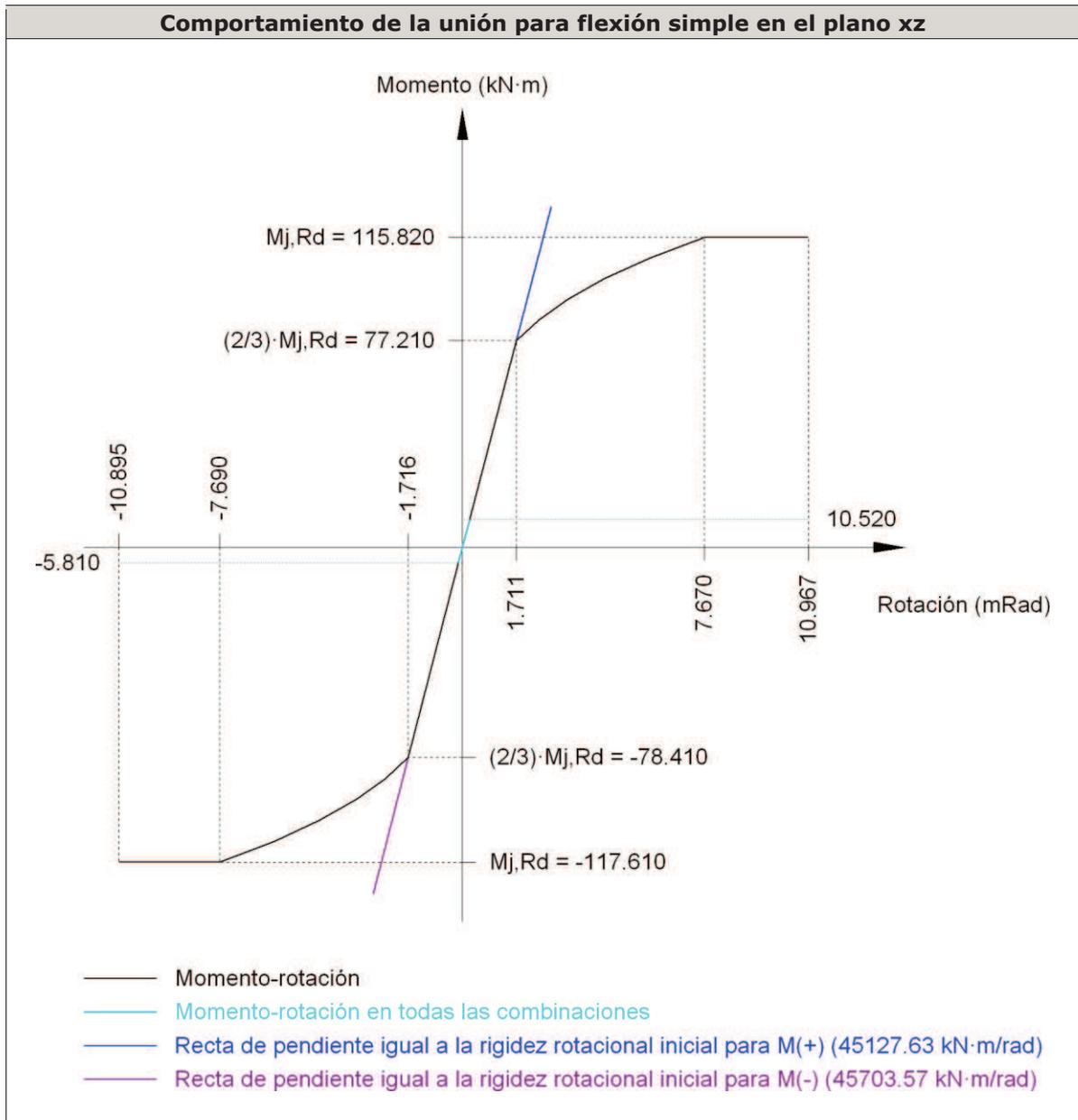
Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	6	24.9	24.9	0.0	49.9	12.32	24.9	7.25	430.0	0.85
Soldadura del alma	4	34.3	34.3	1.8	68.6	16.96	34.3	9.96	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	6	21.9	21.9	0.1	43.9	10.84	21.9	6.38	430.0	0.85



Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	M16	Deslizamiento	0.870	26.376	3.30	Vástago	101.407	113.040	89.71	3.35	89.71
		Aplastamiento	0.870	192.640	0.45	Punzonamiento	22.399	256.724	8.73		
2	M16	Deslizamiento	0.872	26.376	3.31	Vástago	100.988	113.040	89.34	3.35	89.34
		Aplastamiento	0.872	192.640	0.45	Punzonamiento	16.123	256.724	6.28		
3	M16	Deslizamiento	0.870	26.376	3.30	Vástago	101.051	113.040	89.39	3.35	89.39
		Aplastamiento	0.870	192.640	0.45	Punzonamiento	17.076	256.724	6.65		
4	M16	Deslizamiento	0.872	26.376	3.31	Vástago	100.868	113.040	89.23	3.35	89.23
		Aplastamiento	0.872	192.640	0.45	Punzonamiento	14.329	256.724	5.58		
5	M16	Deslizamiento	0.870	26.376	3.30	Vástago	101.597	113.040	89.88	3.35	89.88
		Aplastamiento	0.870	192.640	0.45	Punzonamiento	25.231	256.724	9.83		

Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
6	M16	Deslizamiento	0.872	26.376	3.31	Vástago	101.612	113.040	89.89	3.35	89.89
		Aplastamiento	0.872	192.640	0.45	Punzonamiento	25.465	256.724	9.92		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	16124.59	45127.63
Calculada para momentos negativos	16124.59	45703.57



Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
430.0	En taller	En ángulo	4	7538
			5	877
			6	3054
			8	3092

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	206x205x18	23.87
		2	206x110x18	6.40
	Chapas	2	205x366x9	10.61
		4	210x445x14	41.08
		1	235x635x18	21.09
	Total			

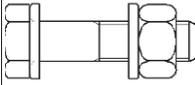
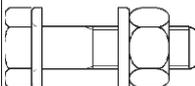
Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 10.9	12	EN 14399-3-M16x60-HR
		12	EN 14399-3-M16x65-HR
Tuercas	Clase 10	24	EN 14399-3-M16-HR
Arandelas	Dureza 300 HV	48	EN14399-6-16

2.21.10 UNIÓN PILAR-DINTEL VOLADIZO

b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles								
Pieza	Descripción	Geometría				Acero		
		Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HE 240 B	240	240	10	17	S275	275.0	430.0
Viga	IPE 120	120	64	4.4	6.3	S275	275.0	430.0
Dintel	IPE 400	400	180	13.5	8.6	S275	275.0	430.0

Elementos complementarios								
Pieza	Geometría			Taladros		Acero		
	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa de apoyo de la Dintel IPE 400	210	445	14	6	18	S275	275.0	430.0
Chapa vertical de la Dintel IPE 400	205	366.2	9	-	-	S275	275.0	430.0
Rigidizador	206	205	18	-	-	S275	275.0	430.0
Rigidizador	206	110	18	-	-	S275	275.0	430.0
Chapa frontal: Viga (a) IPE 120	62		18	8	18	S275	275.0	430.0

Elementos de tornillería							
Descripción	Pretensado	Geometría			Acero		
		Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (MPa)	f_u (MPa)
EN 14399-3-M16x65-10.9-HR EN 14399-3-M16-10-HR 2 EN14399-6-16	X		M16	65	10.9	900.0	1000.0
EN 14399-3-M16x60-10.9-HR EN 14399-3-M16-10-HR 2 EN14399-6-16	X		M16	60	10.9	900.0	1000.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 240 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbitez	-	20.60	64.71	31.83	
	Cortante	kN	429.666	547.392	78.49	
Rigidizadores	Ala	Desgarro	MPa	149.370	261.905	57.03
		Cortante	MPa	141.923	261.905	54.19
Dintel IPE 400	Rigidizadores	Tracción	kN	12.109	368.697	3.28
	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	22.946	113.040	20.30
	Chapa vertical	Tracción	kN	21.673	166.621	13.01
Viga (c) IPE 120	Rigidizadores	Tracción	kN	8.264	368.697	2.24
	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	15.659	113.040	13.85
	Chapa vertical	Tracción	kN	24.182	219.721	11.01

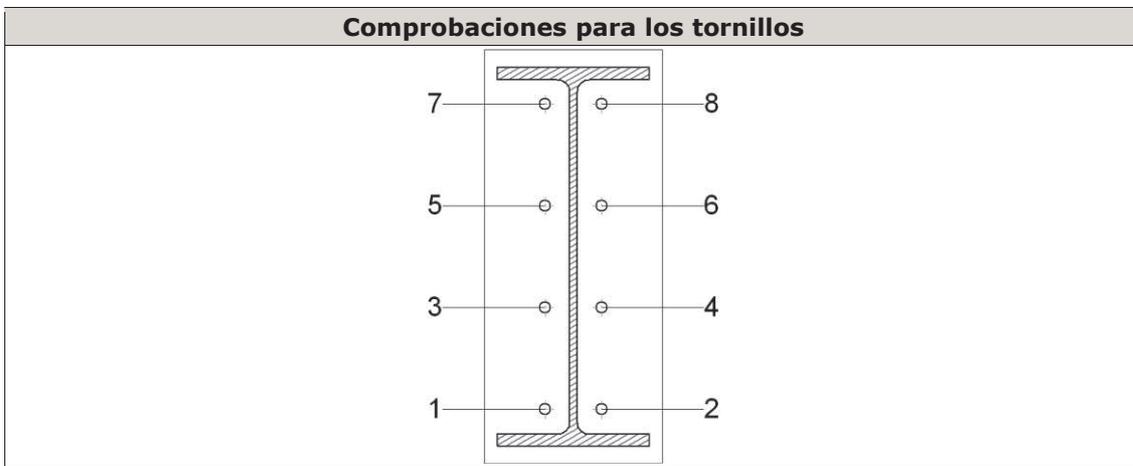
Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (MPa)	β_w
		σ_{\perp} (MPa)	τ_{\perp} (MPa)	$\tau_{//}$ (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	6	17.8	17.8	0.0	35.6	8.79	17.8	5.17	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	6	5.1	5.1	0.1	10.2	2.53	5.1	1.49	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	4	0.0	0.0	1.7	3.0	0.74	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	4	0.0	0.0	41.2	71.4	17.65	0.0	0.00	430.0	0.85

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	4	0.0	0.0	13.7	23.7	5.86	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	4	0.0	0.0	1.7	3.0	0.74	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	8	46.5	46.5	15.9	97.0	23.96	46.8	13.61	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	4	0.0	0.0	74.9	129.7	32.05	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	8	0.0	0.0	8.2	14.2	3.52	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	4	0.0	0.0	0.2	0.3	0.08	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	8	56.1	56.1	0.8	112.1	27.70	56.1	16.30	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	4	0.0	0.0	85.8	148.6	36.72	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	6	12.4	12.4	0.0	24.9	6.14	12.4	3.61	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	6	10.8	10.8	0.0	21.7	5.36	10.8	3.15	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	4	0.0	0.0	1.8	3.2	0.78	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	4	0.0	0.0	28.8	49.9	12.32	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	4	0.0	0.0	22.9	39.6	9.80	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	4	0.0	0.0	1.8	3.2	0.78	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	8	49.5	49.5	5.1	99.5	24.58	49.5	14.40	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	4	0.0	0.0	77.4	134.0	33.12	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	8	0.0	0.0	12.6	21.8	5.40	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	4	0.0	0.0	0.1	0.2	0.05	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	8	56.1	56.1	0.3	112.2	27.74	56.1	16.31	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	4	0.0	0.0	85.9	148.7	36.75	0.0	0.00	430.0	0.85

Dintel IPE 400

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	93.252	113.040	82.49
Ala	Compresión	kN	335.806	843.377	39.82
	Tracción	kN	48.850	328.512	14.87
Alma	Tracción	kN	126.524	242.735	52.12

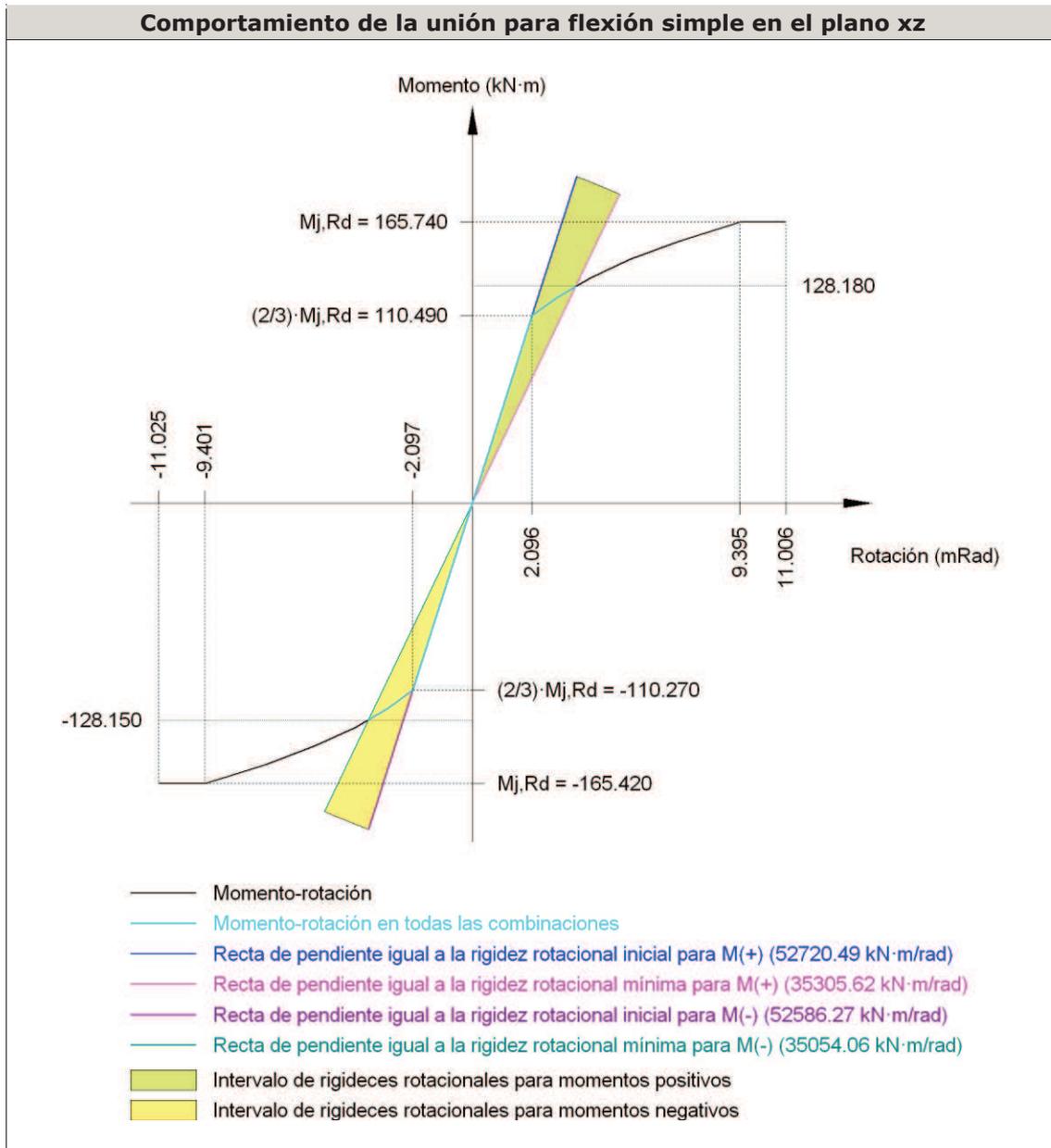
Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	8	64.6	57.7	0.1	119.0	29.40	64.6	18.77	430.0	0.85
Soldadura del alma	5	109.5	109.5	21.7	222.2	54.90	109.5	31.83	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	8	63.8	71.4	0.0	139.1	34.37	63.8	18.54	430.0	0.85



Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	M16	Deslizamiento	13.471	26.376	51.07	Vástago	106.095	113.040	93.86	51.07	93.86
		Aplastamiento	13.471	233.920	5.76	Punzonamiento	93.252	311.737	29.91		
2	M16	Deslizamiento	13.461	26.376	51.03	Vástago	106.087	113.040	93.85	51.03	93.85
		Aplastamiento	13.461	233.920	5.75	Punzonamiento	93.128	311.737	29.87		
3	M16	Deslizamiento	13.471	26.376	51.07	Vástago	104.106	113.040	92.10	51.07	92.10
		Aplastamiento	13.471	233.920	5.76	Punzonamiento	63.262	311.737	20.29		

Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
4	M16	Deslizamiento	13.461	26.376	51.03	Vástago	104.098	113.040	92.09	51.03	92.09
		Aplastamiento	13.461	233.920	5.75	Punzonamiento	63.139	311.737	20.25		
5	M16	Deslizamiento	13.471	26.376	51.07	Vástago	103.625	113.040	91.67	51.07	91.67
		Aplastamiento	13.471	233.920	5.76	Punzonamiento	56.010	311.737	17.97		
6	M16	Deslizamiento	13.461	26.376	51.03	Vástago	103.606	113.040	91.65	51.03	91.65
		Aplastamiento	13.461	233.920	5.75	Punzonamiento	55.734	311.737	17.88		
7	M16	Deslizamiento	13.471	26.376	51.07	Vástago	105.406	113.040	93.25	51.07	93.25
		Aplastamiento	13.471	233.920	5.76	Punzonamiento	82.866	311.737	26.58		
8	M16	Deslizamiento	13.461	26.376	51.03	Vástago	105.388	113.040	93.23	51.03	93.23
		Aplastamiento	13.461	233.920	5.75	Punzonamiento	82.590	311.737	26.49		

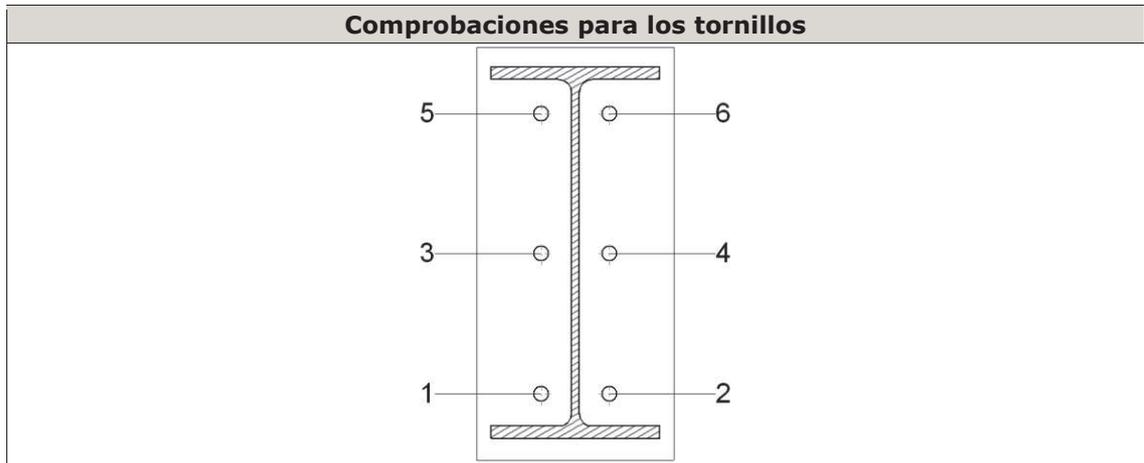
Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	24563.91	52720.49
Calculada para momentos negativos	24563.91	52586.27



DINTEL IPE 400

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	15.659	111.871	14.00
Ala	Compresión	kN	34.746	636.429	5.46
	Tracción	kN	7.614	305.944	2.49
Alma	Tracción	kN	24.182	213.282	11.34

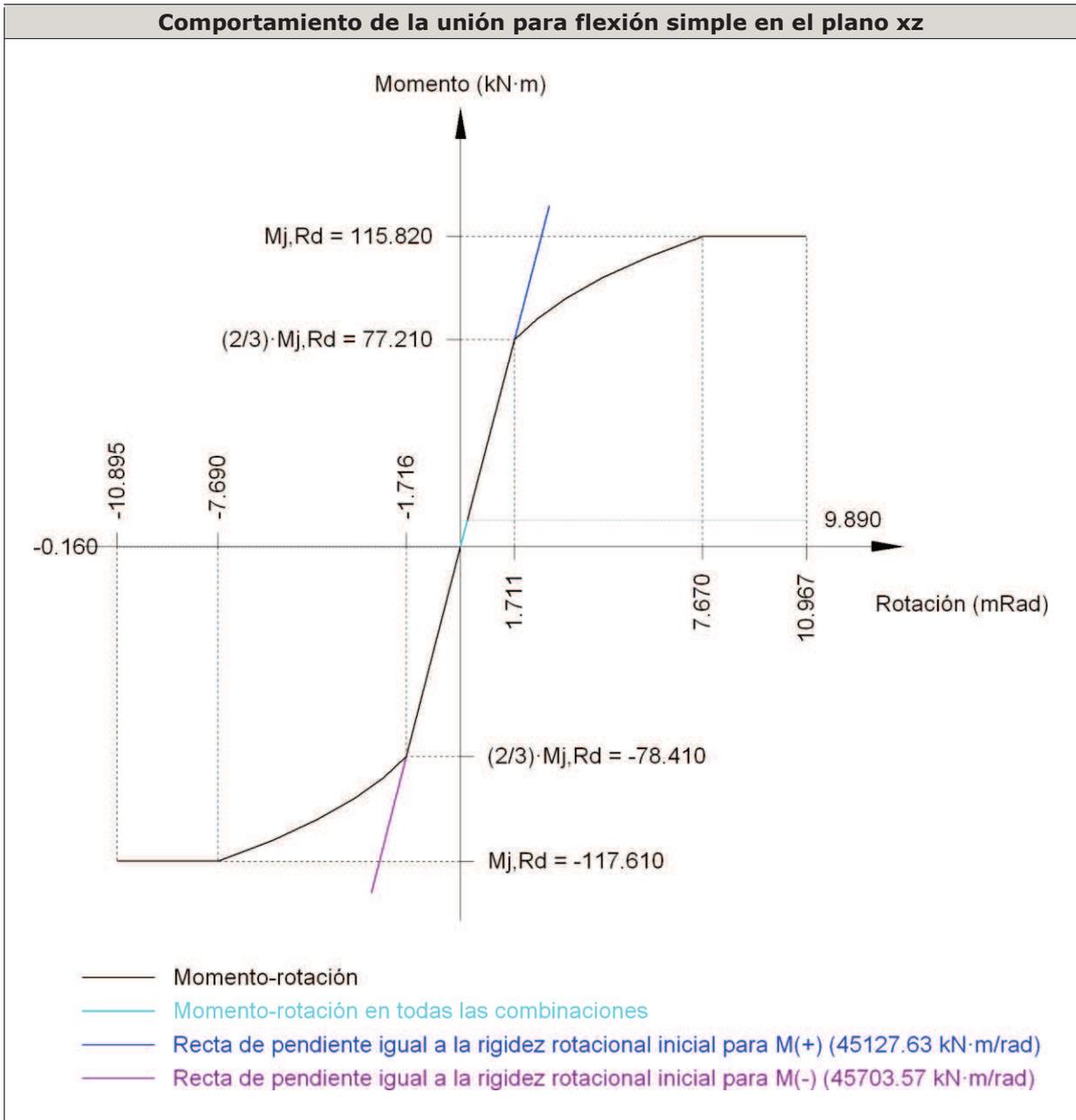
Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	6	15.3	15.3	0.0	30.7	7.58	15.3	4.46	430.0	0.85
Soldadura del alma	4	21.1	21.1	1.1	42.2	10.43	21.1	6.13	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	6	11.9	11.9	0.0	23.8	5.88	11.9	3.46	430.0	0.85



Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	M16	Deslizamiento	0.821	26.376	3.11	Vástago	100.575	113.040	88.97	3.11	88.97
		Aplastamiento	0.821	192.640	0.43	Punzonamiento	9.957	256.724	3.88		
2	M16	Deslizamiento	0.821	26.376	3.11	Vástago	100.722	113.040	89.10	3.11	89.10
		Aplastamiento	0.821	192.640	0.43	Punzonamiento	12.153	256.724	4.73		
3	M16	Deslizamiento	0.821	26.376	3.11	Vástago	100.566	113.040	88.96	3.11	88.96
		Aplastamiento	0.821	192.640	0.43	Punzonamiento	9.819	256.724	3.82		
4	M16	Deslizamiento	0.821	26.376	3.11	Vástago	100.718	113.040	89.10	3.11	89.10
		Aplastamiento	0.821	192.640	0.43	Punzonamiento	12.091	256.724	4.71		
5	M16	Deslizamiento	0.821	26.376	3.11	Vástago	100.800	113.040	89.17	3.11	89.17
		Aplastamiento	0.821	192.640	0.43	Punzonamiento	13.321	256.724	5.19		

Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
6	M16	Deslizamiento	0.821	26.376	3.11	Vástago	100.956	113.040	89.31	3.11	89.31
		Aplastamiento	0.821	192.640	0.43	Punzonamiento	15.659	256.724	6.10		

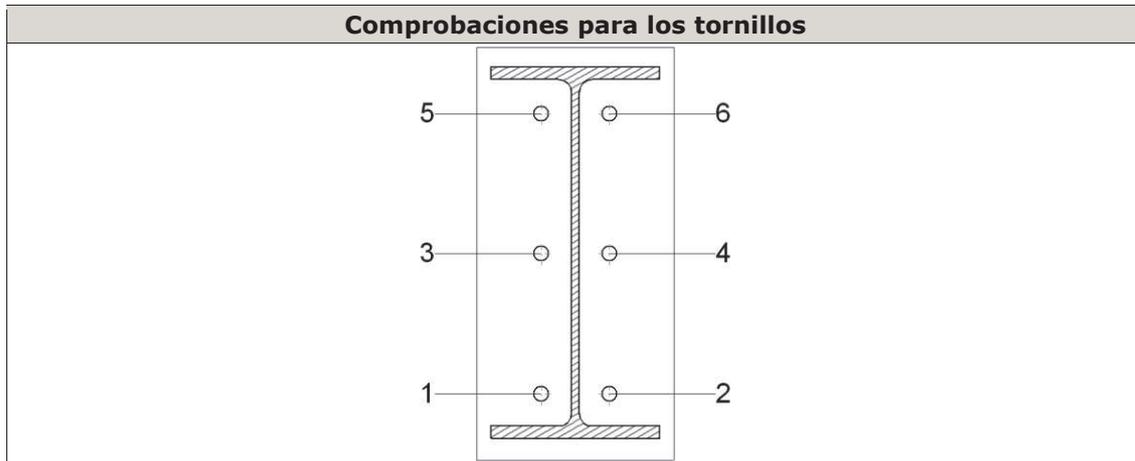
Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	16124.59	45127.63
Calculada para momentos negativos	16124.59	45703.57



Viga IPE 120

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	22.946	111.871	20.51
Ala	Compresión	kN	22.564	566.527	3.98
	Tracción	kN	11.157	305.944	3.65
Alma	Tracción	kN	23.579	171.700	13.73

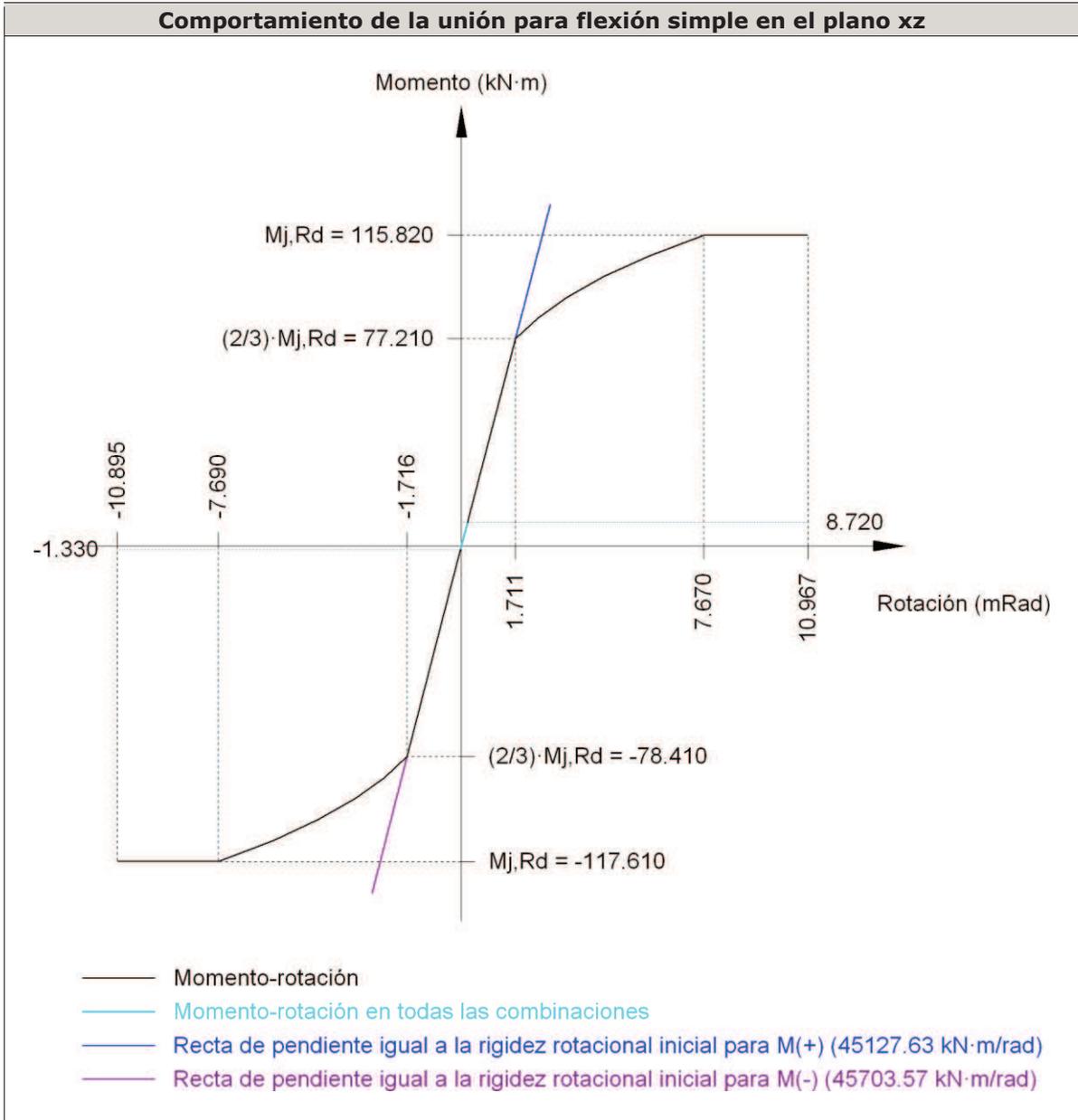
Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	6	22.5	22.5	0.0	44.9	11.11	22.5	6.53	430.0	0.85
Soldadura del alma	4	30.9	30.9	1.7	61.8	15.28	30.9	8.98	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	6	10.6	10.6	0.1	21.2	5.24	10.6	3.08	430.0	0.85



Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	M16	Deslizamiento	0.779	26.376	2.95	Vástago	100.094	113.040	88.55	3.20	88.55
		Aplastamiento	0.779	192.640	0.40	Punzonamiento	2.760	256.724	1.07		
2	M16	Deslizamiento	0.776	26.376	2.94	Vástago	100.110	113.040	88.56	3.19	88.56
		Aplastamiento	0.776	192.640	0.40	Punzonamiento	3.002	256.724	1.17		
3	M16	Deslizamiento	0.779	26.376	2.95	Vástago	100.760	113.040	89.14	3.20	89.14
		Aplastamiento	0.779	192.640	0.40	Punzonamiento	12.716	256.724	4.95		
4	M16	Deslizamiento	0.776	26.376	2.94	Vástago	100.775	113.040	89.15	3.19	89.15
		Aplastamiento	0.776	192.640	0.40	Punzonamiento	12.950	256.724	5.04		
5	M16	Deslizamiento	0.779	26.376	2.96	Vástago	101.426	113.040	89.73	3.20	89.73
		Aplastamiento	0.779	192.640	0.40	Punzonamiento	22.686	256.724	8.84		

Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
6	M16	Deslizamiento	0.776	26.376	2.94	Vástago	101.444	113.040	89.74	3.19	89.74
		Aplastamiento	0.776	192.640	0.40	Punzonamiento	22.946	256.724	8.94		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	16124.59	45127.63
Calculada para momentos negativos	16124.59	45703.57



d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
430.0	En taller	En ángulo	4	7538
			5	877
			6	3054
			8	3092

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	206x205x18	23.87
		2	206x110x18	6.40
	Chapas	2	205x366x9	10.61
		4	210x445x14	41.08
		1	235x550x18	18.26
	Total			

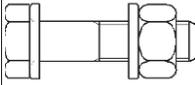
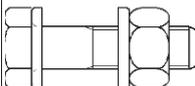
Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 10.9	12	EN 14399-3-M16x60-HR
		8	EN 14399-3-M16x65-HR
Tuercas	Clase 10	20	EN 14399-3-M16-HR
Arandelas	Dureza 300 HV	40	EN14399-6-16

2.21.11 UNION PILARILLO-DINTEL ED AUXILIAR

Descripción de los componentes de la unión

Perfiles								
Pieza	Descripción	Geometría				Acero		
		Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HE 200 B	200	200	9	5	S275	275.0	430.0
Dintel	IPE 330	330	160	7.5	8.6	S275	275.0	430.0
Dintel	IPE 330	330	160	7.5	8.6	S275	275.0	430.0

Elementos complementarios								
Pieza	Geometría			Taladros		Acero		
	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa de apoyo de la dintel IPE 330	150	0	14	6	18	S275	275.0	430.0
Chapa vertical de la dintel IPE 330	150	269	9	-	-	S275	275.0	430.0
Rigidizador	206	205	18	-	-	S275	275.0	430.0
Rigidizador	206	110	18	-	-	S275	275.0	430.0
Chapa frontal: Dintel IPE 330	150	320	14	6	18	S275	275.0	430.0
Chapa frontal: Dintel IPE 330	150	320	14	6	18	S275	275.0	430.0

Elementos de tornillería							
Descripción	Pretensado	Geometría			Acero		
		Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (MPa)	f_u (MPa)
EN 14399-3-M16x65-10.9-HR EN 14399-3-M16-10-HR 2 EN14399-6-16	X		M16	65	10.9	900.0	1000.0
EN 14399-3-M16x60-10.9-HR EN 14399-3-M16-10-HR 2 EN14399-6-16	X		M16	60	10.9	900.0	1000.0

Pilar HE 200 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	-	20.60	64.71	31.83	
	Cortante	kN	339.940	551.561	61.63	
Rigidizadores	Ala	Desgarro	MPa	118.143	261.905	45.11
		Cortante	MPa	118.659	261.905	45.31
Dintel IPE 330	Rigidizadores	Tracción	kN	7.323	368.697	1.99
	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	12.942	95.156	13.60
	Chapa vertical	Tracción	kN	25.885	219.721	11.78
Dintel IPE 330	Rigidizadores	Tracción	kN	7.947	368.697	2.16
	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	15.059	113.040	13.32
	Chapa vertical	Tracción	kN	14.223	166.621	8.54

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (MPa)	β_w
		σ_{\perp} (MPa)	τ_{\perp} (MPa)	$\tau_{//}$ (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	6	7.0	7.0	0.1	14.1	3.48	7.0	2.05	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	6	9.3	9.3	0.1	18.6	4.59	9.3	2.70	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	4	0.0	0.0	1.7	2.9	0.72	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	4	0.0	0.0	19.1	33.2	8.19	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	4	0.0	0.0	19.7	34.2	8.45	0.0	0.00	430.0	0.85

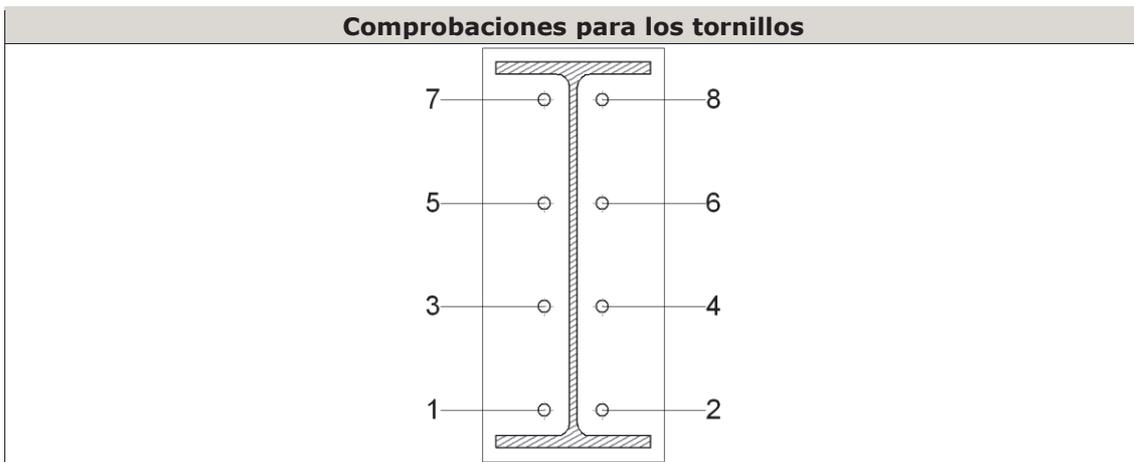
Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	4	0.0	0.0	1.7	2.9	0.72	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	8	38.4	38.4	5.6	77.4	19.13	38.4	11.16	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	4	0.0	0.0	59.9	103.8	25.64	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	8	0.0	0.0	12.8	22.1	5.46	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	4	0.0	0.0	0.3	0.4	0.11	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	8	42.9	42.9	0.2	85.7	21.18	42.9	12.46	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	4	0.0	0.0	65.5	113.5	28.04	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	6	11.7	11.7	0.0	23.4	5.79	11.7	3.40	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	6	5.6	5.6	0.0	11.1	2.75	5.6	1.62	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	4	0.0	0.0	1.5	2.6	0.65	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	4	0.0	0.0	27.4	47.4	11.72	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	4	0.0	0.0	8.8	15.2	3.76	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	4	0.0	0.0	1.5	2.6	0.65	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	8	37.3	37.3	4.9	75.1	18.56	37.3	10.85	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	4	0.0	0.0	58.3	100.9	24.94	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	8	0.0	0.0	7.2	12.4	3.07	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	4	0.0	0.0	0.1	0.2	0.05	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	8	44.0	44.0	0.2	87.9	21.73	44.0	12.78	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	4	0.0	0.0	67.3	116.5	28.79	0.0	0.00	430.0	0.85

2) Viga (a) IPE 330

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	65.154	113.040	57.64

Ala	Compresión	kN	266.223	843.377	31.57
	Tracción	kN	34.131	328.512	10.39
Alma	Tracción	kN	88.027	242.735	36.26

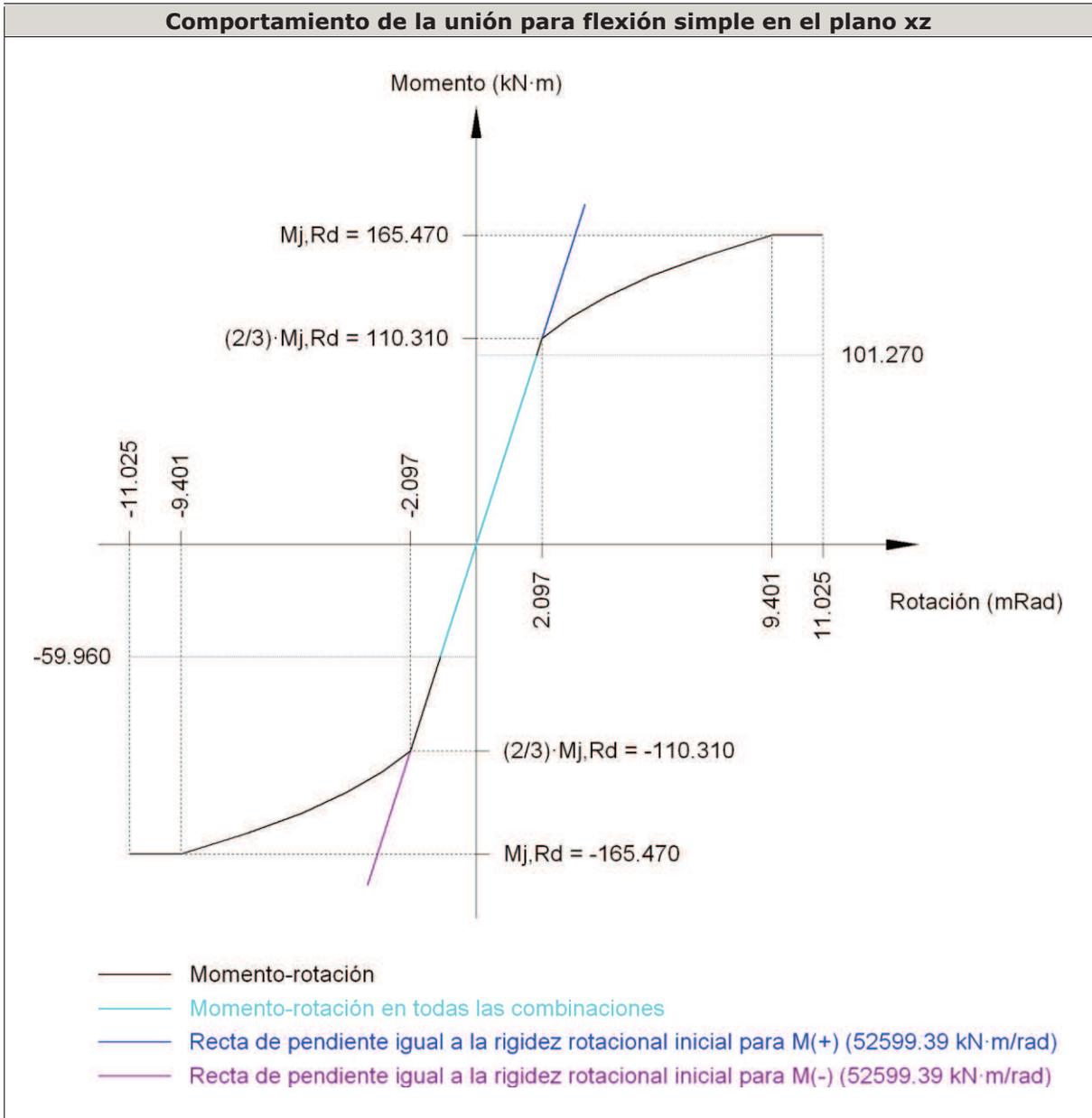
Soldaduras en ángulo											
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w	
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)			
Soldadura del ala superior	8	44.6	49.9	0.1	97.2	24.01	45.9	13.34	430.0	0.85	
Soldadura del alma	5	76.5	76.5	25.4	159.2	39.34	76.5	22.24	430.0	0.85	
Soldadura del ala inferior	8	44.2	49.4	0.1	96.3	23.80	45.0	13.09	430.0	0.85	



Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	M16	Deslizamiento	13.952	26.376	52.90	Vástago	103.015	113.040	91.13	52.90	91.13
		Aplastamiento	13.952	233.920	5.96	Punzonamiento	46.815	311.737	15.02		
2	M16	Deslizamiento	13.938	26.376	52.84	Vástago	102.982	113.040	91.10	52.84	91.10
		Aplastamiento	13.938	233.920	5.96	Punzonamiento	46.326	311.737	14.86		
3	M16	Deslizamiento	13.952	26.376	52.90	Vástago	102.028	113.040	90.26	52.90	90.26
		Aplastamiento	13.952	233.920	5.96	Punzonamiento	31.939	311.737	10.25		
4	M16	Deslizamiento	13.938	26.376	52.84	Vástago	101.995	113.040	90.23	52.84	90.23
		Aplastamiento	13.938	233.920	5.96	Punzonamiento	31.450	311.737	10.09		

Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
5	M16	Deslizamiento	13.952	26.376	52.90	Vástago	102.822	113.040	90.96	52.90	90.96
		Aplastamiento	13.952	233.920	5.96	Punzonamiento	43.903	311.737	14.08		
6	M16	Deslizamiento	13.938	26.376	52.84	Vástago	102.829	113.040	90.97	52.84	90.97
		Aplastamiento	13.938	233.920	5.96	Punzonamiento	44.014	311.737	14.12		
7	M16	Deslizamiento	13.952	26.376	52.90	Vástago	104.224	113.040	92.20	52.90	92.20
		Aplastamiento	13.952	233.920	5.96	Punzonamiento	65.043	311.737	20.86		
8	M16	Deslizamiento	13.938	26.376	52.85	Vástago	104.231	113.040	92.21	52.85	92.21
		Aplastamiento	13.938	233.920	5.96	Punzonamiento	65.154	311.737	20.90		

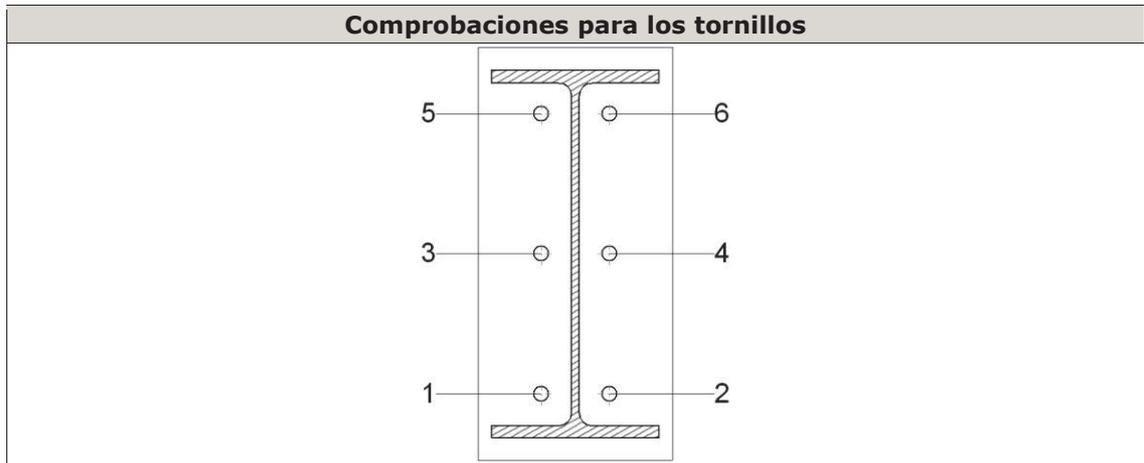
Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	24563.92	52599.39
Calculada para momentos negativos	24563.92	52599.39



DINTEL IPE 330

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	15.059	113.040	13.32
Ala	Compresión	kN	16.426	636.429	2.58
	Tracción	kN	7.744	287.180	2.70
Alma	Tracción	kN	14.630	164.799	8.88

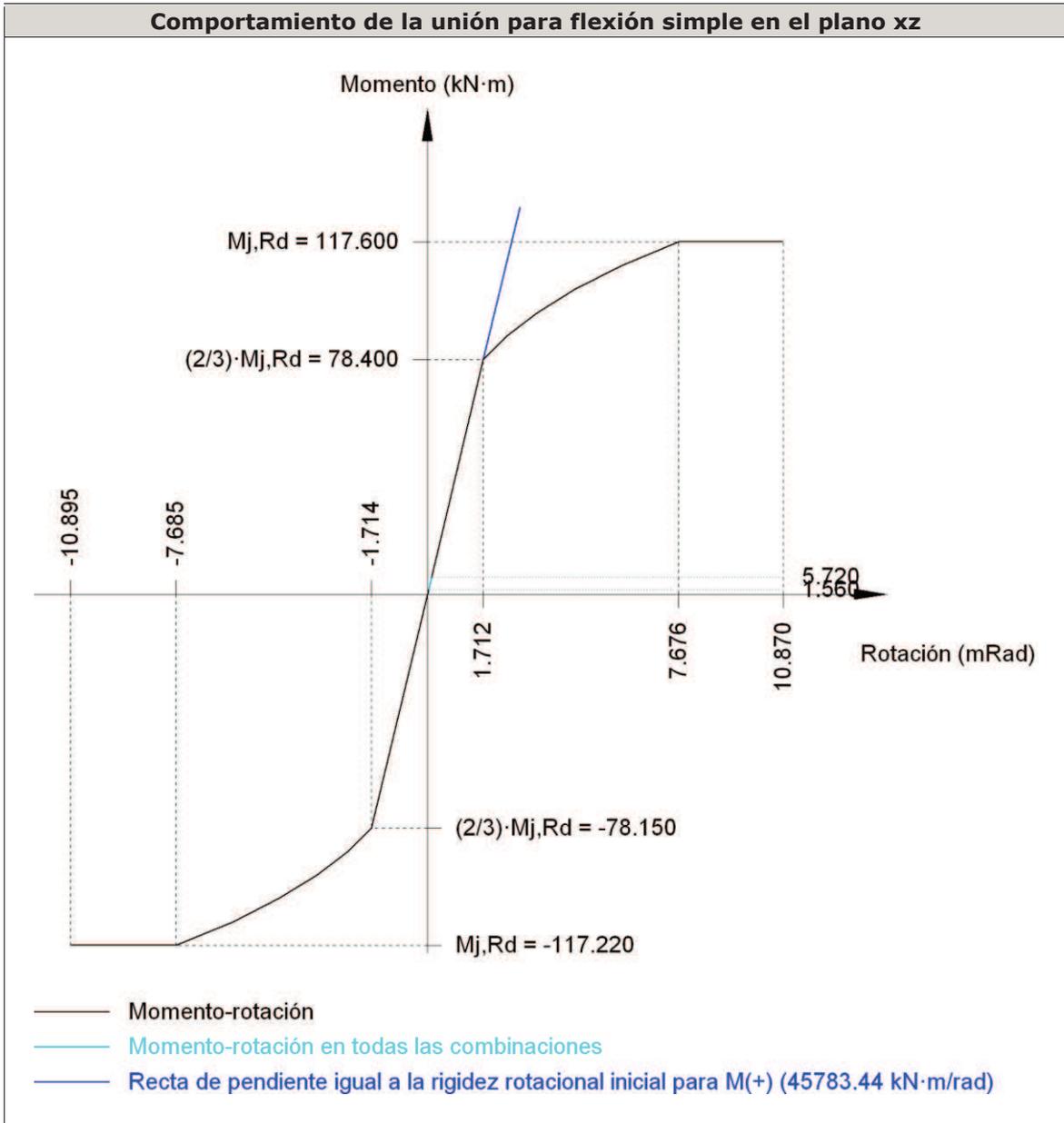
Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	6	14.7	14.7	0.0	29.5	7.29	14.7	4.29	430.0	0.85
Soldadura del alma	4	21.1	21.1	1.5	42.3	10.44	21.1	6.13	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	6	5.5	5.5	0.0	10.9	2.70	5.5	1.59	430.0	0.85



Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	M16	Deslizamiento	0.687	26.376	2.61	Vástago	100.099	113.040	88.55	2.75	88.55
		Aplastamiento	0.687	192.640	0.36	Punzonamiento	2.833	256.724	1.10		
2	M16	Deslizamiento	0.687	26.376	2.61	Vástago	100.056	113.040	88.51	2.75	88.51
		Aplastamiento	0.687	192.640	0.36	Punzonamiento	2.195	256.724	0.85		
3	M16	Deslizamiento	0.687	26.376	2.61	Vástago	100.481	113.040	88.89	2.75	88.89
		Aplastamiento	0.687	192.640	0.36	Punzonamiento	8.543	256.724	3.33		
4	M16	Deslizamiento	0.687	26.376	2.61	Vástago	100.458	113.040	88.87	2.75	88.87
		Aplastamiento	0.687	192.640	0.36	Punzonamiento	8.214	256.724	3.20		
5	M16	Deslizamiento	0.687	26.376	2.61	Vástago	100.916	113.040	89.27	2.75	89.27
		Aplastamiento	0.687	192.640	0.36	Punzonamiento	15.059	256.724	5.87		

Tornillo	Diámetro	Cortante				Tracción				Interacción tracción y deslizamiento	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
6	M16	Deslizamiento	0.687	26.376	2.61	Vástago	100.894	113.040	89.26	2.75	89.26
		Aplastamiento	0.687	192.640	0.36	Punzonamiento	14.729	256.724	5.74		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	16124.65	45783.44
Calculada para momentos negativos	16124.65	45582.85



3. INSTALACIONES

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría (dm ³ /s)	Caudal instantáneo mínimo de agua caliente (dm ³ /s)
Lavamanos	0.05	0.03
Lavabo	0.1	0.065
Ducha	0.2	0.1
Bañera de 1, 40 m o más	0.3	0.2
Bañera de menos de 1,40 m	0.2	0.15
Bidé	0.1	0.065
Inodoro con cisterna	0.1	
Inodoro con fluxor	1.25	
Urinarios con grifo temporizado	0.15	
Urinarios con cisterna (c/u)	0.04	
Fregadero doméstico	0.2	0.10
Fregadero no doméstico	0.3	0.20
Lavavajillas doméstico	0.15	0.10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0.25	0.2
Lavadero	0.2	0.1
Lavadora doméstica	0.2	0.15
Lavadora industrial (8 Kg.)	0.6	0.4
Grifo aislado	0.15	0.1
Grifo garaje	0.2	
Vertedero	0.2	

3.1 ABASTECIMIENTO

(Siguiendo las tablas de dimensionado 4.2 y 4.3 del DB HS4)

Derivación A

A1. Barra	Caudal inst. min.	∅ derivación individual	∅ tubo alimentación
1 fregadero industrial	1x0,3=0,3 l/s	20mm	20 mm

A2. Cocina	Caudal inst. min.	∅ derivación individual	∅ tubo alimentación
2 fregaderos industriales	2x0,3=0,6 l/s	20mm	20 mm
A3. Aseo privado fem	Caudal inst. min.	∅ derivación individual	∅ tubo alimentación
1 lavabos	0,1 l/s	12mm	
1 inodoros	0,1 l/s	12mm	
total	0,2 l/s		20 mm
A4. Aseo privado masc	Caudal inst. min.	∅ derivación individual	∅ tubo alimentación
1 lavabos	0,1 l/s	12mm	
1 inodoros	0,1 l/s	12mm	
total	0,2 l/s		20 mm

Total derivación A = 1,3l/s

Derivación B

B1. Aseo público fem	Caudal inst. min.	∅ derivación individual	∅ tubo alimentación
8 lavabos	8x0,1=0,8 l/s	12mm	
6 inodoros	6x0,1=0,6 l/s	12mm	

total	1,4 l/s		20mm
B2. Aseo público masc	Caudal inst. min.	∅ derivación individual	∅ tubo alimentación
12 lavabos	12x0,1=1,2 l/s	12mm	
6 inodoros	6x0,1=0,6 l/s	12mm	
total	1,8 l/s		20mm

Total derivación B = 3,2l/s

3.2 SANEAMIENTO

Derivación A

A1. Barra	UDs	Derivación individual	Ramal colector 1%
1 fregadero	6	50mm	
total	6		50mm
A2. Cocina	UDs	Derivación individual	Ramal colector 1%
2 fregadero	12	50mm	
total	12		50mm
A3. Aseo privado fem	UDs	Derivación individual	Ramal colector 1%
1 lavabos	2	40mm	
1 inodoros	4	100mm	
total			100 mm (el del inodoro al ser mayor)
A4. Aseo privado masc			
1 lavabos	2	40mm	
1 inodoros	4	100mm	
total			100 mm (el del inodoro al ser mayor)

Derivación B

B1. Aseo público fem	UDs	Derivación individual	Ramal colector 1%
8 lavabos	16	40mm	
6 inodoros	24	100mm	
total			100 mm (el del inodoro al ser mayor)
B2. Aseo público masc	UDs	Derivación individual	Ramal colector 1%
12 lavabos	24	40mm	
6 inodoros	24	10mm	
total			100 mm (el del inodoro al ser mayor)

3.3 AGUAS PLUVIALES

BAJANTE	SUPERFICIE (m ²)	DIÁMETRO (mm)	NORMA-DIÁMETRO (MM)	
B1	117,392	75	110	1
B2	117,392	75	110	1
B3	117,392	75	110	1
B4	117,392	75	110	2
B5	58,69	50	110	2
B6	232,5	90	110	4
B7	232,5	90	110	5
B8	232,5	90	110	5
B9	232,5	90	110	6
B10	232,5	90	110	6

B11	232,5	90	110	7
B12	58,696	50	110	10
B13	117,392	75	110	10
B14	117,392	75	110	10
B15	117,392	75	110	10
B16	117,392	75	110	11