

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

***EDIFICIO ANEXO A CAMPO DE TIRO
AL PLATO***

DOCUMENTO 3- ANEXOS

Alumno/Alumna: Díez, Rosado, Lander

Director/Directora: Marcos, Rodríguez, Ignacio

Curso: 2018-2019

Fecha: Viernes, 19 de julio, 2019

ÍNDICE

3. ANEXOS	1
3.1. CALCULOS ESTRUCTURALES	1
3.1.1. Descripción de la estructura de la nave	1
3.1.2. Cálculo y estudio del cerramiento de la cubierta de la nave	1
3.1.2.1. Hipótesis individuales de carga (Cubierta)	2
3.1.2.1.1. Peso Propio	2
3.1.2.1.2. Sobrecarga de Uso	3
3.1.2.1.3. Sobrecarga de Nieve	5
3.1.2.1.4. Sobrecarga de Viento	6
3.1.2.2. Combinaciones de hipótesis de carga	13
3.1.3. Cálculo y estudio del cerramiento lateral de la nave	16
3.1.3.1. Hipótesis individuales de carga (Laterales)	16
3.1.3.1.1. Peso Propio	17
3.1.3.1.2. Sobrecarga de Viento	17
3.1.3.2. Combinaciones de hipótesis de carga	25
3.2. FORJADO DE LA ENTREPLANTA	27
3.2.1. Hipótesis individuales de carga	27
3.2.2. Resolución de forjado mediante Cespla	30
3.2.3. Combinación de hipótesis de carga	31
3.2.4. Armado de positivos	32

3.2.5. Armado de negativos	33
3.2.5.1. Armado de negativos en los apoyos centrales	33
3.2.5.1.1. Selección de armado	34
3.2.5.1.2. Longitud barras armadura de negativos	35
3.2.5.1.2.1. Longitud de anclaje	35
3.2.5.2. Armado de negativos en los apoyos extremos	37
3.2.5.2.1. Selección de armado	37
3.2.5.2.2. Longitud barras armadura de negativos	38
3.2.5.2.2.1. Longitud de anclaje	38
3.3. DIMENSIONAMIENTO MEDIANTE EL PROGRAMA DE CÁLCULO CYPE 2017	41
3.3.1. Generador de Pórticos	41
3.3.1.1. Introducción de datos generales	42
3.3.1.2. Cálculo de correas	46
3.3.1.2.1. Correas de cubierta	47
3.3.1.2.2. Correas laterales	49
3.3.1.3. Resultados de cálculo de correas	52
3.3.1.3.1. ELU correas de cubierta	52
3.3.1.3.2. ELU correas laterales	58
3.3.1.4. Exportación de la estructura a CYPE 3D	64
3.3.2. Cálculo de la nave con CYPE 3D	65

3.3.2.1.	Introducción de parámetros	66
3.3.2.1.1.	Coeficientes de empotramiento	66
3.3.2.1.2.	Cargas.....	66
3.3.2.1.3.	Pandeo	68
3.3.2.1.4.	Pandeo Lateral	70
3.3.2.1.5.	Flecha	71
3.3.2.1.6.	Cargas.....	72
3.3.2.2.	Resultados cálculo de barras.....	73
3.3.2.3.	Resultados cálculo de la cimentación	76
3.3.2.3.1.	Zapatas.....	77
3.3.2.3.1.1.	Descripción	77
3.3.2.3.1.2.	Medición	78
3.3.2.3.1.3.	Comprobación	83
3.3.2.3.2.	Vigas.....	136
3.3.2.3.2.1.	Descripción	136
3.3.2.3.2.2.	Medición	137
3.3.2.3.2.3.	Comprobación	140
3.3.2.4.	Resultados cálculo de las uniones.....	161
3.3.1.4.1.	Memoria de cálculo de uniones.....	167
3.4.	SOLERAS	703
3.5.	INSTALACION DE EVACUACION DE AGUAS	704
3.5.1.	Red de recogida de aguas residuales	704

3.5.1.1.	Unidades de desagüe	704
3.5.1.2.	Ramales colectores.....	705
3.5.1.3.	Bajantes de aguas residuales	706
3.5.1.4.	Colectores horizontales de aguas residuales	707
3.5.1.5.	Arquetas fecales	707
3.5.2.	Red de recogida de aguas pluviales.....	708
3.5.2.1.	Superficie de cubierta	708
3.5.2.2.	Numero de sumideros.....	709
3.5.2.3.	Canalones	709
3.5.2.4.	Bajantes	711
3.5.2.5.	Colectores de aguas pluviales	712
3.5.2.6.	Arquetas	712
3.6.	SUMINISTRO DE AGUAS	713
3.6.1.	Calidad del agua	713
3.6.2.	Diseño.....	713
3.6.3.	Elementos de la instalación.....	714
3.6.3.1.	Red de agua fría.....	714
3.6.3.2.	Red agua caliente	714

3. ANEXOS

3.1. CALCULOS ESTRUCTURALES

3.1.1. Descripción de la estructura de la nave

La nave industrial a realizar está basada en una estructura metálica, con una cubierta a dos aguas que conforma una inclinación de 10°. Ésta está compuesta por 6 pórticos transversales, de 16 m de luz, 7 m de altura libre y 8,41 m de alto en cumbrera (a estas alturas habrá que sumarles 1 m que irá totalmente enterrado).

Las dimensiones de la nave son de 32 m de largo, 16 m de ancho y 8,41 m de alto, con un total de 512 m² construidos. La nave tiene dos zonas bien diferenciadas; la del almacén, donde se sitúan tres pórticos separados 8 m entre sí (2 vanos), y la zona social, donde se sitúan los tres pórticos restantes, separados 6 m el primer pórtico más próximo respecto al almacén y 5 m los otros dos restantes (3 vanos).

Además, tendrá una entreplanta que abarcará la longitud de los tres primeros vanos (16 m) y la luz de toda la nave (16 m), lo cual le otorgará una superficie adicional de 256 m², de manera que se pueda aprovechar el espacio de una forma más eficiente. Se accederá a esta entreplanta mediante una escalera recta de dos tramos con rellano incluido.

3.1.2. Cálculo y estudio del cerramiento de la cubierta de la nave

Al proceder a la selección del tipo de panel para el cerramiento de la cubierta, se ha elegido el "Panel Sándwich TZ-C/cubierta" del catálogo "Teczone". Se trata de un panel para cubiertas con núcleo aislante rígido y caras exteriores de chapa perfilada de acero estructural con un alto poder de aislamiento, ya que su sistema de encaje machihembrado, con junta estanca y tapajuntas superior continuo que oculta el tornillo de fijación, garantiza la total estanqueidad del cerramiento.



Figura 1. Ilustración Panel Sándwich TZ-C/cubierta

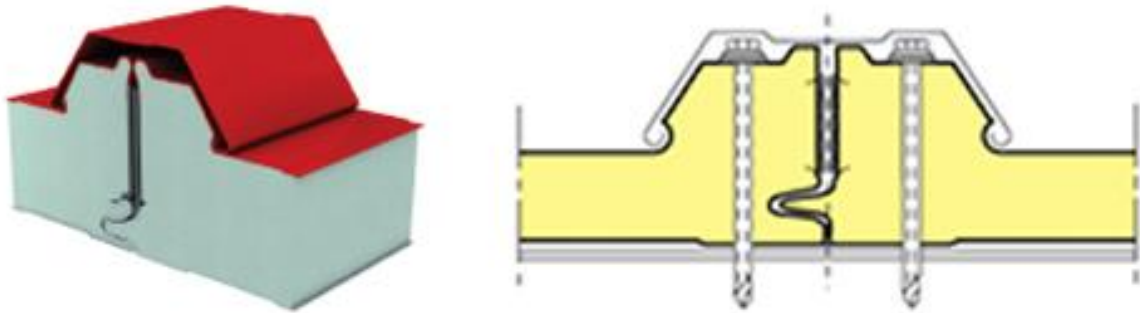


Figura 2. Ilustración del encaje machihembrado y tapajuntas de los paneles

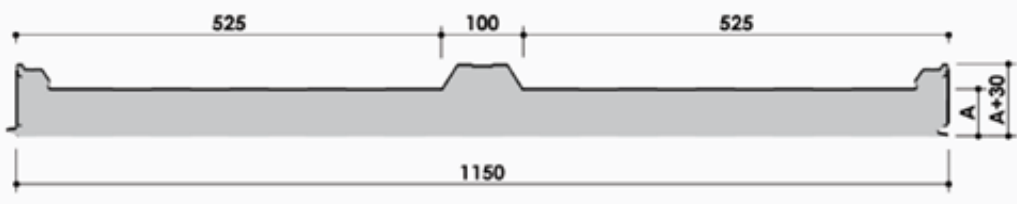
3.1.2.1. Hipótesis individuales de carga (Cubierta)

En lo que a las cargas se refiere, para el análisis de la nave industrial se pueden diferenciar dos tipos; por un lado las gravitatorias, que son las de peso propio (P.P.), sobrecarga de uso (U) y sobrecarga de nieve (N), y por otro lado, la sobrecarga de viento, la cual se subdivide en viento a presión (V_p) y en viento a succión (V_s), siendo cargas perpendiculares a la cubierta. Además, todas estas cargas pueden encontrarse combinadas en diferentes situaciones, si bien no se dará la combinación de uso junto con la de nieve o viento, pues se trata de una carga no concomitante.

3.1.2.1.1. Peso Propio

Como ya se ha comentado en la introducción de este capítulo, se ha seleccionado como panel de cubierta el "Panel Sándwich TZ-C/cubierta" del catálogo "Teczone". Se ha escogido un espesor del panel de 50 mm, pues el aislamiento térmico relacionado con dicho espesor se ha considerado suficiente para la nave en cuestión. Las características técnicas en cuanto a peso propio de este espesor son:

DIMENSIONES, PESO Y PRESTACIONES TÉRMICAS



Ancho útil	1.150 mm						
Longitud de fabricación	Estándar: 2,0 a 13,5 m						
	Especial: 13,5 a 20 m (transporte especial)						
Conductividad térmica (PIR)	0,0195 W/mK						
Conductividad térmica declarada (PIR)	0,0217 W/mK (considerando núcleo envejecido)						
Densidad del núcleo aislante	40 ± 5 kg/m ³						
Espesor núcleo aislante (A)	30	40	50	60	80	100	120 (mm)
Peso	9,9	10,3	10,7	11,1	11,9	12,9	13,5 (kg/m ²)
	11,4	11,9	12,4	12,8	13,8	14,8	15,8 (kg/ml)
Transmitancia térmica (PIR)	0,63	0,49	0,40	0,34	0,26	0,22	0,17 (W/m ² K)

Figura 3. Características técnicas (peso propio) del panel de cubierta seleccionado.

$$Q_{pp} = 10,7 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot \frac{10 \text{ N}}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{1 \text{ kN}}{10^3 \text{ N}} = 0,107 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Dado que se trata de una fuerza gravitatoria y la cubierta en cuestión tiene una ligera inclinación, es necesario descomponer la fuerza anterior, de modo que:

$$\begin{cases} Q_{pp \perp} = 0,107 \cdot \cos 10^\circ = 0,105 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \\ Q_{pp \parallel} = 0,107 \cdot \sin 10^\circ = 0,018 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \end{cases}$$

3.1.2.1.2. Sobrecarga de Uso

La selección de los valores de la sobrecarga de uso puede simularse por la aplicación de una carga distribuida uniformemente. De acuerdo con el uso que sea fundamental en cada zona del mismo, como valores característicos se adoptarán los valores que se indican en el Documento Básico de Seguridad Estructural de las Acciones en la Edificación (SE-AE, pág.5), en la tabla 3.1 de los valores característicos de las sobrecargas de uso.

Dependiendo que destino tenga la nave que se va a calcular, tendrá una categoría distinta de uso (Figura 4), siendo en este caso el de cubiertas accesibles únicamente para

conservación, de categoría G. Posteriormente, dentro de sus subcategorías, se escogerá la opción de cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado), G1.

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁶⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Figura 4. Selección de la sobrecarga de uso.

$$Q_u = 0,4 \frac{kN}{m^2}$$

Superíndices de la categoría G:

- (4): el valor indicado se refiere a la proyección horizontal de la superficie de la cubierta.
- (5): se entiende por cubierta ligera aquella cuya carga permanente debida únicamente a su cerramiento no excede de 1 kN/m².
- (7): esta sobrecarga de uso no se considera concomitante con el resto de acciones variables.

Como el valor seleccionado posee el superíndice 4, se introducen las cargas como distribuidas, de modo que al acudir al Código Técnico, para la obtención del valor en proyección horizontal se tiene que multiplicar la carga por el coseno del ángulo de la cubierta, siendo en este caso el ángulo de 10°.

$$\begin{cases} Q_{u\perp} = 0,4 \cdot \cos 10^\circ \cdot \cos 10^\circ = 0,3879 \frac{kN}{m^2} \\ Q_{u\parallel} = 0,4 \cdot \cos 10^\circ \cdot \sin 10^\circ = 0,0684 \frac{kN}{m^2} \end{cases}$$

3.1.2.1.3. Sobrecarga de Nieve

Para realizar el cálculo de la sobrecarga de nieve, se debe tener en cuenta que la distribución y la intensidad de la carga de nieve sobre la cubierta de la nave dependen del clima del lugar, del tipo de precipitación, del relieve del entorno, etc. El procedimiento a seguir es el que se indica en el Documento Básico de Seguridad Estructural de las Acciones en la Edificación (SE-AE, pág.10). Como valor de carga de nieve por unidad de superficie en proyección, q_n , puede tomarse:

$$q_n = \mu \cdot S_k$$

- μ – coeficiente de forma de la cubierta (SE-AE, pág. 12)

En un faldón limitado inferiormente por cornisas y limatesas, en el que no hay impedimento al deslizamiento de la nieve, el coeficiente de forma será $\mu = 1$ porque se tiene una cubierta con una inclinación de 10° , y según la norma se utilizará este valor para cubiertas con inclinación menor o igual que 30° .

- S_k – valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal (Tabla 3.8).

Tabla 3.8 Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas

Capital	Altitud m	S_k kN/m ²	Capital	Altitud m	S_k kN/m ²	Capital	Altitud m	S_k kN/m ²
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / Alacant	0	0,2	Huelva	0	0,2	Salamanca	780	0,5
Almería	0	0,2	Huesca	470	0,7	SanSebas- tián/Donostia	0	0,3
Ávila	1.130	1,0	Jaén	570	0,4	Santander	1.000	0,3
Badajoz	180	0,2	León	820	1,2	Segovia	10	0,7
Barcelona	0	0,4	Lérida / Lleida	150	0,5	Sevilla	1.090	0,2
Bilbao / Bilbo	0	0,3	Logroño	380	0,6	Soria	0	0,9
Burgos	860	0,6	Lugo	470	0,7	Tarragona	0	0,4
Caceres	440	0,4	Madrid	660	0,6	Tenerife	950	0,2
Cádiz	0	0,2	Málaga	0	0,2	Teruel	550	0,9
Castellón	0	0,2	Murcia	40	0,2	Toledo	0	0,5
Ciudad Real	640	0,6	Orense / Ourense	130	0,4	Valencia/València	690	0,2
Córdoba	100	0,2	Oviedo	230	0,5	Valladolid	520	0,4
Coruña / A Coruña	0	0,3	Palencia	740	0,4	Vitoria / Gasteiz	850	0,7
Cuenca	1.010	1,0	Palma de Mallorca	0	0,2	Zamora	210	0,4
Gerona / Girona	70	0,4	Palmas, Las	0	0,2	Zaragoza	0	0,5
Granada	690	0,5	Pamplona/Iruña	450	0,7	Ceuta y Melilla	0	0,2

Figura 5. Sobrecarga de nieve según regiones

$$Q_N = \mu \cdot S_k = 1 \cdot 0,6 = 0,6 \frac{kN}{m^2}$$

Siguiendo el mismo proceso que en la sobrecarga de uso, descomponiendo se obtiene:

$$\begin{cases} Q_{N\perp} = 0,6 \cdot \cos 10^\circ \cdot \cos 10^\circ = 0,5819 \frac{kN}{m^2} \\ Q_{N\parallel} = 0,6 \cdot \cos 10^\circ \cdot \sin 10^\circ = 0,1026 \frac{kN}{m^2} \end{cases}$$

3.1.2.1.4. Sobrecarga de Viento

La acción de viento en general es una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, llamada presión estática, q_e , que puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

- q_b – presión dinámica del viento. Para saber el valor de esta variable se recurre a la norma (SE-AE, pág. 23). El valor básico de la velocidad del viento en cada localidad puede obtenerse del mapa (Figura 6). Para esta nave industrial que está ubicada en Gumiel de Izán (Burgos), se escoge la zona A, que corresponde a un valor de presión dinámica de 0,42 kN/m².

4 El valor básico de la velocidad del viento en cada localidad puede obtenerse del mapa de la figura D.1. El de la presión dinámica es, respectivamente de $0,42 \text{ kN/m}^2$, $0,45 \text{ kN/m}^2$ y $0,52 \text{ kN/m}^2$ para las zonas A, B y C de dicho mapa.



Figura 6. Mapa de la velocidad básica del viento

- C_e – coeficiente de exposición. Éste varía dependiendo del punto considerado, siendo en este caso hasta la cumbrera, de modo que se trabaje por el lado de la seguridad. Para obtener este valor se emplea el Documento Básico de Seguridad Estructural de las Acciones en la Edificación (SE-AE, pág. 8 / tabla 3.4).

- Altura pilares: 7 m.
- Distancia horizontal pilar-cumbrera: 8 m.
- Ángulo de inclinación cubierta: 10°
- Altura cumbrera: $[8 \cdot \tan 10^\circ] + 7 = 8,41 \text{ m}$

Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición c_e

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Figura 7. Valores del coeficiente de exposición C_e

Para la tabla empleada se considera grado de aspereza II, pues la nave se encuentra en un terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia. Además, la altura del punto considerado es de 8,41 metros como ya se ha comentado, de modo que para obtener el coeficiente de exposición se interpola entre 6 y 9 metros con los valores relativos a la tabla (Figura 7).

$$\text{grado II (altura cumbre} = 8,41 \text{ m)} \rightarrow \begin{cases} 6 \rightarrow 2,5 \\ 8,41 \rightarrow C_{e_{\text{cumbre}}} \\ 9 \rightarrow 2,7 \end{cases}$$

$$\text{interpolando: } C_e = 2,66$$

- C_p – coeficiente de presión. Este coeficiente es dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento (un valor negativo indica succión). En naves y construcciones diáfanas, sin forjados que conecten las fachadas, la acción de viento debe individualizarse en cada elemento de superficie exterior.

A efectos de cálculo, debido a que se trata de una nave industrial totalmente cerrada (la apertura de las puertas del almacén se consideran habitualmente cerradas), no entra viento al pabellón, de modo que se desecha el estudio de la componente interna del viento. Se exige la elección de los paneles de alto de cubierta.

A partir de aquí, para determinar el valor del coeficiente de presión exterior se acude al Anejo D.3 (SE-AE, pág. 24). El valor depende de la dirección relativa del viento, de la forma del edificio, de la posición del elemento considerado y de su área de influencia. En las tablas D.3 a D.13 se dan valores de coeficientes de presión para diversas formas simples de construcciones, obtenidas como el pésimo de entre los del abanico de direcciones de viento definidas en cada caso.

En este caso, para el cerramiento de cubierta a dos aguas es necesario ayudarse de la tabla D.6 (SE-AE, pág. 30).

I. Dirección del viento transversal

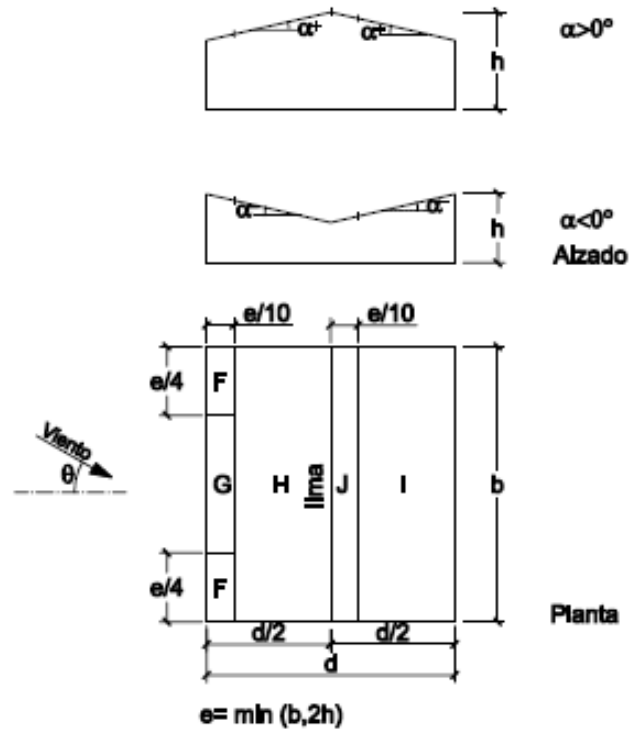


Figura 8. Cubierta viento transversal con división de zonas

Para definir las secciones de la cubierta a estudiar según norma, se llevan a cabo los siguientes cálculos:

- ✓ $e = \min(b, 2h) = \min(32, 2 \cdot 8,41) \rightarrow e = 16,82 \text{ m}$
- ✓ $e/10 = 1,682 \text{ m}$
- ✓ $e/4 = 4,205 \text{ m}$
- ✓ $d = 16 \text{ m}$
- ✓ $b = 32 \text{ m}$

A continuación, se escoge el valor de C_p acorde a las exigencias de la nave objeto de cálculo. Para ello, es necesario realizar una interpolación logarítmica mediante el empleo del Anejo D.3 (SE – AE, pág.24), pues para elementos con área de influencia A entre 1 m^2 y 10 m^2 , el coeficiente de presión exterior se puede obtener como:

$$C_{pe} = C_{pe,1} + (C_{pe,10} - C_{pe,1}) \cdot \log_{10} A$$

, donde $C_{pe,10}$ será el coeficiente de presión exterior para elementos con un área de influencia $A \geq 10 \text{ m}^2$ y $C_{pe,1}$ será el coeficiente de presión exterior para elementos con un área de influencia $A \leq 1 \text{ m}^2$.

Por tanto, como ambos faldones tienen un área de:

$$A = 8,12 \cdot 1,15 = 9,34 \text{ m}^2$$

, interpolando para una inclinación de cubierta de 10° :

	F	G	H	I	J
5°	-1,724	-1,224	-0,618	-0,6	0,2
	0	0	0		-0,6
10°	-1,3285	-1,0225	-0,459	-0,5	-0,4075
	0,1	0,1	0,1	0	-0,3
15°	-0,933	-0,821	-0,3	-0,4	-1,015
	0,2	0,2	0,2	0	0

Figura 9. Tabla de valores interpolados de C_p en V. Transversal

Con todos los datos obtenidos, la presión estática según la zona correspondiente será la siguiente:

$$VT \text{ (succión): } \begin{cases} q_{eF} = 0,42 \cdot 2,66 \cdot (-1,3285) = -1,4842 \frac{kN}{m^2} \\ q_{eG} = 0,42 \cdot 2,66 \cdot (-1,0225) = -1,1423 \frac{kN}{m^2} \\ q_{eH} = 0,42 \cdot 2,66 \cdot (-0,459) = -0,5128 \frac{kN}{m^2} \\ q_{eI} = 0,42 \cdot 2,66 \cdot (-0,5) = -0,5586 \frac{kN}{m^2} \\ q_{eJ} = 0,42 \cdot 2,66 \cdot (-0,4075) = -0,4553 \frac{kN}{m^2} \end{cases}$$

$$VT \text{ (presión): } \begin{cases} q_{eF} = q_{eG} = q_{eH} = 0,42 \cdot 2,66 \cdot 0,1 = 0,1117 \frac{kN}{m^2} \end{cases}$$

II. Dirección del viento longitudinal

Para el cálculo del viento longitudinal, al tratarse de una cubierta a dos aguas, es necesario ayudarse de la tabla D.6 (SE-AE, pág. 31).

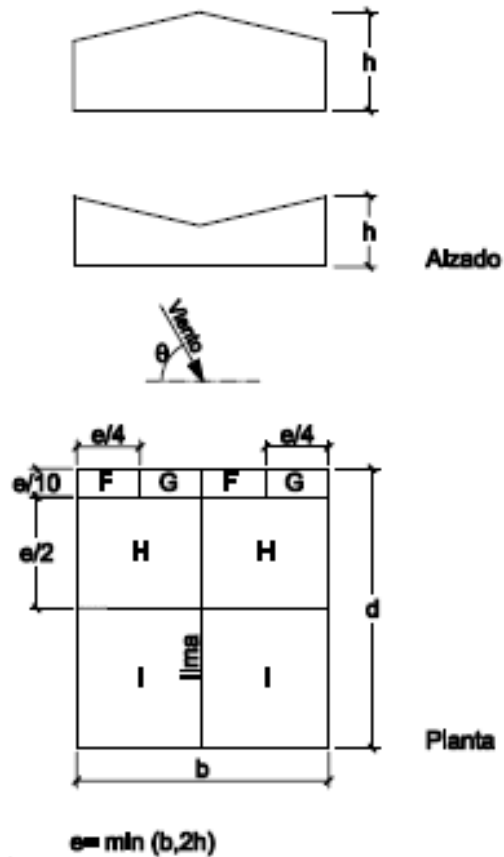


Figura 10. Cubierta viento longitudinal con división de zonas

Al igual que en el viento transversal, para definir las secciones de la cubierta a estudiar según norma, se llevan a cabo los siguientes cálculos:

$$\checkmark e = \min(b, 2h) = \min(16, 2 \cdot 8,41) \rightarrow e = 16 \text{ m}$$

$$\checkmark e/10 = 1,6 \text{ m}$$

$$\checkmark e/4 = 4 \text{ m}$$

$$\checkmark e/2 = 8 \text{ m}$$

$$\checkmark d = 32 \text{ m}$$

$$\checkmark b = 16 \text{ m}$$

Siguiendo con el mismo proceso llevado a cabo en el apartado anterior, se escoge el valor de C_p teniendo en cuenta que se tiene una pendiente de cubierta de 10° , siendo el área tributaria la misma que en la explicación anterior.

Por tanto, como el área es: $A = 8,12 \cdot 1,15 = 9,34 \text{ m}^2$, interpolando se obtiene:

	F	G	H	I
5°	-1,618	-1,321	-0,715	-0,6
10°	-1,4695	-1,321	-0,6665	-0,55
15°	-1,321	-1,321	-0,618	-0,5

Figura 11. Tabla de valores interpolados de C_p en V. Longitudinal

Con todos los datos obtenidos, la presión estática según la zona correspondiente será la siguiente:

$$VL \text{ (succión): } \begin{cases} q_{eF} = 0,42 \cdot 2,66 \cdot (-1,4695) = -1,6417 \frac{kN}{m^2} \\ q_{eG} = 0,42 \cdot 2,66 \cdot (-1,321) = -1,4758 \frac{kN}{m^2} \\ q_{eH} = 0,42 \cdot 2,66 \cdot (-0,6665) = -0,7446 \frac{kN}{m^2} \\ q_{eI} = 0,42 \cdot 2,66 \cdot (-0,55) = -0,6145 \frac{kN}{m^2} \end{cases}$$

Una vez calculadas todas las cargas de viento transversal y longitudinal tanto a succión como a presión, es necesario tener en cuenta cuales son las más desfavorables, y de esta forma, analizar las situaciones más peligrosas en las que se podría encontrar la nave en cuestión.

Por ello, las situaciones más desfavorables son:

$$\begin{cases} \text{presión} & \rightarrow q_e = 0,1117 \frac{kN}{m^2} \\ \text{succión} & \rightarrow q_e = -1,6417 \frac{kN}{m^2} \end{cases}$$

3.1.2.2. Combinaciones de hipótesis de carga

Las principales combinaciones de hipótesis de carga son las siguientes (recordar que la sobrecarga de uso no se considera concomitante con el resto de acciones variables):

$$1) Y_G \cdot G + Y_U \cdot Q_U$$

$$2) Y_G \cdot G + Y_{Vs} \cdot Q_{Vs}$$

$$3) Y_G \cdot G + Y_{Vp} \cdot Q_{Vp} + Y_N \cdot \Psi_{ON} \cdot Q_N$$

$$4) Y_G \cdot G + Y_N \cdot Q_N + Y_{Vp} \cdot \Psi_{OVp} \cdot Q_{Vp}$$

Cabe explicar de estas ecuaciones el método de obtención de los coeficientes parciales de seguridad (γ) y de simultaneidad (ψ) dependiendo del tipo de acción. En el Documento Básico de la Seguridad Estructural SE, en la pág. 11, hay dos tablas de las cuales se obtienen los valores, la tabla 4.1 (Figura 12) y la tabla 4.2 (Figura 13).

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

Tipo de verificación ⁽¹⁾	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
Variable	1,50	0	

⁽¹⁾ Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

Figura 12. Coeficientes parciales de seguridad (γ)

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		(1)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

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

Figura 13. Coeficientes de simultaneidad (ψ)

$$1) \quad 1,35PP_{\perp} + 1,5U = 1,35 \cdot 0,105 + 1,5 \cdot 0,3879 = 0,7236 \frac{kN}{m^2}$$

En cuanto a las cargas de viento, en las ecuaciones se utiliza la más crítica de las obtenidas anteriormente.

$$\begin{cases} \text{presión} & \rightarrow q_e = 0,1117 \frac{kN}{m^2} \\ \text{succión} & \rightarrow q_e = -1,6417 \frac{kN}{m^2} \end{cases}$$

$$2) \quad 0,8PP_{\perp} + 1,5VS = 0,8 \cdot 0,105 + 1,5 \cdot (-1,6417) = -2,3785 \frac{kN}{m^2}$$

$$3) \quad 1,35PP_{\perp} + 1,5VP + 1,5 \cdot 0,5N_{\perp} = 1,35 \cdot 0,105 + 1,5 \cdot 0,1117 + 1,5 \cdot 0,5 \cdot 0,5819 = 0,7457 \frac{kN}{m^2}$$

$$4) \quad 1,35PP_{\perp} + 1,5N_{\perp} + 1,5 \cdot 0,6VP = 1,35 \cdot 0,105 + 1,5 \cdot 0,5819 + 1,5 \cdot 0,6 \cdot 0,1117 = 1,1151 \frac{kN}{m^2}$$

Por consiguiente, las hipótesis más desfavorables son la “4” para presión y la “2” para succión, si bien al tener que elegir la hipótesis más desfavorable en valor absoluto, la más crítica será la de succión, de modo que:

$$2,3785 \frac{kN}{m^2} \cdot \frac{10^3 N}{1 kN} \cdot \frac{1 kg}{10 N} = 237,85 \frac{kg}{m^2}$$

Dado que el catálogo de la marca del cerramiento escogido indica que los cálculos a realizar deben estar basados en el Estado Límite de Servicio, es necesario replantear la hipótesis más desfavorable, de modo que se estudie ésta sin elemento mayorado alguno. Entonces:

$$PP_{\perp} + VS = 0,105 + (-1,6417) = -1,5367 \frac{kN}{m^2} = -153,67 \frac{kg}{m^2}$$

Con este valor se acude al catálogo del perfil grecado elegido, el “Panel Sándwich TZ-C/cubierta” del catálogo “Teczone”.



TRES APOYOS

L (m) L (m)

Espesor (mm)	Cargas descendentes (daN/m ²)						
	50	75	100	125	150	175	200
30	4,00	3,50	3,00	2,70	2,40	2,20	2,00
40	4,30	3,80	3,30	3,00	2,70	2,50	2,30
50	4,60	4,10	3,60	3,30	3,00	2,80	2,60
60	4,90	4,40	3,90	3,60	3,30	3,10	2,90
80	6,00	5,25	4,80	4,45	4,15	3,95	3,80
100	6,25	5,62	5,15	4,65	4,33	4,05	3,80
120	6,50	6,00	5,50	4,90	4,50	4,15	3,85

NOTA: Flecha máxima admisible ≤ L/200. 1 daN/m² ≈ 1 kg/m²

Figura 14. Elección del cerramiento cubierta

De acuerdo a la tabla de características técnicas, para un espesor de 50 mm (Figura 14) se escoge un cerramiento de cubierta con una resistencia de 175 kg/m², el cual permite una distancia entre correas que no supere los 2,80 metros. Por tanto, con la ayuda de estos datos y según criterio de diseño, se ha decidido colocar las correas a una distancia de 2,6 metros, de manera que se dejará una separación de 0,1 metros en ambos extremos, por lo que finalmente quedarán 4 correas con 3 vanos. Posteriormente, con el programa “Generador de Pórticos” de CYPE se realiza el cálculo correspondiente con estos datos de distancia admisible máxima para la distribución y dimensionamiento de las correas.

** En la cubierta se intercalarán paneles de policarbonato celulares con los paneles sandwich escogidos, de modo que éstos doten a la estructura de una mayor iluminación natural. Aun así, no se realizará cálculo alguno, pues éstos son menos restrictivos que los paneles sandwich, de modo que una vez seleccionado un tipo de panel que cumpla con las necesidades, bastará con intercalar un policarbonato de las mismas características.

3.1.3. Cálculo y estudio del cerramiento lateral de la nave

Al realizar la selección del tipo de panel para el cerramiento lateral se ha optado por un “Panel Sándwich de fachada TZ-VX/semiliso” del catálogo “Teczone”. Se trata de un panel para fachadas con núcleo aislante rígido de poliuretano de alto rendimiento térmico y caras exteriores de chapa perfilada de acero estructural, siendo éstas lisas con tres rigidizadores longitudinales, de modo que le confieren un aspecto con acabado clásico y arquitectónicamente elegante.

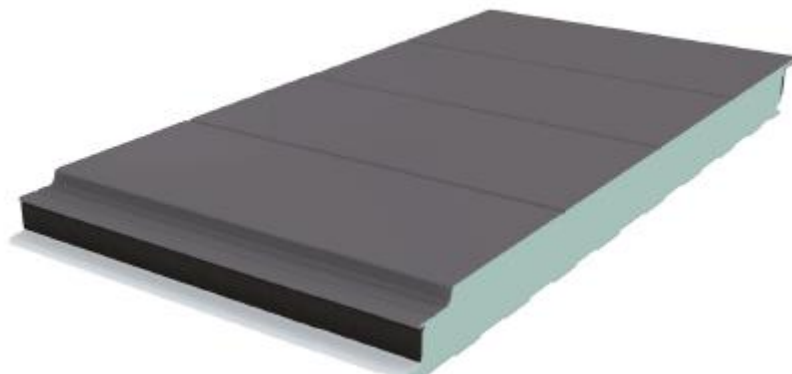


Figura 15. Ilustración Panel Sándwich de fachada TZ-VX

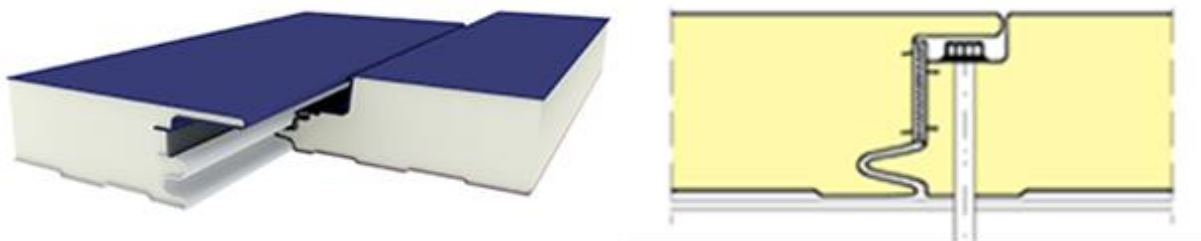


Figura 16. Ilustración del encaje y montaje de los paneles laterales

3.1.3.1. Hipótesis individuales de carga (Laterales)

Para la obtención de las hipótesis individuales de carga de los cerramientos laterales se sigue el mismo proceso llevado a cabo que en las hipótesis de carga para la cubierta. Se analizarán las cargas gravitatorias y las cargas de viento, tanto a presión como a succión. A diferencia del cerramiento de cubierta, en este caso no se tiene en cuenta ni la hipótesis de carga de nieve ni la hipótesis de carga de uso debido a la imposibilidad de ambas situaciones.

3.1.3.1.1. Peso Propio

Como ya se ha comentado anteriormente, se ha seleccionado como cerramiento lateral el "Panel Sándwich de fachada TZ-VX/semiliso" del catálogo "Teczone". Se ha escogido un espesor de panel de 40 mm, pues el aislamiento térmico relacionado con dicho espesor se ha considerado suficiente para la nave en cuestión. Las características técnicas en cuanto a peso propio de este espesor son:

DIMENSIONES, PESO Y PRESTACIONES TÉRMICAS



Ancho útil	1.150 mm					
Longitud de fabricación	Estándar:	2,0 a 13,5 m				
	Especial:	13,5 a 16 m (transporte especial)				
Conductividad térmica (PIR)	0,0195 W/mK					
Conductividad térmica declarada (PIR)	0,0217 W/mK (considerando núcleo envejecido)					
Densidad del núcleo aislante	40 ± 5 kg/m³					
Esesor núcleo aislante (A)	35	40	50	60	80	100 (mm)
	9,9	10,1	10,5	10,9	11,7	12,5 (kg/m²)
Peso	11,4	11,6	12,1	12,6	13,5	14,4 (kg/ml)
	0,63	0,54	0,43	0,35	0,27	0,21 (W/m²K)

Figura 17. Características técnicas (peso propio) del panel lateral seleccionado.

$$Q_{pp} = 10,1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot \frac{10 \text{ N}}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{1 \text{ kN}}{10^3 \text{ N}} = 0,101 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

3.1.3.1.2. Sobrecarga de Viento

La acción de viento en general es una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, llamada presión estática, q_e , que puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

- q_b – presión dinámica del viento. Para saber el valor de esta variable se recurre a la norma (SE-AE, pág. 23). El valor básico de la velocidad del viento en cada localidad puede obtenerse del mapa (Figura 17). Para esta nave industrial que está ubicada en Gumiel de Izán (Burgos), se escoge la zona A, que corresponde a un valor de presión dinámica de $0,42 \text{ kN/m}^2$.

- 4 El valor básico de la velocidad del viento en cada localidad puede obtenerse del mapa de la figura D.1. El de la presión dinámica es, respectivamente de $0,42 \text{ kN/m}^2$, $0,45 \text{ kN/m}^2$ y $0,52 \text{ kN/m}^2$ para las zonas A, B y C de dicho mapa.



Figura 18. Mapa de la velocidad básica del viento

- C_e – coeficiente de exposición. Éste varía dependiendo del punto considerado, siendo en este caso hasta la altura máxima del pilar. Para obtener este valor se emplea el Documento Básico de Seguridad Estructural de las Acciones en la Edificación (SE-AE, pág. 8 / tabla 3.4).

Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición c_e

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Figura 19. Valores del coeficiente de exposición C_e

Para la tabla empleada se considera grado de aspereza II, pues la nave se encuentra en un terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia. Además, la altura del punto considerado es de 7 metros como ya se ha comentado, de modo que para obtener el coeficiente de exposición se interpola entre 6 y 9 metros con los valores relativos a la tabla (Figura 19).

$$\text{grado II (altura lateral = 7 m)} \rightarrow \begin{cases} 6 \rightarrow 2,5 \\ 8,41 \rightarrow C_{e \text{ lateral}} \\ 9 \rightarrow 2,7 \end{cases}$$

$$\text{interpolando: } C_e = 2,567$$

- C_p – coeficiente de presión. Este coeficiente es dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento (un valor negativo indica succión). En naves y construcciones diáfanas, sin forjados que conecten las fachadas, la acción de viento debe individualizarse en cada elemento de superficie exterior.

A efectos de cálculo, debido a que se trata de una nave industrial totalmente cerrada (la apertura de las puertas del almacén se consideran habitualmente cerradas), no entra viento al pabellón, de modo que se desecha el estudio de la componente interna del viento. Se exige la elección de los paneles laterales, no así de los hastiales, pues en estos últimos bastará con poner los mismos que en los laterales.

A partir de aquí, para determinar el valor del coeficiente de presión exterior se acude al Anejo D.3 (SE-AE, pág. 24). El valor depende de la dirección relativa del viento, de la forma del edificio, de la posición del elemento considerado y de su área de influencia. En las tablas D.3 a D.13 se dan valores de coeficientes de presión para diversas formas simples de construcciones,

obtenidas como el p esimo de entre los del abanico de direcciones de viento definidas en cada caso.

En este caso, para el cerramiento lateral es necesario ayudarse de la tabla D.3 (SE-AE, p ag. 25).

I. Dirección del viento transversal

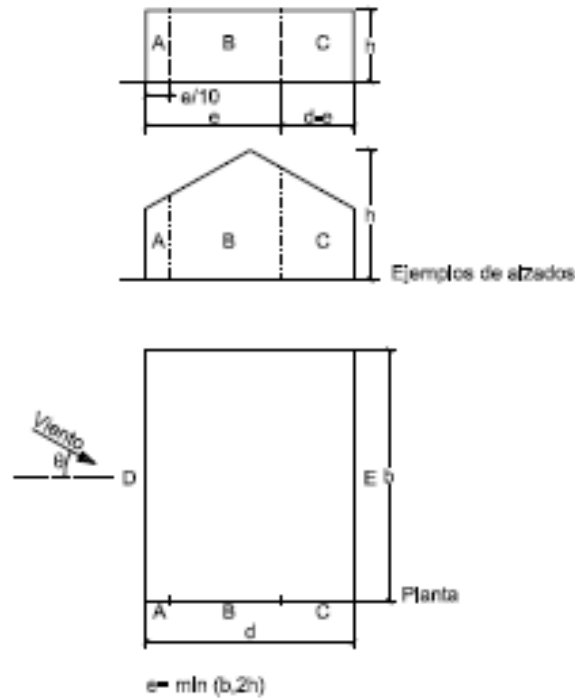


Figura 20. Viento transversal en el lateral con división de zonas

Para definir las secciones del cerramiento lateral según norma, se llevan a cabo los siguientes cálculos:

- ✓ $e = \text{mín}(b, 2h) = \text{mín}(32, 2 \cdot 7) \rightarrow e = 14 \text{ m}$
- ✓ $e/10 = 1,4 \text{ m}$
- ✓ $b = 32 \text{ m}$
- ✓ $d = 16 \text{ m}$
- ✓ $d - e = 2 \text{ m}$
- ✓ $h/d = 7/16 = 0,4375$

A continuación, se escoge el valor de C_p acorde a las exigencias de la nave objeto de cálculo. Dichos valores se obtienen del Anejo D.3 (SE-AE, pág. 25).

A (m ²)	h/d	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	-	-	-	-	-0,5
	$\leq 0,25$	-	-	-	0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	-	-	-	-	-0,5
	$\leq 0,25$	-	-	-	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	-	-	-	-	-0,5
	$\leq 0,25$	-	-	-	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	-	-	-	-	-0,5
	$\leq 0,25$	-	-	-	-	-0,3

Figura 21 Tabla de valores de C_p en V. Transversal

Para la obtención del C_p de la anterior tabla de valores (Figura 21), se ha de realizar una interpolación lineal para lograr los valores respecto a la relación $h/d = 0,4375$, de modo que:

A (m ²)	h/d	D	E
≥ 10	1	0,8	-0,5
	0,4375	0,725	-0,35
	$\leq 0,25$	0,7	-0,3
≤ 1	1	1	-0,5
	0,4375	1	-0,35
	$\leq 0,25$	1	-0,3

Figura 22. Tabla de valores interpolados de C_p en V. Transversal

Una vez acaecida la etapa anterior, es necesario realizar una interpolación logarítmica mediante el empleo del Anejo D.3 (SE – AE, pág.24), pues para elementos con área de influencia A entre 1 m² y 10 m², el coeficiente de presión exterior se puede obtener como:

$$C_{pe} = C_{pe,1} + (C_{pe,10} - C_{pe,1}) \cdot \log_{10} A$$

, donde $C_{pe,10}$ será el coeficiente de presión exterior para elementos con un área de influencia $A \geq 10 \text{ m}^2$ y $C_{pe,1}$ será el coeficiente de presión exterior para elementos con un área de influencia $A \leq 1 \text{ m}^2$.

Por tanto, como ambos laterales tienen un área de:

$$A = 7 \cdot 1,15 = 8,05 \text{ m}^2 < 10 \text{ m}^2$$

, interpolando se puede llegar a los siguientes resultados:

$$\begin{cases} C_{pe, D} = 1 + (0,725 - 1) \cdot \log_{10} 8,05 = 0,7509 \\ C_{pe, E} = -0,35 + (-0,35 - 0,35) \cdot \log_{10} 8,05 = -0,35 \end{cases}$$

Finalmente, con todos los datos obtenidos, la presión estática según la zona correspondiente puede expresarse de la siguiente manera:

$$\begin{cases} q_{eD} = 0,42 \cdot 2,567 \cdot 0,7509 = 0,8096 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \\ q_{eE} = 0,42 \cdot 2,567 \cdot (-0,35) = -0,3773 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \end{cases}$$

II. Dirección del viento longitudinal

En este apartado del estudio del cerramiento lateral basta con estudiar el viento longitudinal únicamente por un lado, ya que si el viento incide por la parte superior o por la parte inferior, éste dará el mismo resultado.

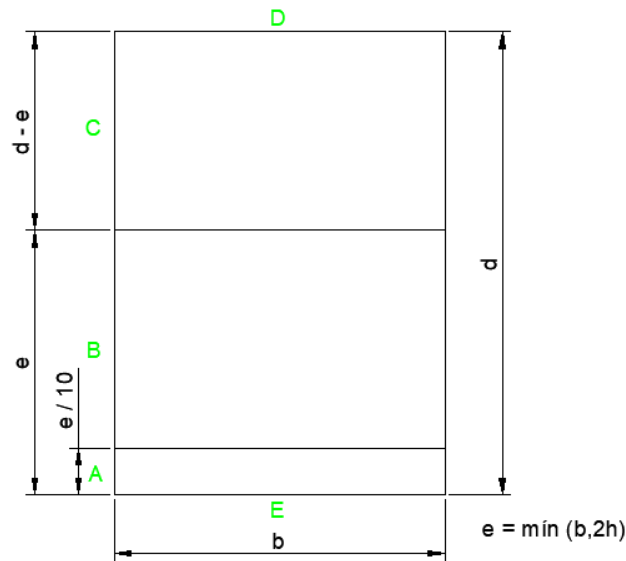


Figura 23. Viento longitudinal en el lateral con división de zonas

Para definir las secciones del cerramiento lateral según la norma, se llevan a cabo los siguientes cálculos:

- ✓ $e = \min(b, 2h) = \min(16, 2 \cdot 7) \rightarrow e = 14 \text{ m}$
- ✓ $e/10 = 1,4 \text{ m}$
- ✓ $b = 16 \text{ m}$
- ✓ $d = 32 \text{ m}$
- ✓ $d - e = 18 \text{ m}$
- ✓ $h/d = 7/32 = 0,2187$

A continuación, se escoge el valor de C_p acorde a las exigencias de la nave objeto de cálculo. Dichos valores se obtienen del Anejo D.3 (SE-AE, pág. 25). Para ello, es necesario lograr la relación $h/d = 0,2187$, y como dicha relación es menor que 0,25, se pueden tomar los valores directamente de la siguiente tabla (Figura 23).

A (m ²)	h/d	A	B	C
≥ 10	≤ 0,25	-1,2	-0,8	-0,5

A (m ²)	h/d	A	B	C
≤ 1	≤ 0,25	-1,4	-1,1	-0,5

Figura 24. Tablas de valores de C_p en V. Longitudinal

Por último, una vez dada la etapa anterior, es necesario realizar una interpolación logarítmica mediante el empleo del Anejo D.3 (SE – AE, pág.24), pues para elementos con área de influencia A entre 1 m^2 y 10 m^2 , el coeficiente de presión exterior se puede obtener como:

$$C_{pe} = C_{pe,1} + (C_{pe,10} - C_{pe,1}) \cdot \log_{10} A$$

En consecuencia, como ambos laterales tienen un área de:

$$A = 7 \cdot 1,15 = 8,05 \text{ m}^2 < 10 \text{ m}^2$$

, interpolando se puede llegar a los siguientes resultados:

$$\begin{cases} C_{pe, A} = (-1,4) + (-1,2 + 1,4) \cdot \log_{10} 8,05 = -1,2188 \\ C_{pe, B} = (-1,1) + (-0,8 + 1,1) \cdot \log_{10} 8,05 = -0,8283 \\ C_{pe, C} = (-0,5) + (-0,5 + 0,5) \cdot \log_{10} 8,05 = -0,5 \end{cases}$$

Finalmente, con todos los datos obtenidos, la presión estática según la zona correspondiente puede expresarse de la siguiente manera:

$$\begin{cases} q_{eA} = 0,42 \cdot 2,567 \cdot (-1,2188) = -1,314 \frac{kN}{m^2} \\ q_{eB} = 0,42 \cdot 2,567 \cdot (-0,8283) = -0,893 \frac{kN}{m^2} \\ q_{eC} = 0,42 \cdot 2,567 \cdot (-0,5) = -0,539 \frac{kN}{m^2} \end{cases}$$

Una vez calculadas todas las cargas de viento transversal y longitudinal tanto a succión como a presión, es necesario tener en cuenta cuales son las más desfavorables, y de esta forma, analizar las situaciones más peligrosas en las que se podría encontrar la nave en cuestión.

Por ello, las situaciones más desfavorables son:

$$\begin{cases} \text{presión} & \rightarrow q_e = 0,8096 \frac{kN}{m^2} \\ \text{succión} & \rightarrow q_e = -1,3140 \frac{kN}{m^2} \end{cases}$$

3.1.3.2. Combinaciones de hipótesis de carga

Las principales combinaciones de hipótesis de carga son las siguientes (recordar que la carga tanto de uso como de nieve no se considerará debido a la imposibilidad de su existencia):

1) $\gamma_{Vs} \cdot Q_{Vs}$

2) $\gamma_{Vp} \cdot Q_{Vp}$

Cabe explicar de estas ecuaciones el método de obtención de los coeficientes parciales de seguridad (γ) dependiendo del tipo de acción. En el Documento Básico de la Seguridad Estructural SE, en la pág. 11, hay una tabla de la cual se obtienen dichos valores, la tabla 4.1 (Figura 25).

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

Tipo de verificación ⁽¹⁾	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

⁽¹⁾ Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

Figura 25. Coeficientes parciales de seguridad (γ)

Entonces:

1) $1,5VS = 1,5 \cdot (-1,3140) = -1,971 \frac{kN}{m^2}$

$$2) 1,5VP = 1,5 \cdot 0,8096 = 1,2144 \frac{kN}{m^2}$$

Por consecuente, la hipótesis más desfavorable es la de viento a succión.

$$1,971 \frac{kN}{m^2} \cdot \frac{10^3 N}{1 kN} \cdot \frac{1 kg}{10 N} = 197,1 \frac{kg}{m^2}$$

Al igual que en cerramientos de cubierta, dado que el catálogo de la marca escogido indica que los cálculos a realizar deben estar basados en el Estado Límite de Servicio, es necesario replantear la hipótesis más desfavorable, de modo que se estudie ésta sin elemento mayorado alguno. Entonces:

$$1) VS = 1,3140 \frac{kN}{m^2} = 131,4 \frac{kg}{m^2}$$

Con este valor se acude al catálogo del perfil elegido, el “Panel Sándwich de fachada TZ-VX/semiliso” del catálogo “Teczone”.



TRES APOYOS

L (m) L (m)

Espesor (mm)	Cargas de presión (daN/m ²)						
	50	75	100	125	150	175	200
35	4,00	3,50	3,15	2,95	2,75	2,65	2,50
40	4,20	3,65	3,30	3,10	2,90	2,75	2,65
50	4,50	3,95	3,60	3,30	3,10	2,95	2,85
60	4,80	4,20	3,80	3,50	3,30	3,15	3,00
80	5,25	4,60	4,20	3,90	3,65	3,45	3,30
100	6,50	6,00	5,55	4,90	4,50	4,15	3,85

NOTA: Flecha máxima admisible $\leq L/200$. 1 daN/m² \approx 1 kg/m²

Figura 26. Elección del cerramiento lateral

De acuerdo a la tabla de características técnicas, para un espesor de 40 mm (Figura 26) se escoge un cerramiento lateral con una resistencia de 150 kg/m², el cual permite una distancia entre correas que no supere los 2,90 metros. Por tanto, con la ayuda de estos datos y según criterio de diseño, se ha decidido colocar las correas a una distancia de 2,3 metros, de manera que se dejará una separación de 0,05 metros en ambos extremos, por lo que finalmente quedarán 4 correas con 3 vanos. Posteriormente, con el programa “Generador de Pórticos” de CYPE se realiza el cálculo correspondiente con estos datos de distancia admisible máxima para la distribución y dimensionamiento de las correas.

3.2. FORJADO DE LA ENTREPLANTA

La entreplanta se ubica sobre los tres primeros vanos de la nave, ocupando una superficie de 256 m². Ésta está apoyada sobre 3 pilarillos en el pórtico hastial a una distancia de 3,5 m entre sí los dos primeros respecto al pilar extremo de la izquierda, estando el otro a una distancia de 4,5 m. Además, se dispone del mismo número de pilarillos intermedios en los pórticos contiguos a éste hasta el final de la entreplanta, colocándose dos de ellos del suelo a la cubierta, quedando el resto unidos entre el suelo y la entreplanta.

En este caso se ha optado por utilizar un tipo de forjado autoportante. Se trata de un forjado unidireccional en el cual se asocian placas alveolares prefabricadas con perfiles metálicos. Estos forjados tienen la cualidad de aguantar las mismas cargas con una sección menor, con menos canto, es decir, ayudan a cubrir mayores luces expuestas a mayores sobrecargas sin necesidad de utilizar mayores cantos.

Presenta notables beneficios económicos, pues se ahorra en tiempo de montaje a la par que en cantidad de hormigón utilizada, además de que se reduce la mano de obra requerida para esas funciones. No precisa apuntalar los forjados, por ello su colocación permite su uso inmediato, de modo que facilita las operaciones de trabajo en esa zona. Su gran ventaja: cubrir grandes luces sin necesidad de aumentar el canto del forjado, soportando al mismo tiempo mayores cargas.

Este forjado está compuesto por placas alveolares, sobre las cuales se posicionará un mallazo reticulado siendo su función la de ayudar a soportar los esfuerzos de tracción generados, y finalmente una capa de hormigón que se vierte directamente.

3.2.1. Hipótesis individuales de carga

A la hora de realizar el estudio, se ha seleccionado la placa alveolar de la casa viguetas navarra con un perfil de 20+5 cm de recubrimiento de hormigón in situ.

Tipo de Forjado	20+5	20+8	20+10
Peso (kN/m ²)	4,16	4,91	5,41

Figura 27. Tipos y pesos de los forjados

Dicho forjado tiene un peso propio de 4,16 kN/m², si bien teniendo en cuenta las dimensiones de la placa:

$$PP_{placa} = 4,16 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,2 m = 4,992 \frac{kN}{m}$$

A su vez, se ha de tener en cuenta el peso propio de la tabiquería, el cual engloba tanto a los tabiques sin revestir, en este caso ladrillos huecos de 45 mm de espesor, como a los revestimientos, considerándose el empleo de revocos de cal para tal fin. Por tanto:

Tabla C.4 Peso por unidad de superficie de tabiques

Tabiques (sin revestir)	Peso kN/m ²	Revestimientos (por cara)	Peso kN/m ²
Rasilla 30 mm de espesor	0.40	Enfoscado o revoco de cemento	0.20
Ladrillo hueco, 45 mm de espesor	0.60	Revoco de cal, estuco	0.15
de 90 mm de espesor	1.00	Guamecido y enlucido de yeso	0.15

Figura 28. Pesos propios de los tabiques y revestimientos

$$\begin{cases} PP_{\text{tabiques}} = 0,6 \frac{kN}{m^2} \text{ (ladrillo hueco)} \\ PP_{\text{revestimientos}} = 0,15 \frac{kN}{m^2} \text{ (revoco)} \end{cases}$$

, de modo que teniendo en cuenta las dimensiones de la placa:

$$PP_{\text{tab. + rev.}} = (0,6 + 0,15) \frac{kN}{m^2} \cdot 1,2 m = 0,9 \frac{kN}{m}$$

Por consiguiente, el peso propio total será:

$$PP_{\text{placa}} = 4,992 + 0,9 = 5,892 \frac{kN}{m}$$

En lo que a la sobrecarga de uso se refiere, ésta tendrá un valor de 4 kN/m² atendiendo a la tabla 3.1 del DB SE – AE (pág. 5).

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁶⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Figura 29. Selección de la sobrecarga de uso.

Cabe destacar que se podría considerar la carga C1 correspondiente a zonas con mesas y sillas, si bien se ha preferido ir por el lado de la seguridad optando por una carga mayor, la C2, correspondiente a zonas con asientos fijos, pues la zona del comedor situada en la entreplanta podría estar expuesta a cambios futuros de organización, de modo que de esta manera se asegura su cumplimiento en cualquier caso.

Por tanto:

$$S. U. = 4 \frac{kN}{m^2}$$

, si bien teniendo en cuenta las dimensiones de la placa:

$$S. U. = 4 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,2 m = 4,992 \frac{kN}{m}$$

Una vez estudiados estos apartados, se procede a efectuar el cálculo de momentos, para lo cual se hará uso del programa informático CESPLA, en el cual se introducen los siguientes datos:

- 6 metros entre el primer y segundo pórtico (los más próximos al almacén); 5 m entre los dos pórticos siguientes.
- 2 apoyos fijos y 2 deslizantes
- Viga empotrada articulada del primer al segundo pórtico, viga biarticulada del segundo al tercero y viga articulada empotrada del tercero al cuarto, de modo que se pueda realizar el estudio como una viga continua.

3.2.2. Resolución de forjado mediante Cespla

Inicialmente se introducen las cargas de peso propio y uso como cargas distribuidas sin mayorar.

- ✓ Carga de peso propio: $PP_{placa} = 5,892 \text{ kN/m}$

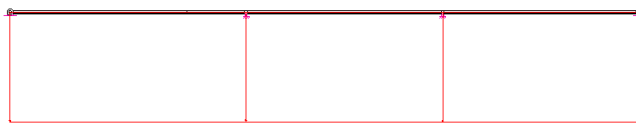
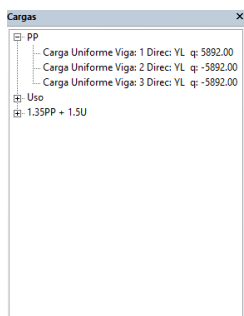


Figura 30. Carga de peso propio.

- ✓ Carga de sobrecarga de uso: $Uso = 4,992 \text{ kN/m}$

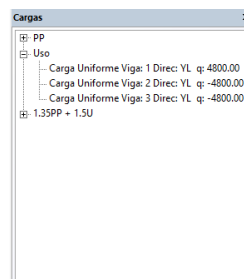


Figura 31. Carga de sobrecarga de uso.

3.2.3. Combinación de hipótesis de carga

El estudio a realizar unicamente afecta al peso propio y la sobrecarga de uso, de modo que la combinación queda de tal forma que:

$$\gamma_G \cdot Q_G + \gamma_U \cdot Q_U$$

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

Tipo de verificación ⁽¹⁾	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

⁽¹⁾ Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

Figura 32. Coeficientes parciales de seguridad (γ)

, de manera que mayorando las cargas en el CESPLA con su correspondiente coeficiente de seguridad:

$$1,35PP_{tot.} + 1,5U = 1,35 \cdot (4,992 + 0,9) + 1,5 \cdot 4,8$$

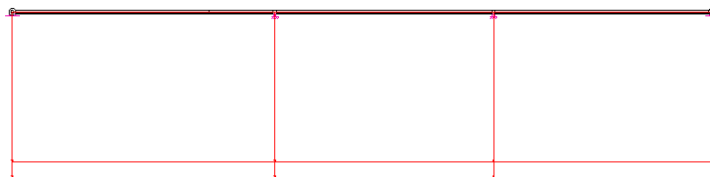
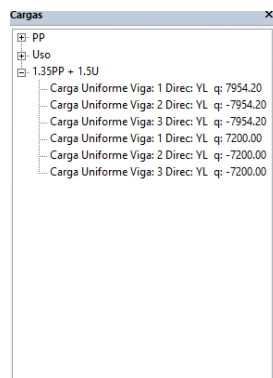


Figura 33. Cargas mayoradas.

Así, se obtiene el valor de los momentos flectores en su comportamiento como viga continua, además de los puntos donde se hacen nulos dichos momentos.

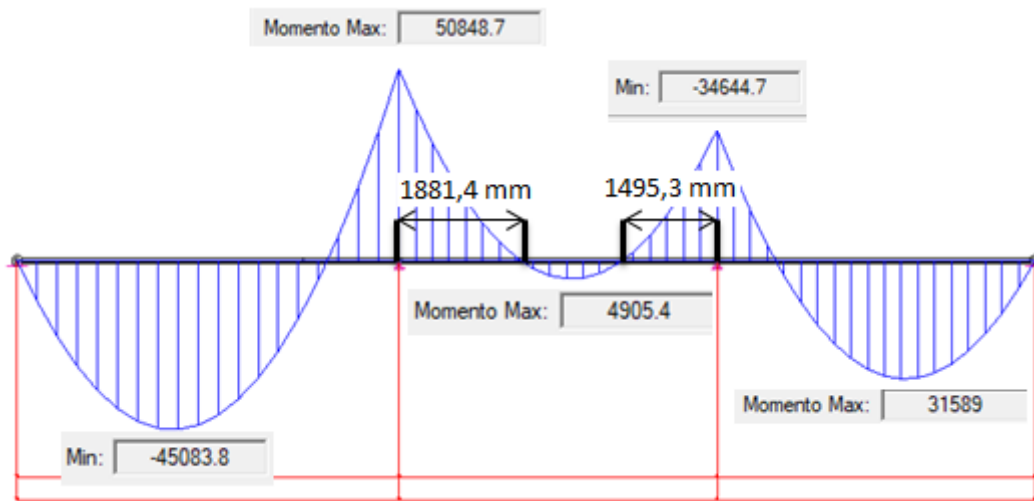


Figura 34. Momentos flectores en el forjado

Por tanto:

$$\begin{cases} M_{\text{máximo positivos}} = 45,084 \text{ kNm} \\ M_{\text{mínimo negativos}} = 50,849 \text{ kNm} \end{cases}$$

3.2.4. Armado de positivos

Con los valores de los momentos obtenidos gracias al programa informático, se acude a las tablas facilitadas por el fabricante.

13.- CARACTERÍSTICAS MECANICAS FORJADO FLEXIÓN POSITIVA																	
FORJADO 20+5																	
TIPO	Módulo Resistente inferior (mm ²)	β^*	ELU. SOLICITACIONES NORMALES				ELU. ESFUERZO CORTANTE ULTIMO						Rigidez E-I				
			Matero	Servicio			$M_1 > M_2$	$M_1 < M_2$ (kN/m)						ζ^{**}	R_u	Total	Fit
				M_{01}	M_{02}	M_{03}		$l_e = 75 \text{ mm.}$		$l_e = 100 \text{ mm.}$		$l_e = 125 \text{ mm.}$					
(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN)	V_u	V_u	V_u	V_u	V_u	V_u								
PAR1	7847182	52,98	19,32	35,36	39,58	75,64	150,78	47,66	153,55	58,50	156,26	69,33	95,44	33295	2045		
PAR2	7876865	71,49	28,22	44,31	51,34	82,25	157,84	63,04	161,27	77,36	164,62	91,69	95,44	33378	2803		
PAR3	7901379	93,62	37,99	54,13	61,15	90,52	167,16	93,39	171,44	114,62	175,62	135,84	95,44	33439	3901		
PAR4	7947677	120,19	51,62	67,86	79,04	98,06	155,83	67,85	158,99	83,27	162,10	98,69	95,44	33568	5050		
PAR5	7986895	141,15	62,76	79,07	93,98	103,45	160,80	82,10	164,41	100,76	167,94	119,42	95,44	33677	5953		
PAR6	8026065	161,39	73,71	90,10	108,73	108,34	165,63	96,08	169,65	117,92	173,58	139,75	95,44	33786	6834		
PAR7	8047528	177,08	81,45	97,87	116,51	112,81	169,81	109,70	174,20	134,63	178,49	159,57	95,44	33838	7693		
PAR8	8068944	192,21	88,99	105,45	124,08	116,95	173,84	123,03	178,58	150,99	183,21	178,95	95,44	33890	8533		
PAR9	8090313	207,40	96,33	112,83	131,47	120,82	177,73	136,07	182,80	167,00	187,75	197,92	95,44	33941	9355		

Figura 35. Características mecánicas del forjado a flexión positiva

Como se puede observar en la tabla anterior, para los momentos positivos es suficiente el tipo PAR 1, cuyo valor es de 52,98 kNm, pues:

$$PAR\ 1 \rightarrow \begin{cases} M_{\text{último}} = 52,98\ kNm > 45,084\ kNm \\ M_{\text{último}} = 52,98\ kNm > 4,905\ kNm \\ M_{\text{último}} = 52,98\ kNm > 31,589\ kNm \end{cases}$$

Por consiguiente, la disposición del armado de la pieza de tipo PAR 1 será:

5.- DISPOSICIÓN ARMADOS DE LA PIEZA		
TIPO DE LOSA		PAR1
Disposición de las Armaduras	Fila D	4 ∅ 5
	Fila C	
	Fila B	4 ∅ 5
	Fila A	6 ∅ 5
σ_o (N/mm ²)	Alambres	1.250
	Cordones	1.300
Perdidas Totales %		11,57

Figura 36. Características del armado del tipo PAR 1

3.2.5. Armado de negativos

3.2.5.1. Armado de negativos en los apoyos centrales

En este apartado, se lleva a cabo la selección tanto del tipo de hormigón para el vertido en obra como el acero de la armadura de negativos con sus respectivas características de la siguiente tabla:

4.- MATERIALES			
HORMIGÓN DE LA LOSA ALVEOLAR	HP-45/S/12/IIa	$f_{ak} = 45 \text{ N/mm}^2$	$\gamma_c = 1,50$
HORMIGÓN VERTIDO EN OBRA	HA-25	$f_{ak} = 25 \text{ N/mm}^2$	$\gamma_c = 1,50$
HORMIGÓN VERTIDO EN OBRA	HA-30	$f_{ak} = 30 \text{ N/mm}^2$	$\gamma_c = 1,50$
ACERO DE PRETENSAR ALAMBRE / CORDON	Y-1860 C / Y-1860 S/	$f_{ak} = 1581 \text{ N/mm}^2 / f_{ak} = 1636 \text{ N/mm}^2$	$\gamma_s = 1,15$
Alargamiento rotura		4%	
Limite Elástico 0.2 % ($f_{ak,0.2} = 1710 \text{ N/mm}^2$)	Relajación a 1000 horas (2 %)		
ACERO ARMADURA NEGATIVOS	B-500 S / B-500SD	$f_{ak} = 500 \text{ N/mm}^2$	$\gamma_s = 1,15$

El ambiente definido en la designación de los hormigones corresponde con el ambiente mínimo que se verifica de acuerdo al recubrimiento inferior de las armaduras, en la que se ha considerado una vida útil de 100 años; La verificación de los recubrimientos se ha realizado conforme a los valores numéricos incluidos en la tabla 37.2.4.1. a de la Instrucción EHE-08.

Figura 37. Características del hormigón y acero seleccionados

{ Hormigón HA – 30
Acero B500S

3.2.5.1.1. Selección de armado

Analizando los valores de los momentos negativos ofrecidos por el programa, habrá de escogerse el tipo cuyo momento último sea inmediatamente superior al momento en cuestión. Entonces:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{apoyo 2: } M_{neg.} = 50,849 \text{ kNm} \rightarrow 7\phi 10 \text{ (N11)} \\ \text{apoyo 3: } M_{neg.} = 34,645 \text{ kNm} \rightarrow 5\phi 10 \text{ (N8)} \end{array} \right.$$

11.- CARACTERÍSTICAS MECANICAS FORJADO FLEXIÓN NEGATIVA																
FORJADO 20x5																
TIPO	Armado por metro	Área Nervio (cm ² /m)	Momento último		Momentos servicio					χ^{rel}	Rigidez		Constante V_s			
			SECCIÓN TIPO	SECCIÓN MACIZADA	M_u	I	I _{ef} (m ⁴ /m)				I _{ef} -IV	I _{ef}	Total	Forjado	SECCIÓN TIPO	SECCIÓN MACIZADA
							I	II	III							
N01	3ø 8	1,51	14,74	14,74	21,03	8,10	6,10	4,10	2,10	1,66	35193	1343	32,95	54,25		
N02	4ø 8	2,01	19,52	19,52	21,25	12,50	10,50	7,00	3,50	1,66	35202	1755	36,27	59,71		
N03	3ø 10	2,36	22,79	22,79	21,40	14,10	10,60	7,10	3,60	1,67	35209	2031	38,24	62,95		
N04	5ø 8	2,51	24,27	24,27	21,47	15,50	15,50	10,50	5,30	1,67	35212	2155	39,07	64,32		
N05	4ø 10	3,14	30,19	30,19	21,74	19,30	18,30	12,20	6,10	1,67	35224	2641	42,09	69,29		
N06	3ø 12	3,39	32,55	32,55	21,85	20,80	16,50	11,00	5,50	1,67	35229	2832	43,18	71,09		
N07	7ø 8	3,52	33,73	33,73	21,91	21,50	21,50	18,90	9,50	1,67	35231	2926	43,71	71,96		
N08	5ø 10	3,93	37,56	37,56	22,09	24,00	24,00	18,20	9,10	1,68	35239	3229	45,34	74,64		
N09	4ø 12	4,52	43,13	43,13	22,35	27,50	27,50	18,90	9,50	1,68	35251	3664	47,53	78,24		
N10	10ø 8	5,01	47,81	47,81	22,57	30,40	30,40	30,40	17,00	1,68	35260	4022	49,23	81,04		
N11	7ø 10	5,5	52,18	52,18	22,77	33,20	33,20	32,30	16,20	1,68	35269	4352	50,72	83,50		
N12	5ø 12	5,85	53,84	53,84	22,84	34,10	34,10	28,20	14,10	1,69	35272	4461	51,20	84,29		
N13	3ø 16	6,03	57,13	57,13	23,01	35,70	32,60	21,70	10,90	1,69	35279	4720	52,31	86,12		
N14	13ø 8	6,53	61,76	61,76	23,23	39,30	39,30	37,70	25,50	1,69	35289	5060	53,73	88,45		
N15	10ø 10	7,85	73,88	73,88	23,80	47,00	47,00	39,50	28,70	1,70	35314	5928	57,12	94,04		
N16	7ø 12	7,92	74,45	74,45	23,83	47,40	44,50	37,30	24,90	1,70	35316	5968	57,28	94,29		
N17	4ø 16	8,04	75,6	75,6	23,88	44,50	39,10	34,10	18,70	1,70	35318	6049	57,58	94,79		
N18	5ø 16	10,05	91,4	91,4	24,76	55,90	47,00	38,90	27,70	1,71	35356	7304	62,02	102,11		
N19	13ø 10	10,21	95,29	95,29	24,83	60,70	60,70	47,80	35,50	1,71	35359	7399	62,34	102,63		
N20	10ø 12	11,31	105,17	105,17	25,31	67,00	62,80	48,40	35,70	1,72	35381	8055	64,51	106,19		
N21	7ø 16	14,07	126,15	126,3	26,52	82,90	67,50	51,30	37,00	1,73	35433	9633	69,38	114,22		
N22	13ø 12	14,7	135,21	135,21	26,80	86,50	85,10	62,10	41,50	1,74	35446	9979	70,40	115,90		
N23	10ø 16	20,11	175,75	176,11	29,16	117,20	106,20	75,40	47,20	1,77	35549	12777	73,63	128,64		
N24	13ø 16	26,14	216,41	223,9	31,79	150,90	150,30	103,60	59,60	1,80	35665	15598	73,63	140,40		

Figura 38. Características mecánicas del forjado a flexión negativa

3.2.5.1.2. Longitud barras armadura de negativos

En los puntos en los que el flector se hace 0, se lleva a cabo la suma del canto útil y la longitud de anclaje a la distancia existente al punto del momento nulo.

$$\text{apoyo 2} \begin{cases} \text{distancia apoyo 2} = 1881,4 \text{ mm.} \\ \text{canto útil} = 250 \text{ mm.} \end{cases}$$

$$\text{apoyo 3} \begin{cases} \text{distancia apoyo 3} = 1495,3 \text{ mm.} \\ \text{canto útil} = 250 \text{ mm.} \end{cases}$$

3.2.5.1.2.1. Longitud de anclaje

Atendiendo a la posición que ocupa la barra en la pieza:

- Posición I, de adherencia buena, para las armaduras que durante el hormigonado forman con la horizontal un ángulo comprendido entre 45° y 90° o que en el caso de formar un ángulo inferior a 45°, están situadas en la mitad inferior de la sección o a una distancia igual o mayor a 30 cm de la cara superior de una capa de hormigonado.
- Posición II, de adherencia deficiente, para las armaduras que, durante el hormigonado, no se encuentran en ninguno de los casos anteriores.

Por consiguiente, como las barras de armado negativo a estudiar forman un ángulo menor que 45° y están situadas a una distancia menor de 30 cm de la capa superior hormigonada, estarán clasificadas según la posición II.

La longitud básica de anclaje para barras corrugadas rectas en posición II es:

$$l_{b\ ii} = 1,4 \cdot m \cdot \phi^2 \leq \left(\frac{f_{yk}}{14} \right) \cdot \phi$$

, donde:

$$\left\{ \begin{array}{l} \phi \rightarrow \text{Diámetro de la barra en mm} \Rightarrow 10 \\ m \rightarrow \text{Coeficiente numérico, función del tipo de acero} \Rightarrow 1,3 \\ F_{yk} \rightarrow \text{Límite elástico característico del acero} \Rightarrow 500 \text{ N/mm}^2 \end{array} \right.$$

Resistencia característica del hormigón (N/mm ²)	m	
	B400S / B400SD	B500S / B500SD
25	1,2	1,5
30	1,0	1,3
35	0,9	1,2
40	0,8	1,1
45	0,7	1,0
≥50	0,7	1,0

Figura 39. Valor del coeficiente m

Entonces:

$$l_{bii} = 1,4 \cdot 1,3 \cdot 10^2 = 182 \text{ mm} \leq \left(\frac{500}{14}\right) \cdot 10 = 357,14 \text{ mm}$$

Por lo tanto, se concluye que la longitud de anclaje será de 357,14 mm. Así, haciendo el sumatorio de todos los datos antes mencionados:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{apoyo 2} \rightarrow 1881,4 + 250 + 357,14 = 2488,54 \text{ mm} \\ \text{apoyo 3} \rightarrow 1495,3 + 250 + 357,14 = 2102,44 \text{ mm} \end{array} \right.$$

, esto es, la longitud que tiene que sobresalir cada barra respecto a la viga central por cada lado.

En definitiva, las barras de armado de negativo deberán tener una longitud de:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{apoyo 2} \rightarrow 4977,08 \text{ mm cada una} \\ \text{apoyo 3} \rightarrow 4204,88 \text{ mm cada una} \end{array} \right.$$

Por tanto, serán necesarias:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{apoyo 2} \rightarrow 7 \frac{\text{barras}}{\text{m}} \times 16 \text{ m} = 112 \text{ barras} \\ \text{apoyo 3} \rightarrow 5 \frac{\text{barras}}{\text{m}} \times 16 \text{ m} = 80 \text{ barras} \end{array} \right.$$

3.2.5.2. Armado de negativos en los apoyos extremos

3.2.5.2.1. Selección de armado

Siguiendo la norma, la armadura de negativos en los apoyos de los extremos se calcula con la siguiente fórmula:

$$0,25 \cdot \text{Momento máximo en el vano}$$

Por lo tanto, se tiene que:

$$0,25 \cdot \text{Momento máximo en el vano} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 1. 0,25 \cdot 45,084 = 11,271 \text{ kNm} \\ 2. 0,25 \cdot 4,905 = 1,226 \text{ kNm} \\ 3. 0,25 \cdot 31,589 = 7,897 \text{ kNm} \end{array} \right.$$

Entonces, se debe tomar el valor del momento último inmediatamente superior a cada uno de ellos, coincidiendo todos en el mismo valor de 14,74 kNm. En consecuencia, estudiando la tabla que sucede a este texto, se puede concluir que se escogen 3 barras de 8 mm de diámetro por cada metro de ancho de losa.

11.- CARACTERÍSTICAS MECANICAS FORJADO FLEXIÓN NEGATIVA														
FORJADO 20+5														
TIPO	Armado por metro	Área Nervio (cm ² /m)	Momento último		Momentos servicio					χ^{***}	Rigidez		Cortante V_u	
			SECCIÓN TIPO	SECCIÓN MACIZADO	M_u	I	II-II	III-IV	IIIc		Total	Forjado	SECCIÓN TIPO	SECCIÓN MACIZADA
N01	3Ø8	1,51	14,74	14,74	21,03	8,10	6,10	4,10	2,10	1,66	35193	1343	32,95	54,25
N02	4Ø8	2,01	19,52	19,52	21,25	12,50	10,50	7,00	3,50	1,66	35202	1755	36,27	59,71
N03	3Ø10	2,36	22,79	22,79	21,40	14,10	10,60	7,10	3,60	1,67	35209	2031	38,24	62,95
N04	5Ø8	2,51	24,27	24,27	21,47	15,50	15,50	10,50	5,30	1,67	35212	2155	39,07	64,32
N05	4Ø10	3,14	30,19	30,19	21,74	19,30	18,30	12,20	6,10	1,67	35224	2641	42,09	69,29
N06	3Ø12	3,39	32,55	32,55	21,85	20,80	16,50	11,00	5,50	1,67	35229	2832	43,18	71,09
N07	7Ø8	3,52	33,73	33,73	21,91	21,50	21,50	18,90	9,50	1,67	35231	2926	43,71	71,96
N08	5Ø10	3,93	37,56	37,56	22,09	24,00	24,00	18,20	9,10	1,68	35239	3229	45,34	74,64
N09	4Ø12	4,52	43,13	43,13	22,35	27,50	27,50	18,90	9,50	1,68	35251	3664	47,53	78,24
N10	10Ø8	5,03	47,81	47,81	22,57	30,40	30,40	30,40	17,00	1,68	35260	4022	49,23	81,04
N11	7Ø10	5,5	52,18	52,18	22,77	33,20	33,20	32,30	16,20	1,68	35269	4352	50,72	83,50
N12	5Ø12	5,65	53,64	53,64	22,84	34,10	34,10	28,20	14,10	1,69	35272	4461	51,20	84,29
N13	3Ø16	6,03	57,13	57,13	23,01	35,70	32,60	21,70	10,90	1,69	35279	4720	52,31	86,12
N14	13Ø8	6,53	61,76	61,76	23,23	39,30	39,30	37,70	25,50	1,69	35289	5060	53,73	88,45
N15	10Ø10	7,85	73,88	73,88	23,80	47,00	47,00	39,50	28,70	1,70	35314	5928	57,12	94,04
N16	7Ø12	7,92	74,45	74,45	23,83	47,40	44,50	37,30	24,90	1,70	35316	5968	57,28	94,29
N17	4Ø16	8,04	75,6	75,6	23,88	44,50	39,10	34,10	18,70	1,70	35318	6049	57,58	94,79
N18	5Ø16	10,05	91,4	91,4	24,76	55,90	47,00	38,90	27,70	1,71	35356	7304	62,02	102,11
N19	13Ø10	10,21	95,29	95,29	24,83	60,70	60,70	47,80	35,50	1,71	35359	7399	62,34	102,63
N20	10Ø12	11,31	105,17	105,17	25,31	67,00	62,80	48,40	35,70	1,72	35381	8055	64,51	106,19
N21	7Ø16	14,07	126,15	126,3	26,52	82,90	67,50	51,30	37,00	1,73	35433	9633	69,38	114,22
N22	13Ø12	14,7	135,21	135,21	26,80	86,50	85,10	62,10	41,50	1,74	35446	9979	70,40	115,90
N23	10Ø16	20,11	175,75	176,11	29,16	117,20	106,20	75,40	47,20	1,77	35549	12777	73,63	128,64
N24	13Ø16	26,14	216,41	223,9	31,79	150,90	150,30	103,60	59,60	1,80	35665	15598	73,63	140,40

Figura 40. Características mecánicas del forjado a flexión negativa en los extremos

$$M_{\text{máximo}} = 14,74 \text{ kNm} \rightarrow 3 \text{ Ø}8 \text{ por metro}$$

3.2.5.2.2. Longitud barras armadura de negativos

En este caso, a las barras de los extremos únicamente se le ha de realizar la suma del canto útil y la longitud de anclaje.

$$\text{canto útil} = 250 \text{ mm.}$$

3.2.5.2.2.1. Longitud de anclaje

Atendiendo a la posición que ocupa la barra en la pieza:

- Posición I, de adherencia buena, para las armaduras que durante el hormigonado forman con la horizontal un ángulo comprendido entre 45° y 90° o que en el caso de formar un ángulo inferior a 45°, están situadas en la mitad inferior de la sección o a una distancia igual o mayor a 30 cm de la cara superior de una capa de hormigonado.

- Posición II, de adherencia deficiente, para las armaduras que, durante el hormigonado, no se encuentran en ninguno de los casos anteriores.

Por consiguiente, como las barras de armado negativo a estudiar forman un ángulo menor que 45° y están situadas a una distancia menor de 30 cm de la capa superior hormigonada, estarán clasificadas según la posición II.

La longitud básica de anclaje para barras corrugadas rectas en posición II es:

$$l_{b\ ii} = 1,4 \cdot m \cdot \phi^2 \leq \left(\frac{f_{yk}}{14}\right) \cdot \phi$$

, donde:

$$\left\{ \begin{array}{l} \phi \rightarrow \text{Diámetro de la barra en mm} \Rightarrow 8 \\ m \rightarrow \text{Coeficiente numérico, función del tipo de acero} \Rightarrow 1,3 \\ F_{yk} \rightarrow \text{Límite elástico característico del acero} \Rightarrow 500 \text{ N/mm}^2 \end{array} \right.$$

Resistencia característica del hormigón (N/mm ²)	m	
	B400S / B400SD	B500S / B500SD
25	1,2	1,5
30	1,0	1,3
35	0,9	1,2
40	0,8	1,1
45	0,7	1,0
≥50	0,7	1,0

Figura 41. Valor del coeficiente m

Entonces:

$$l_{b\ ii} = 1,4 \cdot 1,3 \cdot 8^2 = 116,48 \text{ mm} \leq \left(\frac{500}{14}\right) \cdot 8 = 286 \text{ mm}$$

Por lo tanto, se concluye que la longitud de anclaje será de 286 mm. Así, haciendo el sumatorio de los datos antes mencionados:

$250 + 286 = 536 \text{ mm}$ medirá cada barra de armado de negativos respecto al extremo

En definitiva, las barras de armado de negativo deberán tener una longitud de 536 mm cada una.

Por tanto, serán necesarias:

$$3 \frac{\text{barras}}{\text{m}} \times 16 \text{ m} = 48 \text{ barras}$$

Por último, decir que será necesario el uso de mallazo de reparto, cuyas dimensiones serán de 20 x 30 x R4.

CANTO DE FORJADO B+H	CARGA TOTAL	HORMIGÓN	ACERO
20+5	5,892 kN/m ²	HA-30	B 500 S

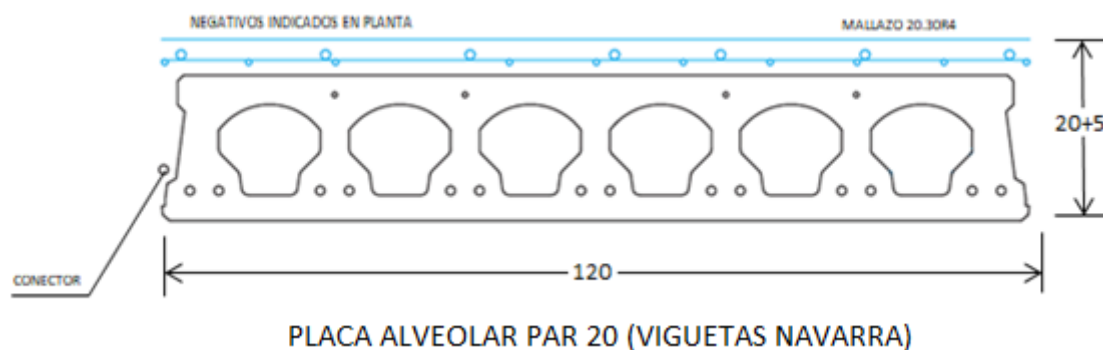


Figura 42. Características de la placa escogida y su recubrimiento

3.3. DIMENSIONAMIENTO MEDIANTE EL PROGRAMA DE CÁLCULO CYPE 2017

Tanto los pórticos como las correas de cubierta, así como las correas laterales, se diseñan en el Generador de Pórticos del programa CYPE. Determinados los parámetros necesarios que cumplan con la norma, se exporta la mencionada obra a Nuevo Metal 3D, programa en el cual se crean los elementos restantes, añadiendo las cargas producidas por la entreplanta.

Para dimensionar la nave se sigue el siguiente procedimiento:

1. Se calculan las correas de la nave con los correspondientes pórticos en el programa Generador de Pórticos para exportarlo posteriormente a CYPE 3D.
2. Una vez exportada la obra, se añaden las barras restantes, alineando éstas para que coincidan las correas y la entreplanta en el mismo plano, tras lo que se realiza su dimensionamiento. Entonces, se calculan las uniones de todos los elementos que componen la obra, dimensionando finalmente la cimentación de la nave en cuestión.

3.3.1. Generador de Pórticos

Nada más arrancar el programa, éste nos pide especificar los “Datos de Obra” del nuevo proyecto a realizar. Para la nave en cuestión han de introducirse los siguientes datos:

- Estructura compuesta por 4 vanos con separación entre pórticos de 8m.
- Se dispone en cubierta de un Panel Sándwich TZ-C/Cubierta con núcleo aislante rígido de 50 mm de espesor. El peso total de este cerramiento de cubierta es de 10,7 kg/m².
- Se toma una sobrecarga de uso de cerramiento de 0,4 kN/m² según el estudio realizado en función del Código Técnico de la Edificación, según el Documento Básico de Seguridad Estructural de Acciones en la Edificación más concretamente (CTE DB SE – AE), el cual indica en la tabla 3.1 los valores característicos de la misma en función de su categoría, siendo en este caso la G1 (cubierta accesible únicamente para conservación con inclinación inferior a 20°).
- Se dispone a modo de cerramiento lateral un Panel Sándwich de fachada TZ-VX/semiliso con núcleo aislante rígido de poliuretano de 40 mm de espesor, siendo el peso de éste de 10,1 kg/m².
- Se toma una zona eólica A con una velocidad básica de 26 m/s. El grado de aspereza correspondiente al entorno de la estructura ha de ser de grado II “Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia”. Además, es necesario indicar una estimación del periodo de servicio, siendo para la nave a diseñar de 50 años. En cuanto a los huecos, se considera como abertura de la nave la correspondiente a las puertas principales, siendo en este caso la correspondiente a las puertas de entrada al almacén (normalmente cerradas), con unas dimensiones de 4 x 6 metros cada una.

** Cabe destacar el por qué de la separación a introducir en el programa. Debido a la singularidad de la nave, la cual está diseñada con una separación diferente entre pórticos, se han debido de realizar dos estudios distintos con este programa.

Primero se ha supuesto una distancia entre vanos constante, manteniendo el número de vanos dados por el diseño. Por tanto, para una longitud de 32 metros que tiene la nave, se han indicado 6 pórticos con 5 vanos separados cada 6,4 metros, tras lo cual se ha analizado los resultados ofrecidos por el programa en lo referente al perfil de las correas.

A continuación, se ha llevado a cabo el estudio del segundo caso, en el que la nave consta de 5 pórticos y 4 vanos de 8 metros de distancia. Esto se debe a que es necesario estudiar la longitud máxima entre vanos, ya que las correas han de ser continuas.

3.3.1.1. Introducción de datos generales

Como ya se ha comentado anteriormente, se añade 1 metro más de lo planteado a los pilares, de modo que las zapatas de los mismos queden totalmente enterradas y no resten irregularidades en la cota de solera. Por tanto, se tendrá una altura de pilares de 7 + 1 metros.

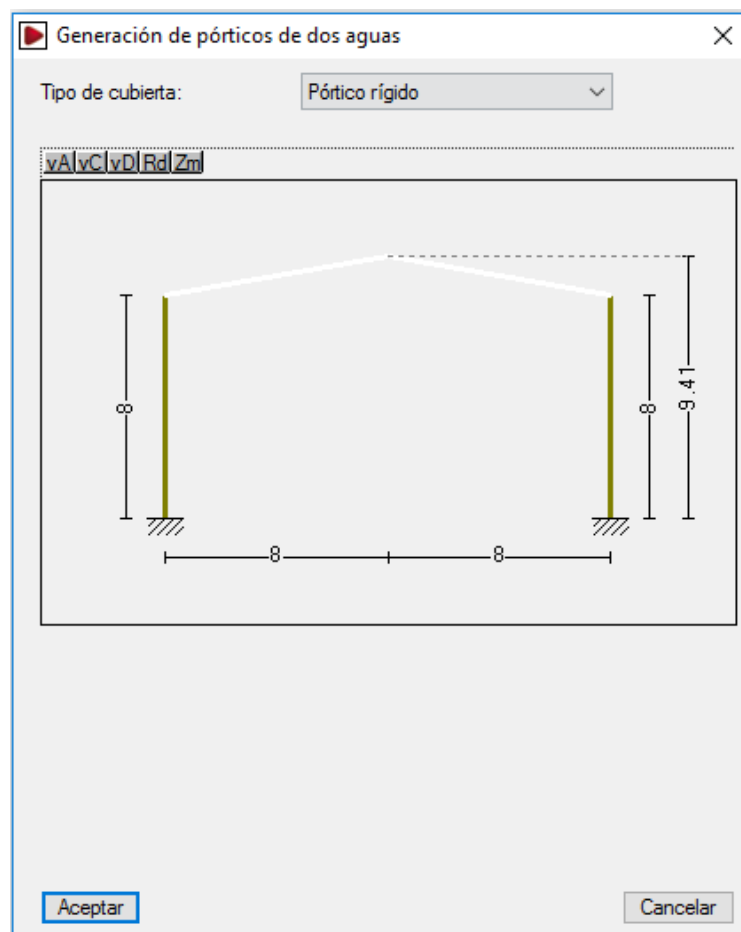


Figura 43. Introducción de las dimensiones del pórtico

Una vez dado este paso inicial, es necesario definir en el programa el metro de altura extra de los pilares que irá enterrado. Para ello, se indica que en la base de la nave se va a construir un muro perimetral a lo largo de la misma, de modo que los estudios de ésta se realicen sobre las alturas reales, es decir, sobre los 7 metros que estarán expuestos a las condiciones eólicas. Por tanto, la manera a proceder es la siguiente para ambos pilares:

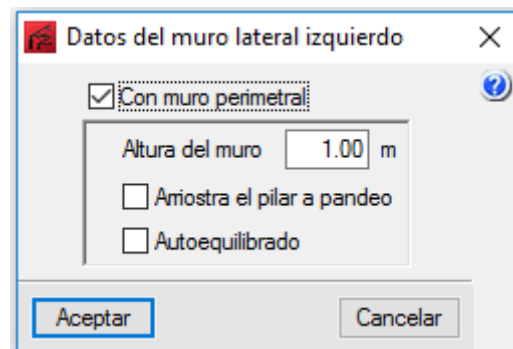


Figura 44. Introducción de los datos del muro perimetral

A continuación es necesario indicar tanto la cantidad como la ubicación de los huecos previstos a realizar, pues la distribución de los mismos junto con la dirección del viento adquieren un carácter importante en cuanto a saber si se va a dar una depresión o sobrepresión en el interior de la nave. En el caso de la construcción del proyecto a ejecutar únicamente se van a considerar los dos huecos correspondientes a las puertas principales, las cuales como se puede observar en planos son contiguas (se consideran como normalmente cerradas, de modo que se mantiene desactivada la opción correspondiente del programa).

De este modo, los huecos considerados presentan unas dimensiones de 4 metros de largo y 6 + 1 metros de alto, estando situados a ambos lados del pilar izquierdo del pórtico número 5.

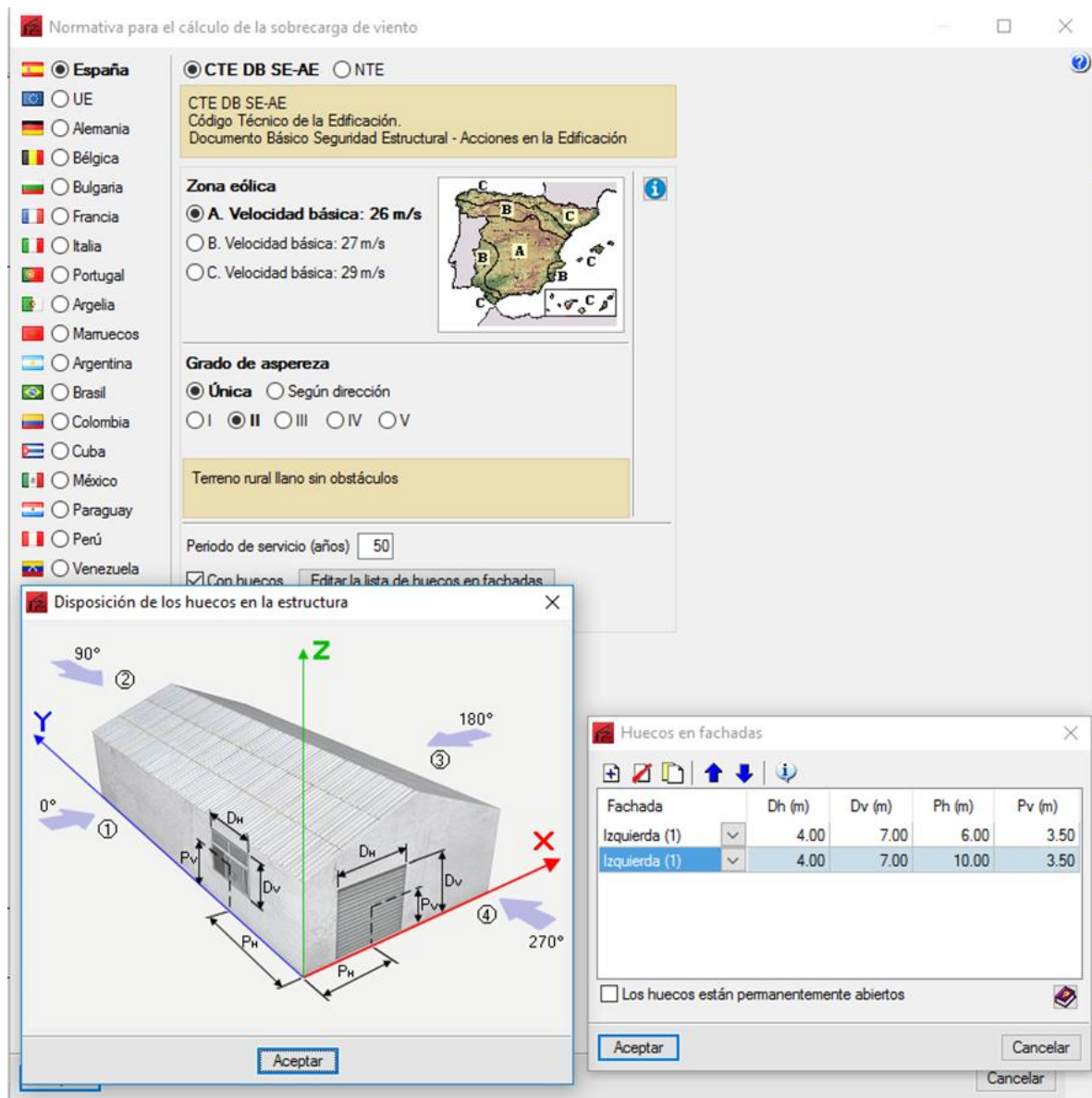


Figura 45. Cálculo de la sobrecarga de viento y huecos en fachada (CYPE)

La carga de nieve a aplicar depende directamente de la altura topográfica del emplazamiento de la nave en cuestión, así como de la zona del clima invernal en la que esté. En este caso, la nave se proyecta en Gumiel de Izán (Burgos), por lo que con la ayuda que facilita el programa se puede concluir que está ubicada en la "Zona 1" a una altura próxima de 860 metros.

Por otra parte, decir que se sitúa en una zona con una exposición al viento normal, ni protegida ni fuertemente expuesta, de modo que la carga en cuestión no se incrementa ni reduce un 20% respectivamente según el CTE DB SE – AE (apartado 3 del Art. 3.5.1.).

Por consiguiente, como se ha comentado, el programa facilita los datos mencionados mediante la ayuda de una serie de cuadros, de forma que él mismo auto rellena estas casillas en función de los datos correspondientes al emplazamiento y municipio seleccionados.

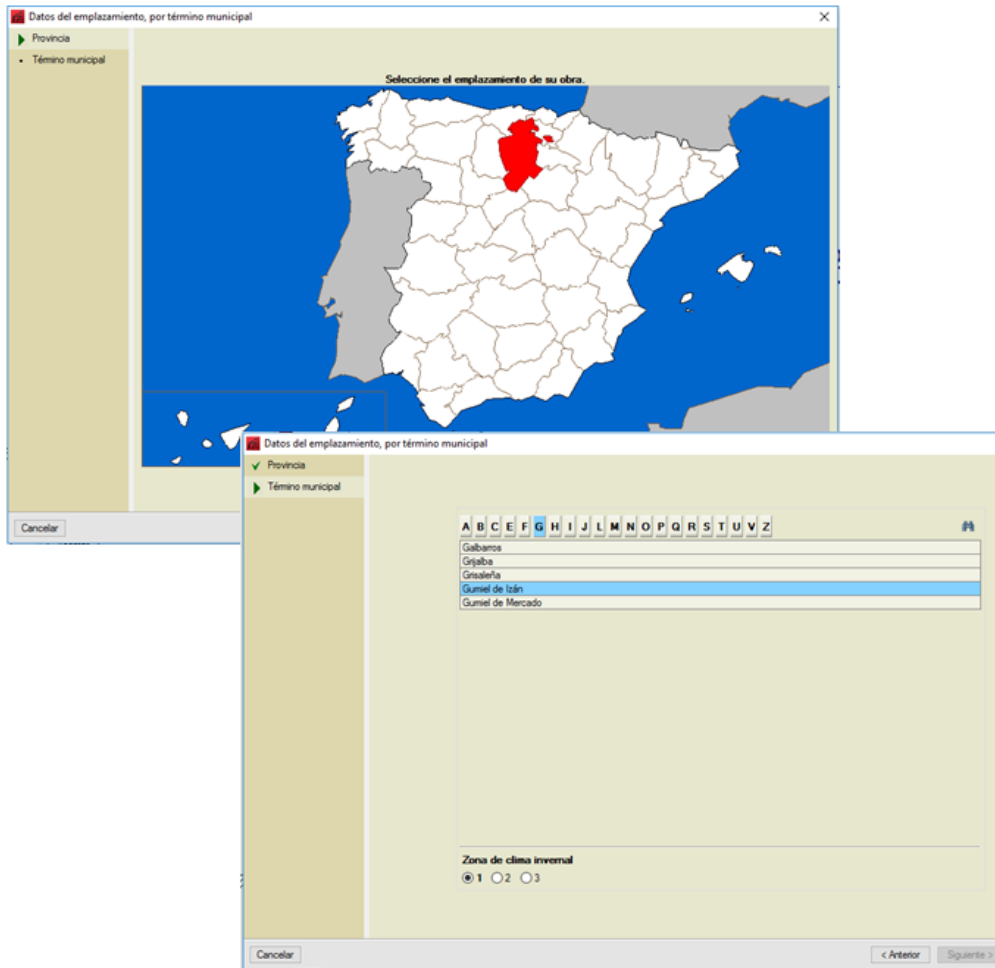


Figura 46. Selección de la comunidad y municipio del emplazamiento de la nave

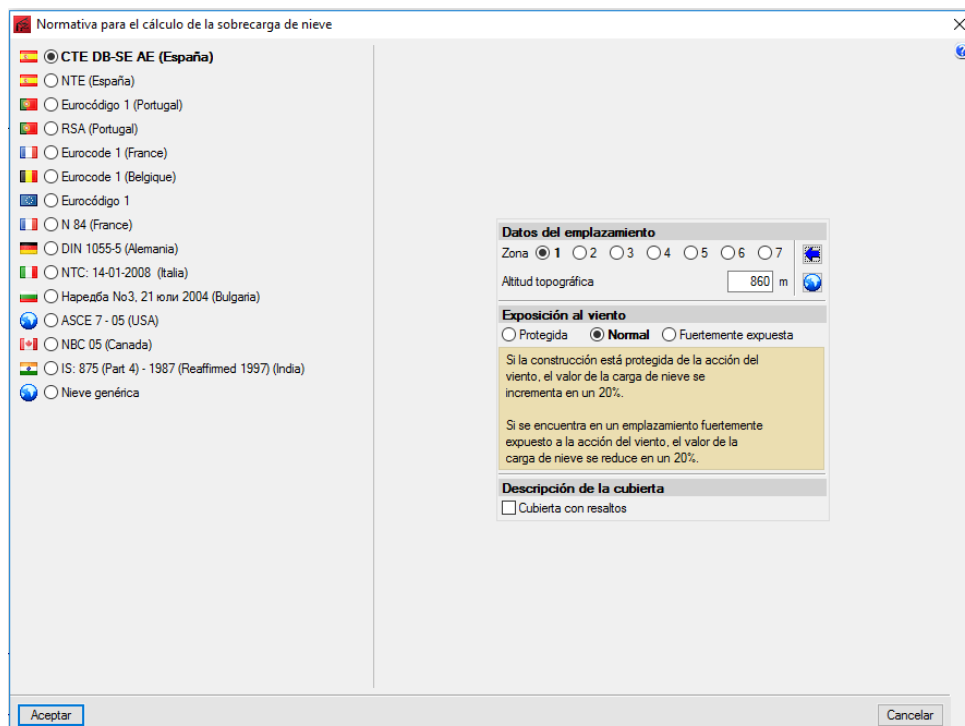


Figura 47. Cálculo de la sobrecarga de nieve (CYPE)

Para las combinaciones de hipótesis de las correas, ya sean de acero laminado o conformado, se considera una categoría de uso G (Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento).

Por tanto, se tiene:

Datos generales

Número de vanos: 4

Separación entre pórticos: 8.00 m

Con cerramiento en cubierta

Peso del cerramiento: 10.70 kg/m²

Sobrecarga del cerramiento: 40.00 kg/m²

Con cerramiento en laterales

Peso del cerramiento: 10.10 kg/m²

Con sobrecarga de viento: CTE DB SE-AE (España)

Con sobrecarga de nieve: CTE DB-SE AE (España)

Combinaciones de cargas para cálculo de correas

Estados límite

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

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

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

Desplazamientos

Acciones características

Categorías de uso

Acero laminado: CTE DB SE-A

Acero conformado: CTE DB SE-A

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

Aceptar Cancelar

Figura 48. Imagen cuadro Datos Generales (CYPE)

3.3.1.2. Cálculo de correas

Una vez introducidos los datos generales de la obra, se procede al cálculo de las correas, para lo cual se ha de seleccionar en el menú “Datos de obra” la opción de “Edición de correas en cubierta y laterales”.

3.3.1.2.1. Correas de cubierta

Para la definición de las correas de cubierta es necesario predeterminar una serie de datos previos adicionales dispuestos en tres casillas desplegables.

En la primera opción se ha de definir el límite de la flecha relativa, siendo en este caso L/300 según el Documento Básico de Seguridad Estructural del CTE.

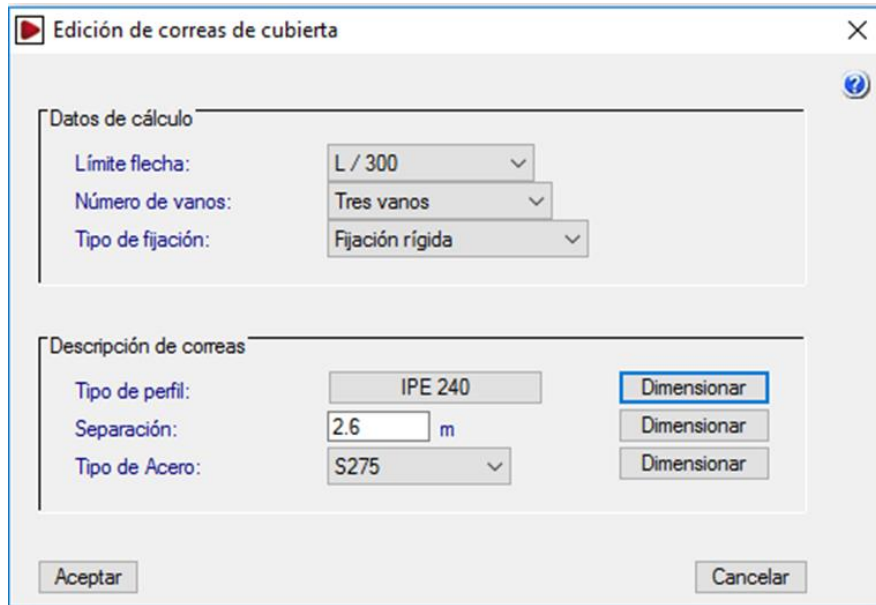


Figura 49. Edición de correas de cubierta (CYPE)

A la hora de definir el número de vanos conviene recordar el teorema de los tres momentos o de Clayperon, el cual indica las ventajas que posee el hecho de empotrar una sucesión de vigas entre sí en sus apoyos. De esta manera se logra reducir notablemente las flechas de estas últimas, pues el máximo momento flector positivo se reduce en detrimento de la aparición de momentos negativos en los apoyos; por el contrario, en caso de que éstas fueran articuladas no se daría la situación anteriormente mencionada.

La reducción de estos momentos se rige en función del número de tramos identificados en la viga continua (correa), estabilizándose cuando se dan tres o más vanos. Dicho de otra manera, si las correas existentes se apoyan sobre los dinteles de los pórticos, se obtiene un momento positivo máximo que interfiere una flecha máxima, mientras que si se empotran los extremos de éstas dos a dos, dicho momento se reduce, así como su correspondiente flecha inferida. Por consiguiente, si todos los extremos de las correas quedan empotrados entre sí, se logra una máxima reducción de la flecha, optimizando de esta manera la barra en cuestión.

Por dicho motivo, se selecciona la opción de tres o más vanos, pues en el proyecto objeto de estudio se dispone de 5 vanos de correas, de manera que se empotren sus extremos entre sí para que cada correa trabaje desde la fachada principal hasta la posterior como viga continua.

Por último se indica el tipo de fijación a realizar entre el cerramiento escogido y las correas, pues en función de la opción seleccionada se puede llegar a obtener distintos efectos. Por tanto, dentro de las tres posibilidades que ofrece el programa (cubierta no colaborante, fijación por gancho o fijación rígida) se opta por la fijación rígida, pues de esta manera se supone el cerramiento tan rígido que es capaz de impedir el giro de las correas. En consecuencia, la sujeción se da mediante tornillos roscachapa, cuyas características ofrecen el tipo de fijación deseado.

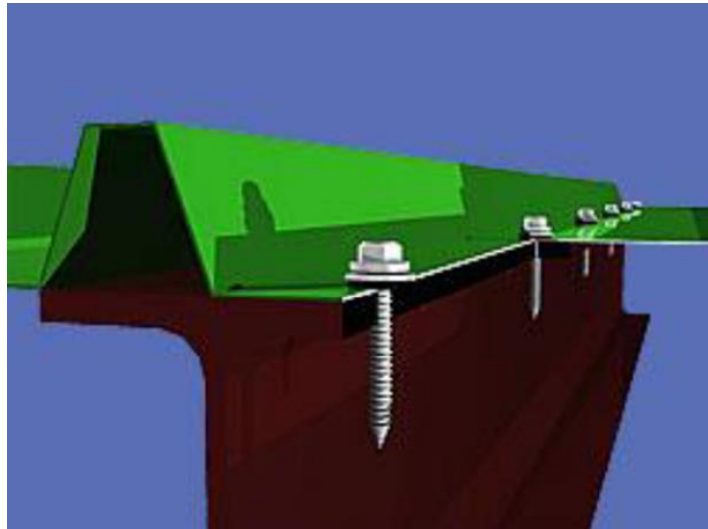


Figura 50. Fijación cerramiento – correa con tornillos roscachapa.

Una vez concretadas las anteriores pautas, mediante el estudio realizado en el apartado 3.1.2.2. se puede proceder con la introducción de la distancia máxima admisible entre correas de cubierta para el cerramiento seleccionado, teniendo en cuenta las cargas a las que va a estar sometido. Siendo dicho valor de 2,6 metros, con el dimensionamiento correspondiente se pueden obtener los perfiles cuyas características cumplan con los requisitos deseados, facilitando de esta manera la elección de estos últimos.

Nombre	Peso (kg/m ²)	Texto de comprobación
⚠ IPE 160	6.07	Aprovechamiento: 335.95 %
⚠ IPE 180	7.22	Aprovechamiento: 222.75 %
⚠ IPE 200	8.60	Aprovechamiento: 151.88 %
⚠ IPE 220	10.08	Aprovechamiento: 107.12 %
✅ IPE 240	11.81	Aprovechamiento: 76.84 %
✅ IPE 270	13.86	Aprovechamiento: 52.10 %
✅ IPE 300	16.24	Aprovechamiento: 36.45 %
✅ IPE 330	18.90	Aprovechamiento: 26.16 %
✅ IPE 360	21.95	Aprovechamiento: 19.16 %
✅ IPE 400	25.51	Aprovechamiento: 13.67 %

Significado de los iconos

- ⚠ Elemento que no cumple alguna comprobación.
- ✅ Elemento que cumple todas las comprobaciones.

Aceptar Cancelar

Figura 51. Dimensionamiento de perfiles de las correas de cubierta.

Observados los resultados, se escoge un perfil laminado IPE 240, siendo el tipo de acero S275 y la separación entre correas de 2,6 metros. Como se puede comprobar en la siguiente imagen, este perfil cumple con todas las comprobaciones, siendo su aprovechamiento de:

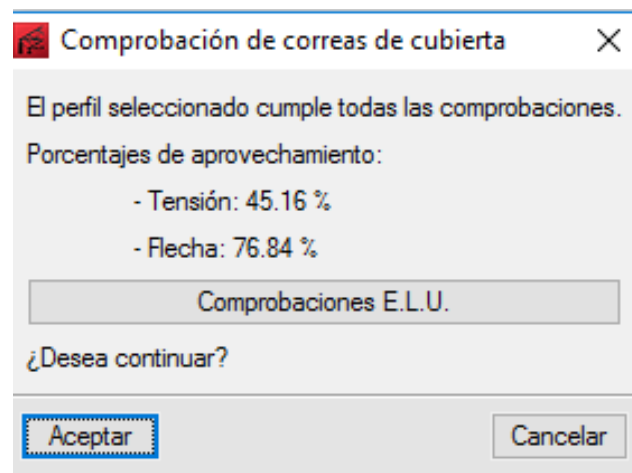


Figura 52. Comprobación de la correa de cubierta seleccionada.

3.3.1.2.2. Correas laterales

Para la definición de las correas laterales es necesario predeterminar una serie de datos previos adicionales dispuestos en tres casillas desplegables. En este caso, el procedimiento ha de ser el mismo que el marcado en el estudio de las correas de cubierta.

Por tanto, mediante el estudio realizado en el apartado 3.1.3.2. se puede concluir que la distancia máxima admisible entre correas a introducir en el programa es de 2,3 metros, obteniendo los siguientes resultados:

Figura 53. Edición de correas laterales (CYPE)

Nombre	Peso (kg/m²)	Texto de comprobación
⚠ IPE 80	2.61	Aprovechamiento: 1685.80 %
⚠ IPE 100	3.52	Aprovechamiento: 789.67 %
⚠ IPE 120	4.51	Aprovechamiento: 424.63 %
⚠ IPE 140	5.60	Aprovechamiento: 249.60 %
⚠ IPE 160	6.86	Aprovechamiento: 155.39 %
⚠ IPE 180	8.16	Aprovechamiento: 102.53 %
✅ IPE 200	9.73	Aprovechamiento: 69.50 %
✅ IPE 220	11.40	Aprovechamiento: 48.71 %
✅ IPE 240	13.35	Aprovechamiento: 34.69 %
✅ IPE 270	15.67	Aprovechamiento: 23.32 %

Significado de los iconos

- ⚠ Elemento que no cumple alguna comprobación.
- ✅ Elemento que cumple todas las comprobaciones.

Figura 54. Dimensionamiento de perfiles de las correas laterales.

Observados los resultados, se escoge un perfil laminado IPE 200, siendo el tipo de acero S275 y la separación entre correas de 2,3 metros. Como se puede comprobar en la siguiente imagen, este perfil cumple con todas las comprobaciones, siendo su aprovechamiento de:

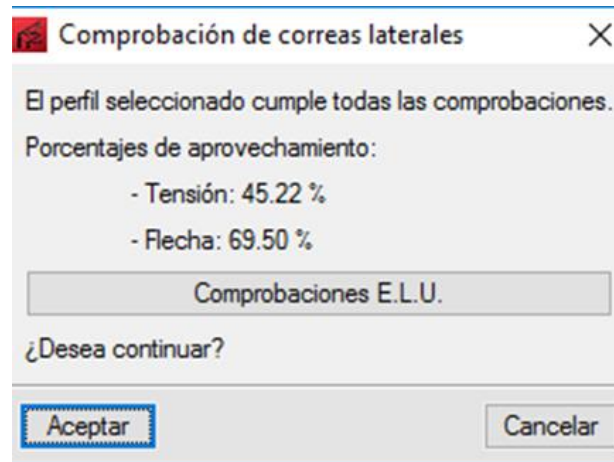


Figura 55. Comprobación de la correa lateral seleccionada.

Finalmente, una vez diseñadas las correas a ubicar en los pórticos, se puede concluir que la forma de éstos será la siguiente:

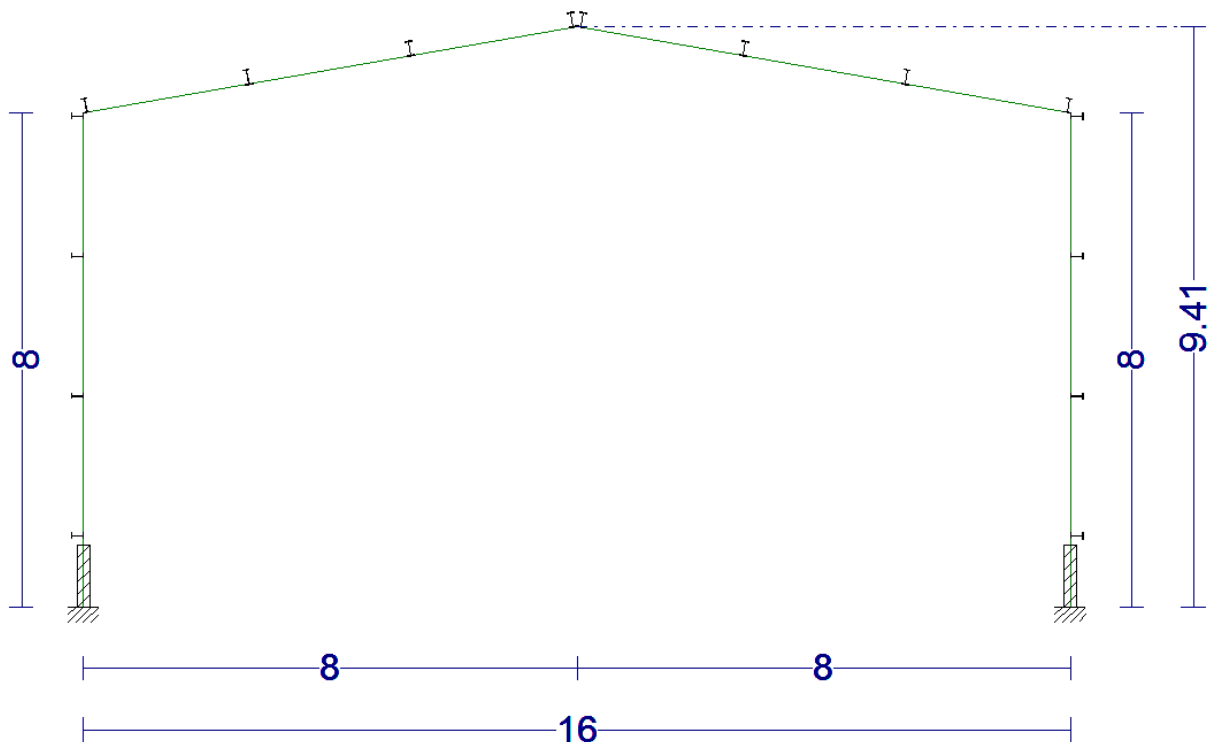


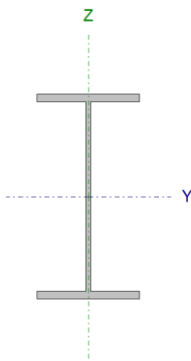
Figura 56. Imagen final del pórtico con la distribución de correas y el muro perimetral.

3.3.1.3. Resultados de cálculo de correas

3.3.1.3.1. ELU correas de cubierta

Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Aprovechamiento: 45.16 %

Perfil: IPE 240								
Material: S275								
	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)	
	14.720, 0.000, 8.226	14.720, 8.000, 8.226	8.000	39.1 0	3892.0 0	284.0 0	12.9 0	
	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	1.00	0.00	0.00				
L_K	0.000	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								

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$		$M_t V_y$
pésima en cubierta	N.P. ⁽¹⁾	x: 1.333 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 8 m $\eta = 45.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 8 m $\eta = 11.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 1.333 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 45.2$

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_tV_z	M_tV_y	
Notación:																
$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez																
λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida																
N_t : Resistencia a tracción																
N_c : Resistencia a compresión																
M_y : Resistencia a flexión eje Y																
M_z : Resistencia a flexión eje Z																
V_z : Resistencia a corte Z																
V_y : Resistencia a corte Y																
M_yV_z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados																
M_zV_y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados																
NM_yM_z : Resistencia a flexión y axil combinados																
$NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados																
M_t : Resistencia a torsión																
M_tV_z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados																
M_tV_y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados																
x : Distancia al origen de la barra																
η : Coeficiente de aprovechamiento (%)																
N.P.: No procede																
Comprobaciones que no proceden (N.P.):																
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.																
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.																
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.																
⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.																
⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.																
⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																
⁽⁷⁾ 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.																
⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																
⁽⁹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.																
⁽¹⁰⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																

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.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$35.55 \leq 246.95 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>220.40</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>6.20</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>13.66</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>11.76</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>2140673</u> kp/cm ²
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>2803.26</u> kp/cm ²

Siendo:

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.452} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

$$M_{Ed}^+ : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^+ : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 14.720, 8.000, 8.226, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*N(R) 1 + 0.90*V(180°) H4.

$$M_{Ed}^- : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^- : \underline{4.425} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{9.798} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$\text{Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.} \quad \text{Clase : } \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y} : 367.00 \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$

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)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.113 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 14.720, 8.000, 8.226, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot N(R) 1 + 0.90 \cdot V(180^\circ) H4$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 3.319 \text{ t}$

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

$$V_{c,Rd} : 29.483 \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : 19.13 \text{ cm}^2$

Siendo:

h : Canto de la sección. $h : 240.00 \text{ mm}$

t_w : Espesor del alma. $t_w : 6.20 \text{ mm}$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$

Siendo:

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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:

$$30.71 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 30.71

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 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} : 2395.51 kp/cm²

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

f_y : 2803.26 kp/cm²

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

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

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

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

$$1.291 \text{ t} \leq 14.742 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.333 m del nudo 14.720, 0.000, 8.226, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot N(R) 1 + 0.90 \cdot V(180^\circ) H4$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{1.291} \text{ t}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{29.483} \text{ t}$

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

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

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

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 (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 (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

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

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

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

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

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

Comprobación de flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 76.84 %

Coordenadas del nudo inicial: 14.720, 0.000, 8.226

Coordenadas del nudo final: 14.720, 8.000, 8.226

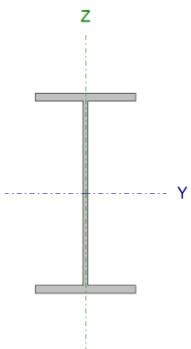
El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot Q + 1.00 \cdot N(R) 1 + 1.00 \cdot V(180^\circ) H4$ a una distancia 4.000 m del origen en el primer vano de la correa.

($I_y = 3892 \text{ cm}^4$) ($I_z = 284 \text{ cm}^4$)

3.3.1.3.2. ELU correas laterales

Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 45.22 %

Perfil: IPE 200 Material: S275							
	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)
	16.000, 8.000, 1.150	16.000, 16.000, 1.150	8.000	28.5 0	1943.0 0	142.0 0	6.98
	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	1.00	0.00	0.00			
L_K	0.000	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							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_y V_z$		$M_z V_y$
pésima en lateral	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \text{máx}}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 45.2$	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 7.7$	$V_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁵⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0,00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 45.2$

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
Notación:																
$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez																
λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida																
N_t : Resistencia a tracción																
N_c : Resistencia a compresión																
M_y : Resistencia a flexión eje Y																
M_z : Resistencia a flexión eje Z																
V_z : Resistencia a corte Z																
V_y : Resistencia a corte Y																
$M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados																
$M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados																
$N M_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados																
$N M_y M_z V_y V_z$: 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																
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 esfuerzo cortante.																
⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																
⁽⁷⁾ 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.																
⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																
⁽⁹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.																
⁽¹⁰⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																

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.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>183.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>5.60</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>10.25</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>8.50</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>2140673</u> kp/cm ²
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>2803.26</u> kp/cm ²
Siendo:	

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.452} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

$$M_{Ed}^+ : \text{Momento flector solicitante de cálculo p\acute{e}simo.} \quad M_{Ed}^+ : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo p\acute{e}simo se produce en el nudo 16.000, 8.000, 1.150, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*V(180°) H4.

$$M_{Ed}^- : \text{Momento flector solicitante de cálculo p\acute{e}simo.} \quad M_{Ed}^- : \underline{2.668} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{5.900} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$\text{Clase: Clase de la sección, según la capacidad de} \quad \text{Clase : } \underline{1}$$

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. $W_{pl,y} : 221.00 \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$

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)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

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

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

Se debe satisfacer:

$\eta : 0.077$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 16.000, 8.000, 1.150, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(180^\circ) H4$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 1.668 \text{ t}$

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

$V_{c,Rd} : 21.604 \text{ t}$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : 14.02 \text{ cm}^2$

Siendo:

h : Canto de la sección. $h : 200.00 \text{ mm}$

t_w : Espesor del alma. t_w : 5.60 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

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:

$$28.39 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 28.39

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 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} : 2395.51 kp/cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

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

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

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

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

$$1.668 \text{ t} \leq 10.802 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 16.000, 8.000, 1.150, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(180^\circ)$ H4.

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

$$V_{Ed} : \underline{1.668} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{21.604} \text{ t}$$

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

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

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

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 (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 (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

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

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

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

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

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

Comprobación de flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 69.50 %

Coordenadas del nudo inicial: 16.000, 0.000, 1.150

Coordenadas del nudo final: 16.000, 8.000, 1.150

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot V(180^\circ)$ H2 a una distancia 4.000 m del origen en el primer vano de la correa.

($I_y = 1943 \text{ cm}^4$) ($I_z = 142 \text{ cm}^4$)

3.3.1.4. Exportación de la estructura a CYPE 3D

Tras llevar a cabo todo el estudio relativo a las correas tanto de cubierta como laterales, se ha de realizar la transferencia de datos del generador de pórticos a CYPE 3D. Gracias a este segundo programa se pueden continuar definiendo las bases de la nave a proyectar, para lo cual se introducen los datos de los apoyos, opciones de pandeo, tipo de generación de pórticos y agrupación de pórticos... Además, es necesario definir el tipo de acero utilizado en la estructura, si bien sólo es útil para la cimentación del proyecto en cuestión.

Para ello, en la ventana emergente de opciones para la exportación a CYPE 3D es necesario indicar que los pórticos a estudiar han de ser biempotrados, dándose la opción del pandeo en los que son intraslacionales. Además, es recomendable indicar que no se da una agrupación de planos, siendo necesario mencionar que se desea generar los pórticos en 3D.

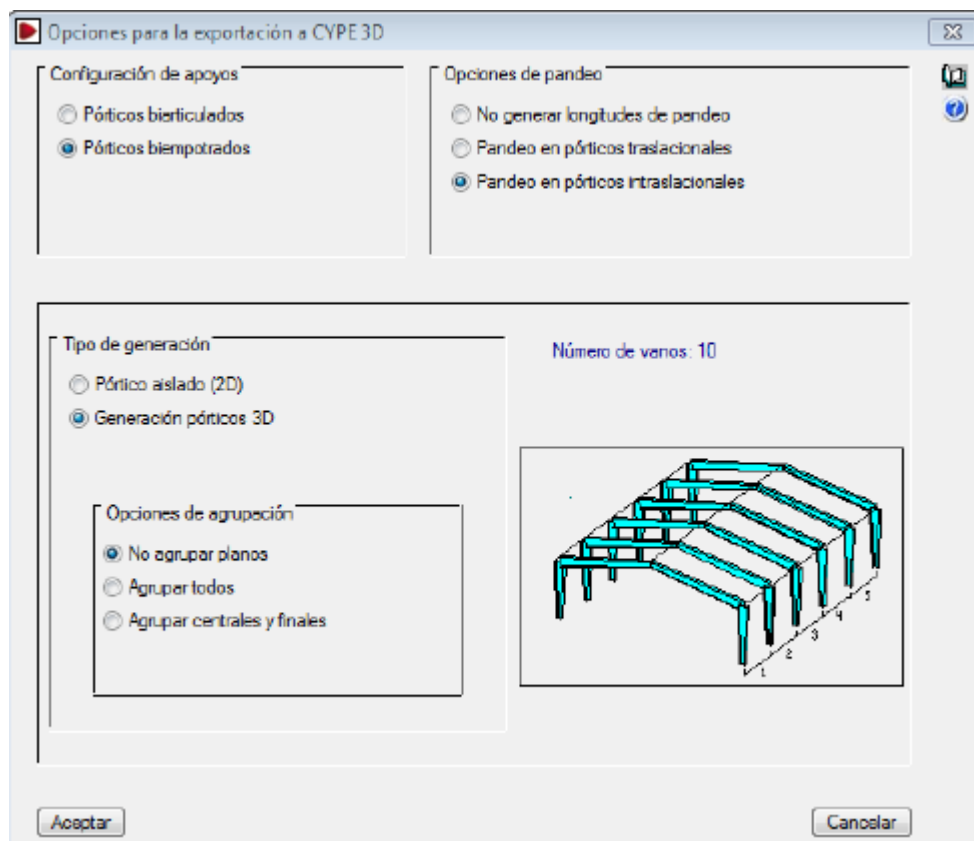


Figura 57. Exportación a CYPE 3D

Figura 58. Datos generales CYPE 3D

3.3.2. Cálculo de la nave con CYPE 3D

Para proceder con esta segunda parte del programa se ha de utilizar el subprograma CYPE 3D.

Dado que el Generador de Pórticos es una herramienta que nos permite definir la geometría del pórtico, así como el número de los mismos y la distancia entre ellos, una vez exportada la obra al nuevo programa se puede observar cómo se genera la estructura completa con las cargas automáticamente.

En este caso, cabe realizar un inciso, pues como ya se ha comentado anteriormente, la nave en cuestión a proyectar cuenta con vanos de diferentes dimensiones. Es por ello que al exportar la obra, al haber indicado la existencia de 5 pórticos separados una distancia equidistante de 8 metros para el cálculo de las correas, aparecerá el número de los mismos mencionados. De este modo, antes de proceder con ninguna otra acción del programa ha de ser necesaria la redistribución de los pórticos, añadiendo uno más. Destacar que al realizar la redistribución de la nave, el programa considera que se trata de una redistribución interior, esto es, mientras no se modifiquen las dimensiones originales de longitud x luz de la misma, dichas modificaciones no influyen ni en resultados ni en cargas existentes de manera que puedan modificar las correas ya calculadas.

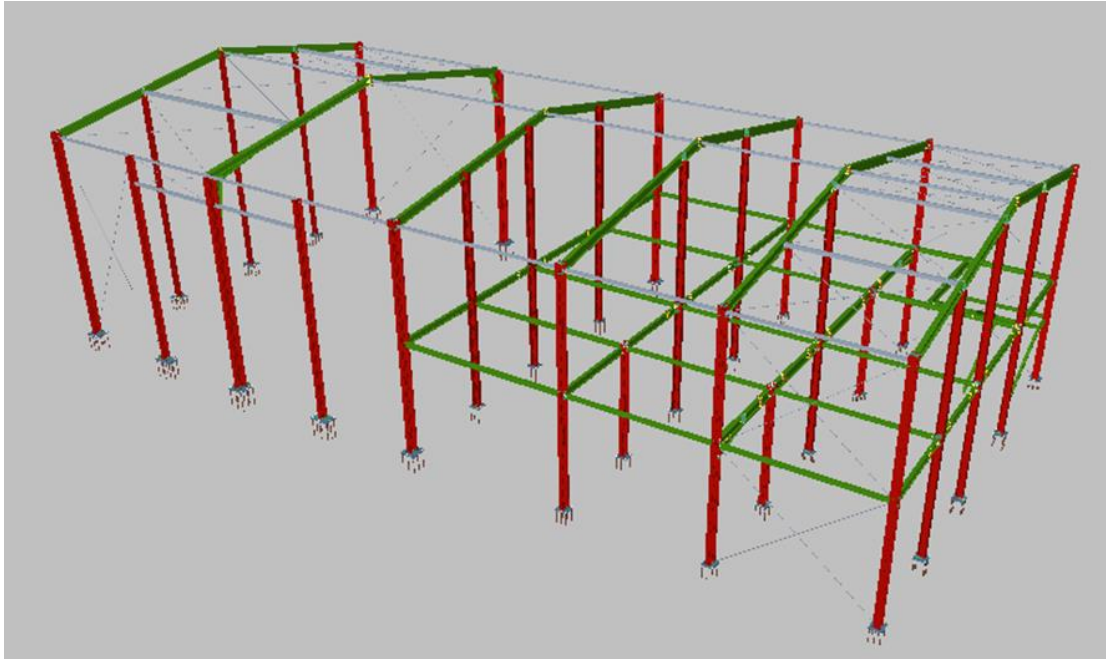


Figura 59. Vista 3D de la estructura

Una vez lograda la consecución de la geometría definitiva de la estructura, es necesario completar una serie de parámetros que el programa no introduce, tras lo cual se ha de hacer una estimación de los perfiles de la misma para poder proceder con el cálculo de toda la estructura mediante su optimización.

3.3.2.1. Introducción de parámetros

3.3.2.1.1. Coeficientes de empotramiento

Se han de articular los extremos de las barras que vayan a cumplir la función de arriostras (vigas de atado y tirantes), así como la unión de los pilarillos existentes con sus dinteles correspondientes. Todas las demás uniones tanto interiores como exteriores han de catalogarse como empotradas.

3.3.2.1.2. Cargas

Las cargas son generadas automáticamente por el programa una vez introducidos los parámetros que exige, si bien las cargas correspondientes tanto a la entreplanta como a las escaleras han de introducirse manualmente, debiendo estar basadas en los cálculos anteriormente realizados para la consecución de dichos valores.

Éstas han de introducirse en paños como cargas distribuidas superficiales, encargándose el propio programa de repartirla en los diferentes perfiles metálicos.

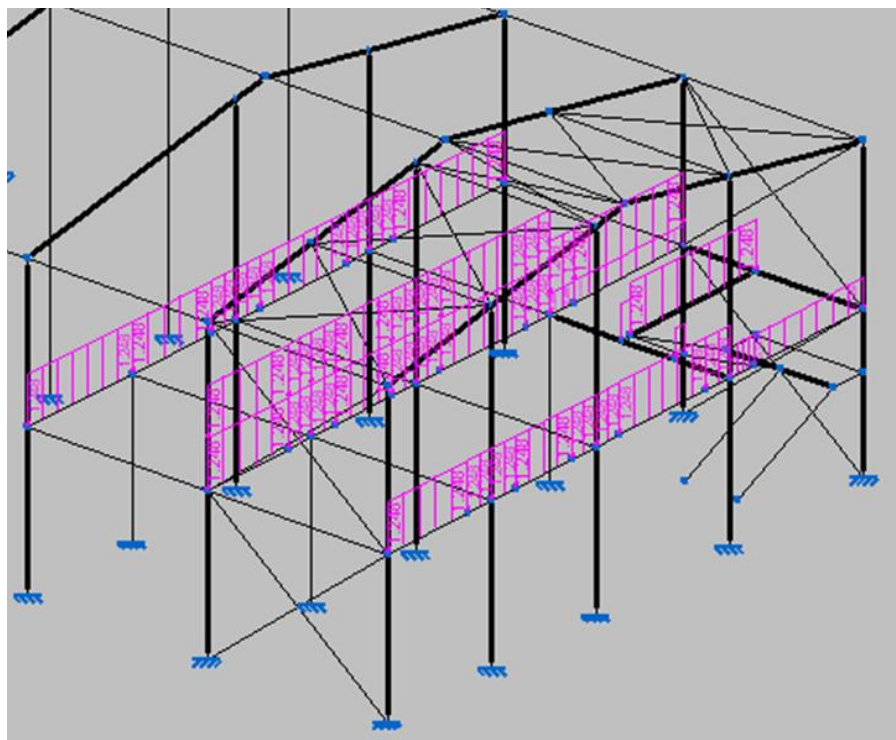


Figura 60. Vista de con cargas de la entreplanta

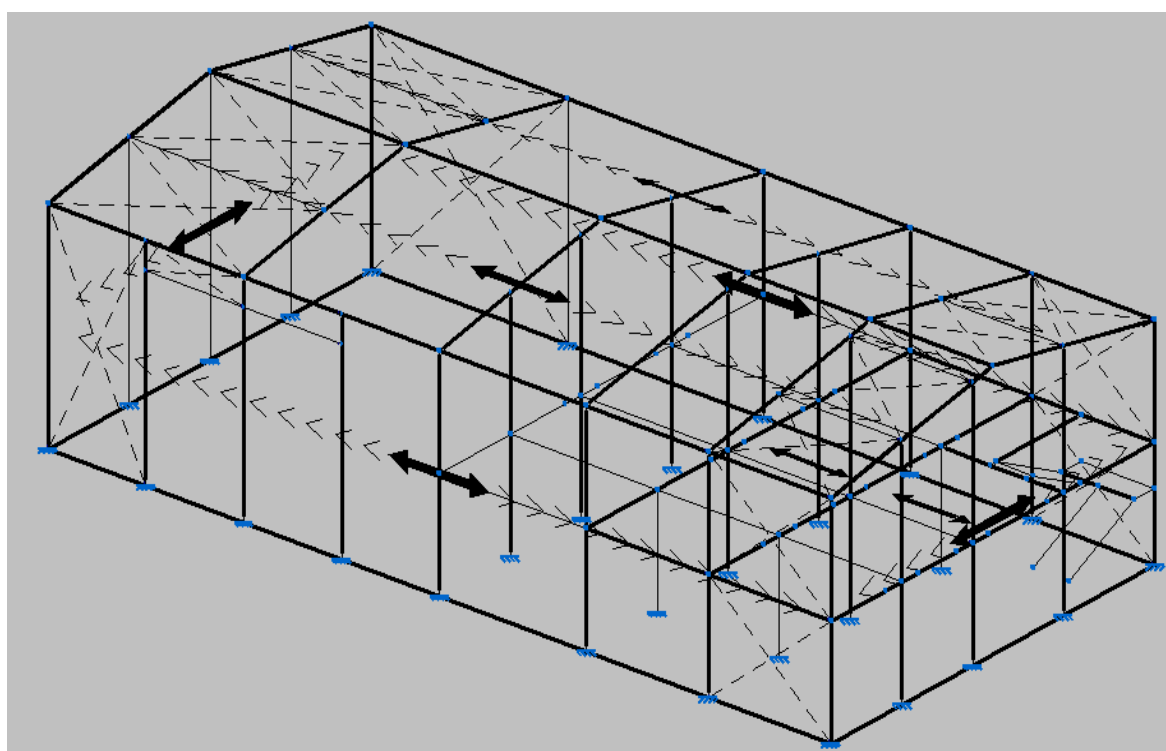


Figura 61. Vista de paños de las diferentes hipótesis

3.3.2.1.3. Pandeo

El pandeo es un fenómeno de inestabilidad elástica que puede darse en elementos comprimidos esbeltos, el cual se manifiesta por la aparición de desplazamientos importantes transversales a la dirección principal de compresión.

En ingeniería estructural dicho fenómeno aparece principalmente en pilares y columnas, traduciéndose en la aparición de una flexión adicional en el pilar cuando se halla sometido a la acción de esfuerzos axiales de cierta importancia.

La aparición de la mencionada deflexión por pandeo limita severamente la resistencia en compresión de un pilar o cualquier tipo de pieza esbelta. Eventualmente, a partir de cierto valor de la carga axial de compresión, denominada carga crítica de pandeo, puede producirse una situación de inestabilidad elástica, aumentando entonces fácilmente la deformación y produciendo así tensiones adicionales que superarán la tensión de rotura, provocando consecuentemente la ruina del elemento estructural.

Por tanto, para realizar la comprobación a pandeo de las barras de una estructura en Metal 3D se ha de definir un coeficiente de pandeo β , el cual depende en gran medida de las ligaduras del elemento en sus extremos. Dicho coeficiente ha de ser un valor mayor o igual que 0 que pondere la longitud de la barra, denominada longitud de pandeo, la cual rigurosamente hablando es la distancia existente entre dos puntos de inflexión consecutivos en la deformada de la barra para ese plano de pandeo.

Dado que en un principio se desconoce qué piezas de la estructura trabajarán a compresión y bajo qué combinación de hipótesis, se ha de asignar coeficientes de pandeo a todas las piezas en sus planos principales. Eso sí, es necesario recordar que las cruces de San Andrés son tirantes que trabajan a tracción, no trabajando en caso contrario, de modo que a éstas no se les ha de asignar ningún tipo de coeficiente de pandeo.

En la asignación de los mencionados coeficientes de pandeo, aclarar que los ejes o planos son locales para cada barra. Así, el plano débil de las barras (XY) es el paralelo a las alas que equidistan de ellas, es decir, que pasa por su eje de gravedad, coincidiendo el plano fuerte (XZ) con el plano del alma de la pieza.

Una vez aclarados ciertos conceptos, para continuar con el desarrollo del programa mediante la asignación de dichos coeficientes se ha de acceder a través de la pestaña de Barra a la opción de Pandeo, seleccionando las barras a editar. Es entonces cuando se abrirá una ventana como la mostrada a continuación, en la que se pueden variar tanto la longitud de pandeo en el plano XY (débil) como en el plano XZ (fuerte), además de los coeficientes de los momentos.

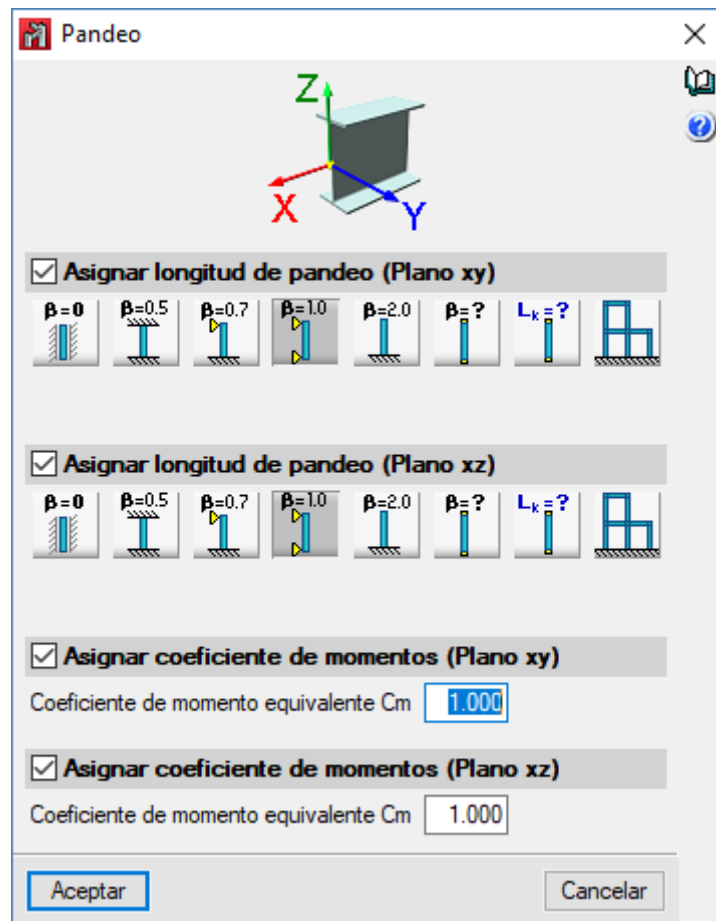


Figura 62. Ventana indicación Pandeo

Por ende, los coeficientes de pandeo seleccionados para la estructura del presente proyecto han de ser los siguientes:

- ✓ **Dinteles:** para el plano de inercia débil (XY) se ha de definir directamente la longitud de pandeo L_k , con la distancia entre correas de la cubierta (2,6 m), pues las correas arriostran en dicho plano para los cabios.

Para el plano de inercia fuerte (XZ) se ha de definir la L_k como la longitud máxima del dintel, esto es, $L_k = 8 \text{ m} / \cos 10 = 8,123\text{m}$.

- ✓ **Pilares:** para el plano de inercia débil (XY) se ha de disponer de un coeficiente de pandeo $\beta = 0$, pues se considera que los pilares no pueden pandear hacia fuera, mientras que para el plano de inercia fuerte (XZ) se ha de considerar un coeficiente de pandeo $\beta = 0,7$, pues se considera la estructura como instraslacional.
- ✓ **Vigas de Atado:** se puede suponer que éstas nunca van a pandear, pues la estructura se encuentra coaccionada por las correas. Por ello, se concluye que tanto para el plano

de inercia débil (XY) como para el de inercia fuerte (XZ) el coeficiente de pandeo es nulo, esto es, $\beta = 0$.

- ✓ **Pilarillos:** al tratarse de elementos empotrados en su cimentación y articulados en su cabeza, cabe la posibilidad de considerar un coeficiente de pandeo $\beta = 0,7$ en el plano de inercia fuerte (XZ), considerando que el plano de inercia débil (XY) no puede pandear al estar conformado por el cerramiento, esto es, $\beta = 0$.

Destacar que al tratarse de elementos de diferentes longitudes, los cuales alcanzan los dinteles de los pórticos, es necesario indicar su correspondiente longitud de pandeo L_k en vez del coeficiente de pandeo, debiendo multiplicar este último por la longitud correspondiente a cada uno.

- ✓ **Vigas de Forjado:** al igual que en el caso de las vigas de atado, puede suponerse que éstas no van a pandear, pues se encuentran coaccionadas por el diafragma rígido que constituye el forjado. Por ende, se concluye que tanto para el plano de inercia débil (XY) como para el de inercia fuerte (XZ) el coeficiente de pandeo es nulo, esto es, $\beta = 0$.
- ✓ **Pilarillos Forjado:** cabe la posibilidad de que éstos pandeen en ambos planos, pues no se encuentran coaccionados por ningún elemento estructural. Es por ello que al tratarse de elementos empotrados en su cimentación y articulados en su cabeza se ha de considerar un coeficiente de pandeo $\beta = 0,7$, si bien es necesario tener en cuenta que sólo es válida dicha confirmación en aquellos pilarillos que alcancen el nivel de la entreplanta.
- ✓ **Dinteles Puerta:** para ambos planos de estos perfiles puede considerarse como coeficiente de pandeo $\beta = 1$, pues se trata de barras biarticuladas.

3.3.2.1.4. Pandeo Lateral

Se trata de un fenómeno focalizado en elementos sometidos a flexión cuya ala comprimida no posee arriostramientos transversales a distancias adecuadas o bien no son suficientemente rígidos como para impedir su desplazamiento, pudiendo su efecto llegar a producir el vuelco de la viga de modo que la estabilidad de la estructura pueda verse comprometida.

En este caso, se ha de estudiar sobre todo el pandeo lateral de los dinteles por la posible succión que pueda darse en los mismos, teniendo un valor para su ala superior de $L_b = 2,6$ m, siendo ésta la distancia entre correas, mientras que en el ala inferior se habrá de indicar un valor de $\beta = 1$ de manera que la longitud de pandeo lateral de la misma sea la distancia entre apoyos de esa barra, pudiendo prescindir así del empleo de tornapuntas.

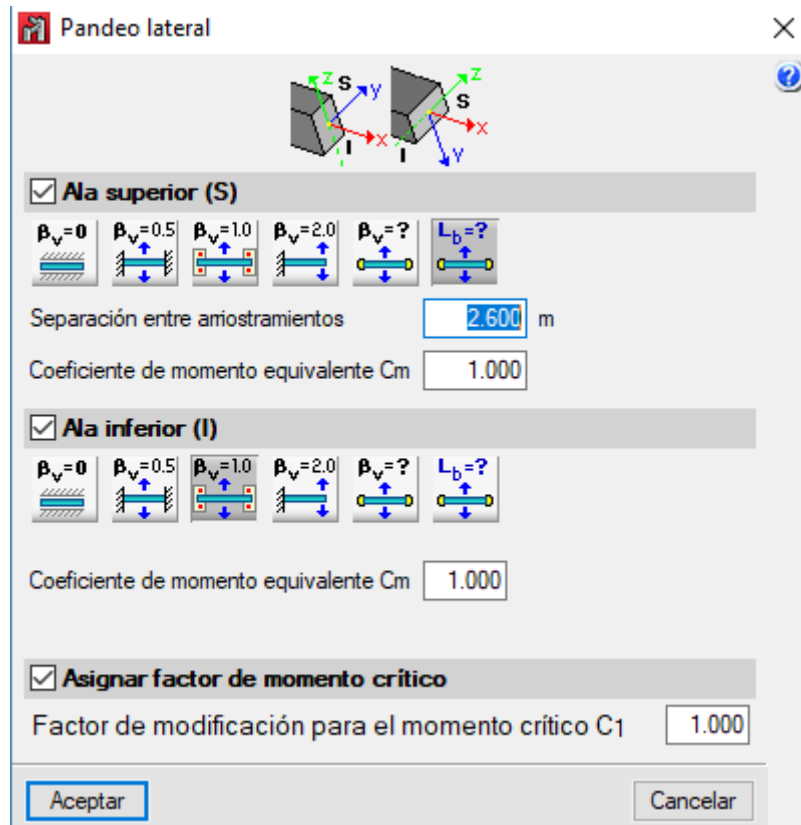


Figura 63. Ventana indicación Pandeo Lateral

Del mismo modo, se puede concluir que los coeficientes de pandeo lateral del resto de la estructura pueden tener los siguientes valores:

- ✓ **Pilares:** para el ala inferior puede considerarse un $\beta = 1$, mientras que para el ala superior puede considerarse una $L_b = 2,3\text{m}$.
- ✓ **Vigas de Atado:** no se considera pandeo lateral en estos elementos.
- ✓ **Pilarillos:** para el ala inferior puede considerarse un $\beta = 0$, mientras que para el ala superior puede considerarse una $L_b = 2,3\text{m}$.
- ✓ **Vigas de Forjado:** no se considera pandeo lateral en estos elementos.
- ✓ **Pilarillos de Forjado:** no se considera pandeo lateral en estos elementos.

3.3.2.1.5. Flecha

Es necesaria la limitación de la deformación debida a la flexión de la barra para obtener así “buena aptitud al servicio”, para lo cual se ha de limitar la flecha relativa en el plano XZ a L / 300.

3.3.2.1.6. Cargas

Los diferentes tipos de cargas que ha de soportar la nave y en base a las cuales se ha diseñado la nave para poder soportar las solicitaciones y cumplir con la normativa han de ser las siguientes:

- ✓ **Carga Permanente:** carga presente en toda la vida útil de la nave, puede considerarse como tal a todos los elementos que vaya a soportar la nave de forma constante, pudiendo aglutinarse éstos en una sola hipótesis.

Añadir que en ella se incluye la correspondiente carga al forjado de la entreplanta.

- ✓ **Sobrecarga de Uso:** aplicable a cubierta, entreplanta y escaleras, consiste en el peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de su uso, considerándose la categoría de uso G1 para la cubierta de la nave a construir según la tabla 3.1 del Documento Básico SE – AE.

- ✓ **Sobrecarga de Viento:** el programa considera las siguientes situaciones:

1. V (0º) H1: Viento a 0º, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior.
2. V (0º) H2: Viento a 0º, presión exterior tipo 1 succión interior.
3. V (0º) H3: Viento a 0º, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior.
4. V (0º) H4: Viento a 0º, presión exterior tipo 2 succión interior.
5. V (90º) H1: Viento a 0º, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior.
6. V (90º) H2: Viento a 0º, presión exterior tipo 1 succión interior.
7. V (180º) H1: Viento a 0º, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior.
8. V (180º) H2: Viento a 0º, presión exterior tipo 1 succión interior.
9. V (180º) H3: Viento a 0º, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior.

10. V (180º) H4: Viento a 0º, presión exterior tipo 2 succión interior.
11. V (270º) H1: Viento a 0º, presión exterior tipo 1 presión interior
12. V (270º) H2: Viento a 0º, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior.

✓ **Sobrecarga de Nieve:** el programa considera tres tipos de casos de nieve:

- Nieve posada simétricamente
- Nieve posada en la parte derecha de la cubierta
- Nieve posada en la parte izquierda de la cubierta

✓ **Resistencia al Fuego de los Perfiles de Acero:**

Norma: CTE DB – SI, Anejo D: Resistencia al Fuego de los Elementos de Acero.

Resistencia requerida: R30.

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 ha de venir indicado en la tabla de comprobación de resistencia del material.

3.3.2.2. Resultados cálculo de barras

Una vez conocidos todos los datos necesarios para poder llevar a cabo el cálculo de la nave, el programa prosigue con el estudio, obteniendo los siguientes resultados:

- ✓ Barras
- ✓ Resistencia
- ✓ Referencias:

- N: Esfuerzo axil (t)
- V_y : Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)
- V_z : Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)
- M_t : Momento torsor (t · m)
- M_y : Momento flector en el plano XZ (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t · m)
- M_z : Momento flector en el plano XY (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t · m)

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

- ✓ Origen de los esfuerzos pésimos:
 - G: Sólo gravitatorias
 - GV: Gravitatorias + viento
 - GS: Gravitatorias + sismo
 - GVS: Gravitatorias + viento + sismo

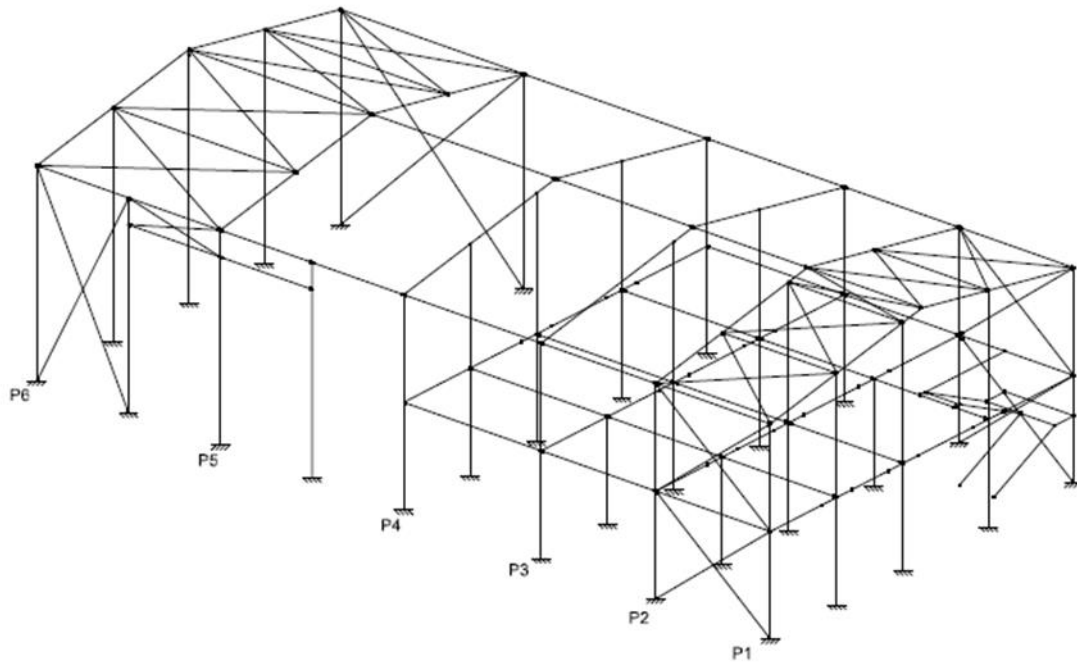


Figura 64. Estructura de la nave

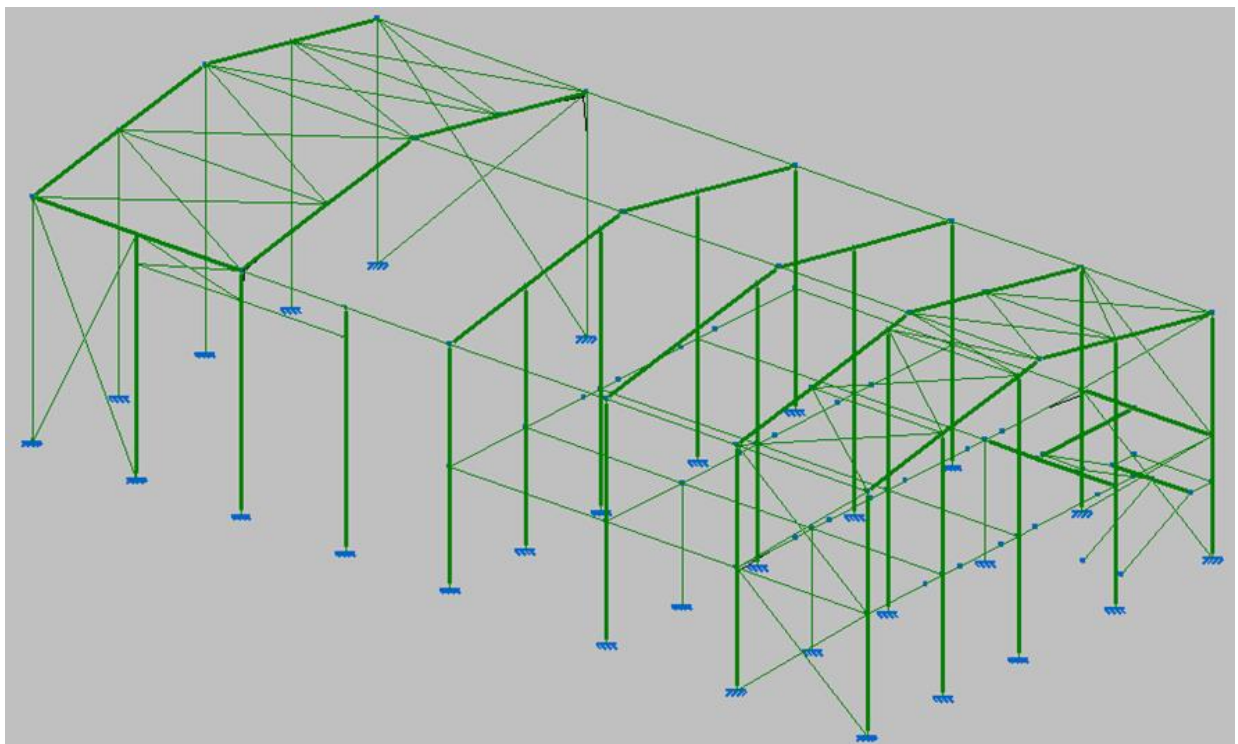


Figura 65. Comprobación de las barras

3.3.2.3. Resultados cálculo de la cimentación

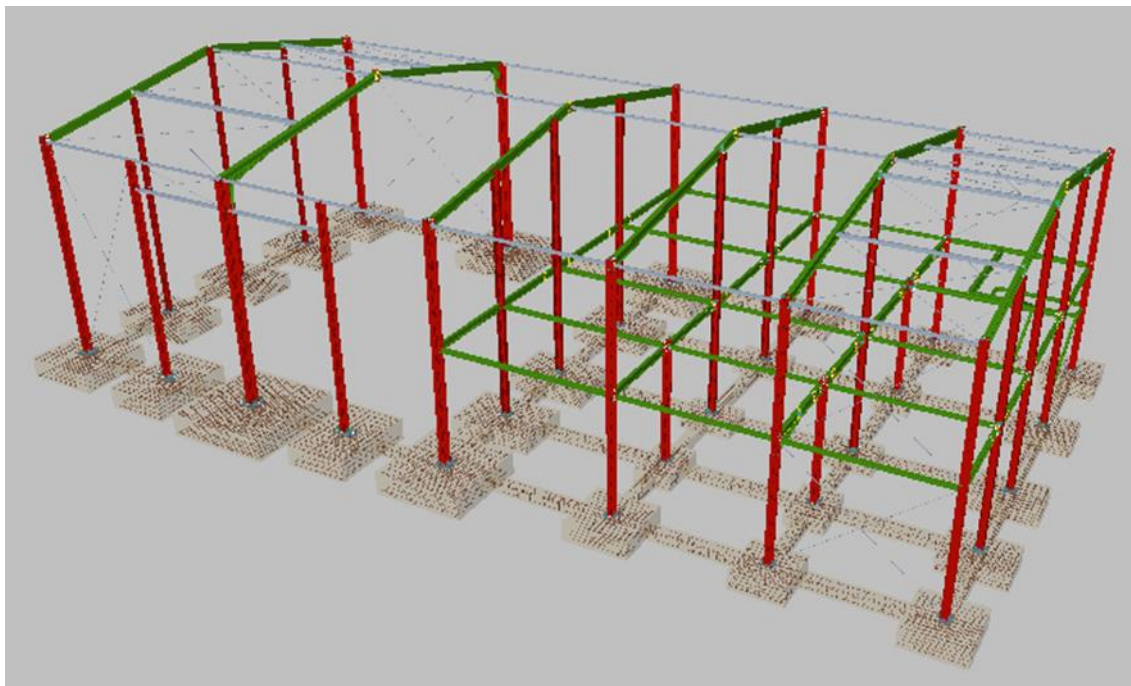


Figura 66. Vista 3D de la cimentación de la nave

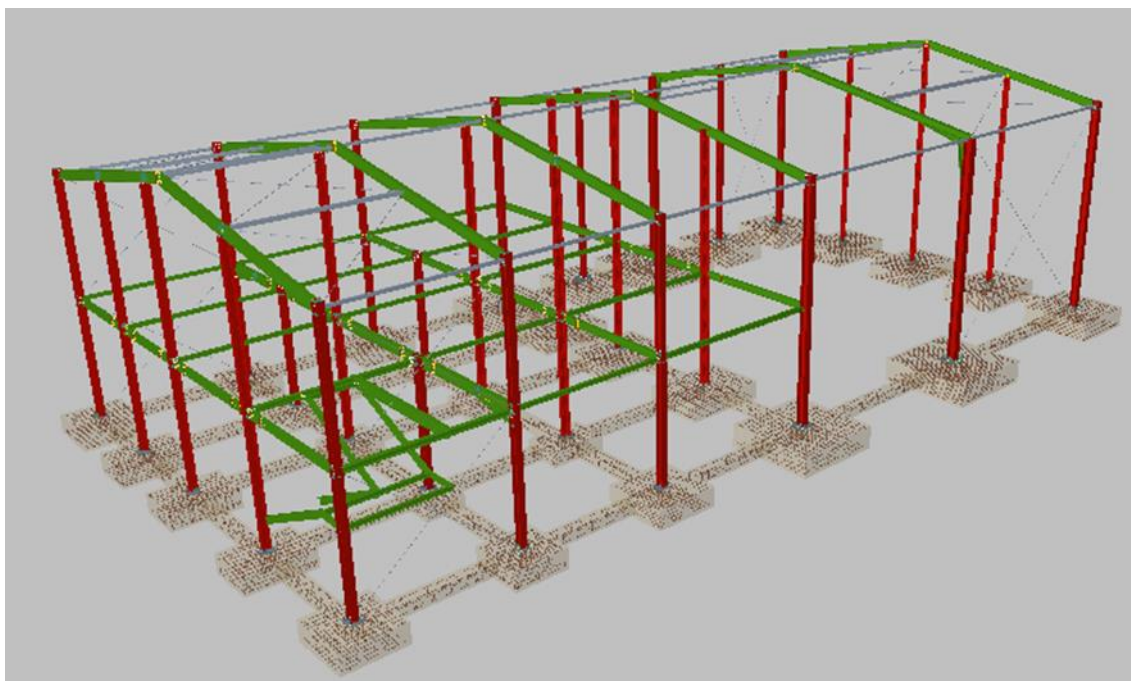


Figura 67. Vista 3D de la cimentación de la nave

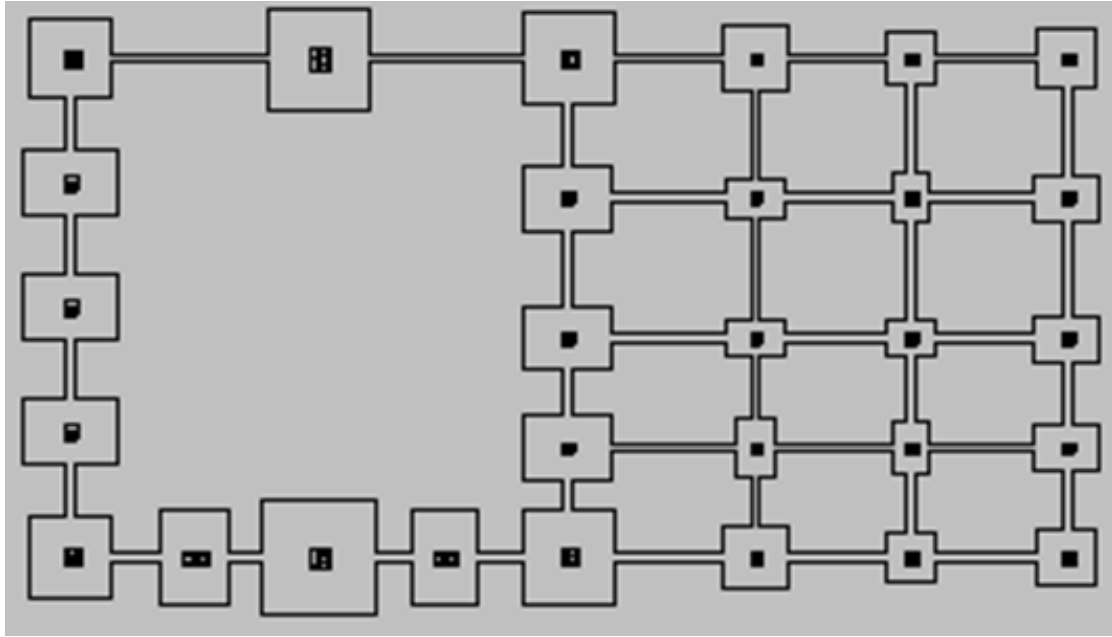


Figura 68. Esquema de cimentación

3.3.2.3.1. Zapatas

3.3.2.3.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N3 y N1	Zapata cuadrada Ancho: 270.0 cm Canto: 80.0 cm	Sup X: 11Ø16c/25 Sup Y: 11Ø16c/25 Inf X: 11Ø16c/25 Inf Y: 11Ø16c/25
N8	Zapata cuadrada Ancho: 335.0 cm Canto: 85.0 cm	Sup X: 25Ø12c/13 Sup Y: 25Ø12c/13 Inf X: 25Ø12c/13 Inf Y: 25Ø12c/13
N6	Zapata cuadrada Ancho: 375.0 cm Canto: 85.0 cm	Sup X: 28Ø12c/13 Sup Y: 28Ø12c/13 Inf X: 28Ø12c/13 Inf Y: 28Ø12c/13
N13 y N11	Zapata cuadrada Ancho: 310.0 cm Canto: 80.0 cm	Sup X: 12Ø16c/25 Sup Y: 12Ø16c/25 Inf X: 12Ø16c/25 Inf Y: 12Ø16c/25
N25 y N21	Zapata cuadrada Ancho: 215.0 cm Canto: 65.0 cm	Sup X: 12Ø12c/17 Sup Y: 12Ø12c/17 Inf X: 12Ø12c/17 Inf Y: 12Ø12c/17
N26 y N30	Zapata cuadrada Ancho: 175.0 cm Canto: 65.0 cm	Sup X: 10Ø12c/17 Sup Y: 10Ø12c/17 Inf X: 10Ø12c/17 Inf Y: 10Ø12c/17

Referencias	Geometría	Armado
N18 y N16	Zapata cuadrada Ancho: 195.0 cm Canto: 65.0 cm	Sup X: 11Ø12c/17 Sup Y: 11Ø12c/17 Inf X: 11Ø12c/17 Inf Y: 11Ø12c/17
N45, N44 y N42	Zapata rectangular centrada Ancho zapata X: 220.0 cm Ancho zapata Y: 320.0 cm Canto: 70.0 cm	Sup X: 20Ø12c/16 Sup Y: 13Ø12c/16 Inf X: 20Ø12c/16 Inf Y: 13Ø12c/16
N67 y N118	Zapata rectangular centrada Ancho zapata X: 225.0 cm Ancho zapata Y: 315.0 cm Canto: 80.0 cm	Sup X: 13Ø16c/25 Sup Y: 9Ø16c/25 Inf X: 13Ø16c/25 Inf Y: 9Ø16c/25
N63, N60 y N58	Zapata rectangular centrada Ancho zapata X: 130.0 cm Ancho zapata Y: 190.0 cm Canto: 55.0 cm	Sup X: 9Ø12c/20 Sup Y: 6Ø12c/20 Inf X: 9Ø12c/20 Inf Y: 6Ø12c/20
N54, N51 y N49	Zapata rectangular centrada Ancho zapata X: 130.0 cm Ancho zapata Y: 170.0 cm Canto: 55.0 cm	Sup X: 8Ø12c/20 Sup Y: 6Ø12c/20 Inf X: 8Ø12c/20 Inf Y: 6Ø12c/20
N35, N33 y N31	Zapata rectangular centrada Ancho zapata X: 155.0 cm Ancho zapata Y: 215.0 cm Canto: 65.0 cm	Sup X: 11Ø14c/20 Sup Y: 8Ø14c/20 Inf X: 11Ø14c/20 Inf Y: 8Ø14c/20
N111, N112 y N113	Zapata rectangular centrada Ancho zapata X: 215.0 cm Ancho zapata Y: 295.0 cm Canto: 65.0 cm	Sup X: 17Ø12c/17 Sup Y: 12Ø12c/17 Inf X: 17Ø12c/17 Inf Y: 12Ø12c/17

g.

3.3.2.3.1.2. Medición

Referencias: N3 y N1		B 400 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	11x2.60	28.60
	Peso (kg)	11x4.10	45.14
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	11x2.60	28.60
	Peso (kg)	11x4.10	45.14
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	11x2.60	28.60
	Peso (kg)	11x4.10	45.14
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	11x2.60	28.60
	Peso (kg)	11x4.10	45.14
Totales	Longitud (m)	114.40	
	Peso (kg)	180.56	180.56
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	125.84	
	Peso (kg)	198.62	198.62

Referencia: N8		B 400 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	25x3.25	81.25
	Peso (kg)	25x2.89	72.14

Referencia: N8		B 400 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	25x3.25	81.25
	Peso (kg)	25x2.89	72.14
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	25x3.25	81.25
	Peso (kg)	25x2.89	72.14
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	25x3.25	81.25
	Peso (kg)	25x2.89	72.14
Totales	Longitud (m)	325.00	
	Peso (kg)	288.56	288.56
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	357.50	
	Peso (kg)	317.42	317.42

Referencia: N6		B 400 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	28x3.65	102.20
	Peso (kg)	28x3.24	90.74
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	28x3.65	102.20
	Peso (kg)	28x3.24	90.74
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	28x3.65	102.20
	Peso (kg)	28x3.24	90.74
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	28x3.65	102.20
	Peso (kg)	28x3.24	90.74
Totales	Longitud (m)	408.80	
	Peso (kg)	362.96	362.96
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	449.68	
	Peso (kg)	399.26	399.26

Referencias: N13 y N11		B 400 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	12x3.00	36.00
	Peso (kg)	12x4.73	56.82
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	12x3.00	36.00
	Peso (kg)	12x4.73	56.82
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	12x3.00	36.00
	Peso (kg)	12x4.73	56.82
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	12x3.00	36.00
	Peso (kg)	12x4.73	56.82
Totales	Longitud (m)	144.00	
	Peso (kg)	227.28	227.28
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	158.40	
	Peso (kg)	250.01	250.01

Referencias: N25 y N21		B 400 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	12x2.05	24.60
	Peso (kg)	12x1.82	21.84
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	12x2.05	24.60
	Peso (kg)	12x1.82	21.84
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	12x2.05	24.60
	Peso (kg)	12x1.82	21.84

Referencias: N25 y N21		B 400 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	12x2.05	24.60
	Peso (kg)	12x1.82	21.84
Totales	Longitud (m)	98.40	
	Peso (kg)	87.36	87.36
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	108.24	
	Peso (kg)	96.10	96.10

Referencias: N26 y N30		B 400 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	10x1.88	18.80
	Peso (kg)	10x1.67	16.69
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	10x1.88	18.80
	Peso (kg)	10x1.67	16.69
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	10x1.88	18.80
	Peso (kg)	10x1.67	16.69
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	10x1.88	18.80
	Peso (kg)	10x1.67	16.69
Totales	Longitud (m)	75.20	
	Peso (kg)	66.76	66.76
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	82.72	
	Peso (kg)	73.44	73.44

Referencias: N18 y N16		B 400 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	11x1.85	20.35
	Peso (kg)	11x1.64	18.07
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	11x1.85	20.35
	Peso (kg)	11x1.64	18.07
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	11x1.85	20.35
	Peso (kg)	11x1.64	18.07
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	11x1.85	20.35
	Peso (kg)	11x1.64	18.07
Totales	Longitud (m)	81.40	
	Peso (kg)	72.28	72.28
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	89.54	
	Peso (kg)	79.51	79.51

Referencias: N45, N44 y N42		B 400 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	20x2.10	42.00
	Peso (kg)	20x1.86	37.29
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	13x3.10	40.30
	Peso (kg)	13x2.75	35.78
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	20x2.10	42.00
	Peso (kg)	20x1.86	37.29
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	13x3.10	40.30
	Peso (kg)	13x2.75	35.78
Totales	Longitud (m)	164.60	
	Peso (kg)	146.14	146.14

Referencias: N45, N44 y N42		B 400 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø12	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	181.06	160.75
	Peso (kg)	160.75	

Referencias: N67 y N118		B 400 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	13x2.15	27.95
	Peso (kg)	13x3.39	44.11
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	9x3.05	27.45
	Peso (kg)	9x4.81	43.32
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	13x2.15	27.95
	Peso (kg)	13x3.39	44.11
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	9x3.05	27.45
	Peso (kg)	9x4.81	43.32
Totales	Longitud (m)	110.80	174.86
	Peso (kg)	174.86	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	121.88	192.35
	Peso (kg)	192.35	

Referencias: N63, N60 y N58		B 400 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	9x1.49	13.41
	Peso (kg)	9x1.32	11.91
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	6x1.80	10.80
	Peso (kg)	6x1.60	9.59
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	9x1.49	13.41
	Peso (kg)	9x1.32	11.91
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	6x1.80	10.80
	Peso (kg)	6x1.60	9.59
Totales	Longitud (m)	48.42	43.00
	Peso (kg)	43.00	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	53.26	47.30
	Peso (kg)	47.30	

Referencias: N54, N51 y N49		B 400 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	8x1.49	11.92
	Peso (kg)	8x1.32	10.58
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	6x1.60	9.60
	Peso (kg)	6x1.42	8.52
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	8x1.49	11.92
	Peso (kg)	8x1.32	10.58
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	6x1.60	9.60
	Peso (kg)	6x1.42	8.52
Totales	Longitud (m)	43.04	38.20
	Peso (kg)	38.20	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	47.34	42.02
	Peso (kg)	42.02	

Referencias: N35, N33 y N31		B 400 S, CN		Total
Nombre de armado		Ø14		
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	11x1.74	19.14	
	Peso (kg)	11x2.10	23.13	
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	8x2.05	16.40	
	Peso (kg)	8x2.48	19.82	
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	11x1.74	19.14	
	Peso (kg)	11x2.10	23.13	
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	8x2.05	16.40	
	Peso (kg)	8x2.48	19.82	
Totales	Longitud (m)	71.08		
	Peso (kg)	85.90	85.90	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	78.19		
	Peso (kg)	94.49	94.49	

Referencias: N111, N112 y N113		B 400 S, CN		Total
Nombre de armado		Ø12		
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	17x2.05	34.85	
	Peso (kg)	17x1.82	30.94	
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	12x2.85	34.20	
	Peso (kg)	12x2.53	30.36	
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	17x2.05	34.85	
	Peso (kg)	17x1.82	30.94	
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	12x2.85	34.20	
	Peso (kg)	12x2.53	30.36	
Totales	Longitud (m)	138.10		
	Peso (kg)	122.60	122.60	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	151.91		
	Peso (kg)	134.86	134.86	

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 400 S, CN (kg)				Hormigón (m ³)	
	Ø12	Ø14	Ø16	Total	HA-25, Control Estadístico	Limpieza
Referencias: N3 y N1			2x198.62	397.24	2x5.83	2x0.73
Referencia: N8	317.42			317.42	9.54	1.12
Referencia: N6	399.26			399.26	11.95	1.41
Referencias: N13 y N11			2x250.01	500.02	2x7.69	2x0.96
Referencias: N25 y N21	2x96.10			192.20	2x3.00	2x0.46
Referencias: N26 y N30	2x73.44			146.88	2x1.99	2x0.31
Referencias: N18 y N16	2x79.51			159.02	2x2.47	2x0.38
Referencias: N45, N44 y N42	3x160.75			482.25	3x4.93	3x0.70
Referencias: N67 y N118			2x192.35	384.70	2x5.67	2x0.71
Referencias: N63, N60 y N58	3x47.30			141.90	3x1.36	3x0.25
Referencias: N54, N51 y N49	3x42.02			126.06	3x1.22	3x0.22
Referencias: N35, N33 y N31		3x94.49		283.47	3x2.17	3x0.33
Referencias: N111, N112 y N113	3x134.86			404.58	3x4.12	3x0.63
Totales	2369.57	283.47	1281.96	3935.00	116.18	16.04

3.3.2.3.1.3. Comprobación

Referencia: N3		
Dimensiones: 270 x 270 x 80		
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: 2 kp/cm ² Calculado: 0.347 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.277 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.852 kp/cm ²	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: 127.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 13.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 3.78 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 12.49 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 2.71 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 13.25 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 4.12 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N3:	Mínimo: 60 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- En dirección X:	Mínimo: 0.002 Calculado: 0.002	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.002	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple

Referencia: N3		
Dimensiones: 270 x 270 x 80		
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 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</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>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</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>	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 45 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N1		
Dimensiones: 270 x 270 x 80		
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: 2 kp/cm ² Calculado: 0.269 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.273 kp/cm ²	Cumple

Referencia: N1		
Dimensiones: 270 x 270 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.663 kp/cm ²	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: 119.1 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 60.6 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 3.73 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 6.49 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 2.85 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 5.05 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 4.63 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N1:	Mínimo: 60 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- En dirección X:	Mínimo: 0.002 Calculado: 0.002	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.002	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0002	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 59.8.2 (norma EHE-98)</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple

Referencia: N1		
Dimensiones: 270 x 270 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</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>		
	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 45 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N8		
Dimensiones: 335 x 335 x 85		
Armados: Xi:Ø12c/13 Yi:Ø12c/13 Xs:Ø12c/13 Ys:Ø12c/13		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.566 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.738 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.161 kp/cm ²	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: 1469.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 6.5 %	Cumple
Flexión en la zapata:		

Referencia: N8		
Dimensiones: 335 x 335 x 85		
Armados: Xi:Ø12c/13 Yi:Ø12c/13 Xs:Ø12c/13 Ys:Ø12c/13		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección X:	Momento: 6.92 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 24.57 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 4.37 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 19.83 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 12.38 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 85 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N8:	Mínimo: 75 cm Calculado: 78 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- En dirección X:	Calculado: 0.002	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.002	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0006	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>		
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple

Referencia: N8		
Dimensiones: 335 x 335 x 85		
Armados: Xi:Ø12c/13 Yi:Ø12c/13 Xs:Ø12c/13 Ys:Ø12c/13		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 70 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 70 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 70 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 70 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 70 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 70 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 70 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 70 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N6		
Dimensiones: 375 x 375 x 85		
Armados: Xi:Ø12c/13 Yi:Ø12c/13 Xs:Ø12c/13 Ys:Ø12c/13		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.377 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.594 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.76 kp/cm ²	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: 2767.9 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 18.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 7.53 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 24.82 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 4.78 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 16.74 t	Cumple

Referencia: N6		
Dimensiones: 375 x 375 x 85		
Armados: Xi:Ø12c/13 Yi:Ø12c/13 Xs:Ø12c/13 Ys:Ø12c/13		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 11.54 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 85 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N6:	Mínimo: 75 cm Calculado: 78 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.002	
- En dirección X:	Calculado: 0.002	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.002	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0005	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 89 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 90 cm	Cumple

Referencia: N6		
Dimensiones: 375 x 375 x 85		
Armados: Xi:Ø12c/13 Yi:Ø12c/13 Xs:Ø12c/13 Ys:Ø12c/13		
Comprobación	Valores	Estado
- 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: 89 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		

Referencia: N13		
Dimensiones: 310 x 310 x 80		
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: 2 kp/cm ² Calculado: 0.259 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.263 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.456 kp/cm ²	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: 1398.4 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 111.0 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 2.69 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 7.29 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 1.86 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 5.45 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 5.47 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N13:	Mínimo: 60 cm Calculado: 72 cm	Cumple

Referencia: N13		
Dimensiones: 310 x 310 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.002	
- En dirección X:	Calculado: 0.002	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.002	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>	Calculado: 0.0011	
- 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 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</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>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</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>	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 65 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 65 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 65 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 65 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 65 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 65 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 65 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 65 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N11		
Dimensiones: 310 x 310 x 80		
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: 2 kp/cm ² Calculado: 0.269 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.249 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.409 kp/cm ²	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: 1376.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 132.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 2.66 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 6.78 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 1.82 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 4.96 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 5.96 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N11:	Mínimo: 60 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- En dirección X:	Mínimo: 0.002 Calculado: 0.002	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.002	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011 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 59.8.2 (norma EHE-98)</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple

Referencia: N11		
Dimensiones: 310 x 310 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</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>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</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>	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 65 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 65 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 65 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 65 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 65 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 65 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 65 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 65 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N25		
Dimensiones: 215 x 215 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.409 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.467 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.778 kp/cm ²	Cumple

Referencia: N25		
Dimensiones: 215 x 215 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
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:	Reserva seguridad: 1045.4 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 47.6 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 3.29 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 6.12 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 2.62 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 5.33 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 509.68 t/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Calculado: 18.88 t/m ²	
Canto mínimo:		
<i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 25 cm	Cumple
	Calculado: 65 cm	
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N25:	Mínimo: 44 cm	Cumple
	Calculado: 58 cm	
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.002	Cumple
- En dirección X:	Calculado: 0.002	
- En dirección Y:	Calculado: 0.002	
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
<i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0004	
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	
Diámetro mínimo de las barras:		
<i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm	Cumple
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	
Separación máxima entre barras:		
<i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 17 cm	
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	
- Armado superior dirección X:	Calculado: 17 cm	
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 17 cm	

Referencia: N25		
Dimensiones: 215 x 215 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 34 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N21		
Dimensiones: 215 x 215 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.42 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.437 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.706 kp/cm ²	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: 671.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 30.9 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 3.19 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 5.62 t·m	Cumple

Referencia: N21		
Dimensiones: 215 x 215 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 2.52 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 4.84 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 19.22 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N21:	Mínimo: 44 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- En dirección X:	Mínimo: 0.002 Calculado: 0.002	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.002	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0004	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 59.8.2 (norma EHE-98)</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple

Referencia: N21		
Dimensiones: 215 x 215 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 34 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N26		
Dimensiones: 175 x 175 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.824 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.146 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.416 kp/cm ²	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: 428.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 27.7 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.56 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 5.76 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 3.06 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 3.48 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 33.13 t/m ²	Cumple

Referencia: N26		
Dimensiones: 175 x 175 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N26:	Mínimo: 44 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.002	
- En dirección X:	Calculado: 0.002	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.002	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0005	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0005	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 26 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 26 cm	Cumple

Referencia: N26		
Dimensiones: 175 x 175 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 26 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 12 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N30		
Dimensiones: 175 x 175 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.698 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.84 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.25 kp/cm ²	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: 175.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 57.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 3.51 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 5.63 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 1.84 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 3.26 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 26.81 t/m ²	Cumple

Referencia: N30		
Dimensiones: 175 x 175 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N30:	Mínimo: 44 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.002	
- En dirección X:	Calculado: 0.002	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.002	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0005	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 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 26 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 26 cm	Cumple

Referencia: N30		
Dimensiones: 175 x 175 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 26 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 12 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N18		
Dimensiones: 195 x 195 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.435 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.545 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.978 kp/cm ²	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: 72.7 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 108.9 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 3.81 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 4.89 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 2.88 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 3.79 t	Cumple

Referencia: N18		
Dimensiones: 195 x 195 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 18.02 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N18:	Mínimo: 44 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.002	
- En dirección X:	Calculado: 0.002	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.002	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0004	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 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 24 cm	Cumple

Referencia: N18		
Dimensiones: 195 x 195 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 24 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N16		
Dimensiones: 195 x 195 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.408 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.467 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.726 kp/cm ²	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: 62.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 142.9 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 2.52 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 4.08 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 1.80 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 3.14 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 15.62 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N16:	Mínimo: 44 cm Calculado: 58 cm	Cumple

Referencia: N16		
Dimensiones: 195 x 195 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.002	
- En dirección X:	Calculado: 0.002	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.002	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	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 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 24 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N45		
Dimensiones: 220 x 320 x 70		
Armados: Xi:Ø12c/16 Yi:Ø12c/16 Xs:Ø12c/16 Ys:Ø12c/16		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.27 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.249 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.445 kp/cm ²	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: 1869.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 12.5 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 1.81 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 8.19 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 1.25 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 7.33 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 7.62 t/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
Canto mínimo:		
<i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 70 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N45:	Mínimo: 49 cm Calculado: 63 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- En dirección X:	Mínimo: 0.002 Calculado: 0.002	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.002	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
<i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
<i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple

Referencia: N45		
Dimensiones: 220 x 320 x 70		
Armados: Xi:Ø12c/16 Yi:Ø12c/16 Xs:Ø12c/16 Ys:Ø12c/16		
Comprobación	Valores	Estado
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 81 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 81 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 81 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 81 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N44		
Dimensiones: 220 x 320 x 70		
Armados: Xi:Ø12c/16 Yi:Ø12c/16 Xs:Ø12c/16 Ys:Ø12c/16		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.245 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.249 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.496 kp/cm ²	Cumple

Referencia: N44		
Dimensiones: 220 x 320 x 70		
Armados: Xi:Ø12c/16 Yi:Ø12c/16 Xs:Ø12c/16 Ys:Ø12c/16		
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:	Reserva seguridad: 2858.5 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 21.7 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 1.42 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 9.66 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.98 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 8.76 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 509.68 t/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Calculado: 6.02 t/m ²	
Canto mínimo:		
<i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 25 cm	Cumple
	Calculado: 70 cm	
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N44:	Mínimo: 49 cm	Cumple
	Calculado: 63 cm	
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.002	Cumple
- En dirección X:	Calculado: 0.002	
- En dirección Y:	Calculado: 0.002	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
<i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0005	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
<i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm	Cumple
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras:		
<i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple

Referencia: N44		
Dimensiones: 220 x 320 x 70		
Armados: Xi:Ø12c/16 Yi:Ø12c/16 Xs:Ø12c/16 Ys:Ø12c/16		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre barras:		
<i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 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: 15 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 81 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 81 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 81 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 81 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N42		
Dimensiones: 220 x 320 x 70		
Armados: Xi:Ø12c/16 Yi:Ø12c/16 Xs:Ø12c/16 Ys:Ø12c/16		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.262 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.249 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.523 kp/cm ²	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: 2214.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 25.5 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 1.69 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 9.56 t·m	Cumple

Referencia: N42		
Dimensiones: 220 x 320 x 70		
Armados: Xi:Ø12c/16 Yi:Ø12c/16 Xs:Ø12c/16 Ys:Ø12c/16		
Comprobación	Valores	Estado
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 1.16 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 8.74 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 7.18 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 70 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N42:	Mínimo: 49 cm Calculado: 63 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- En dirección X:	Mínimo: 0.002 Calculado: 0.002	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.002	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0005	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple

Referencia: N42		
Dimensiones: 220 x 320 x 70		
Armados: Xi:Ø12c/16 Yi:Ø12c/16 Xs:Ø12c/16 Ys:Ø12c/16		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 81 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 81 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 81 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 81 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N67		
Dimensiones: 225 x 315 x 80		
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: 2 kp/cm ² Calculado: 0.361 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.22 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.749 kp/cm ²	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: 2059.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 4.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 0.58 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 16.18 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.24 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 12.31 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 1.16 t/m ²	Cumple

Referencia: N67		
Dimensiones: 225 x 315 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N67:	Mínimo: 70 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.002	
- En dirección X:	Calculado: 0.002	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.002	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0006	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</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>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</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>	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 71 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 71 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 17 cm	Cumple

Referencia: N67		
Dimensiones: 225 x 315 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 71 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 71 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N63		
Dimensiones: 130 x 190 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.975 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.048 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.696 kp/cm ²	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: 48.1 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 40.6 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 3.53 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 5.89 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 5.98 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 40.76 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N63:	Mínimo: 44 cm Calculado: 48 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- En dirección X:	Mínimo: 0.002 Calculado: 0.0021	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.0021	Cumple

Referencia: N63		
Dimensiones: 130 x 190 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0008	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 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas: 	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple

Referencia: N63		
Dimensiones: 130 x 190 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N60		
Dimensiones: 130 x 190 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.933 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.015 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.468 kp/cm ²	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: 69.9 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 61.7 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 3.07 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 5.11 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 5.20 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 38.67 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N60:	Mínimo: 44 cm Calculado: 48 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- En dirección X:	Mínimo: 0.002 Calculado: 0.0021	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.0021	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>		
	Calculado: 0.0011	

Referencia: N60		
Dimensiones: 130 x 190 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0007	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 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N58		
Dimensiones: 130 x 190 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.615 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.581 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.416 kp/cm ²	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: 202.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 7.7 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 2.08 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 5.43 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 7.72 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 24.73 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N58:	Mínimo: 44 cm Calculado: 48 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- En dirección X:	Mínimo: 0.002 Calculado: 0.0021	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.0021	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0008	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 59.8.2 (norma EHE-98)</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple

Referencia: N58		
Dimensiones: 130 x 190 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N54		
Dimensiones: 130 x 170 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		

Referencia: N54		
Dimensiones: 130 x 170 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 1.382 kp/cm ²	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.997 kp/cm ²	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 2.299 kp/cm ²	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: 239.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 223.6 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.83 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 7.21 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 6.40 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 64.33 t/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
Canto mínimo:		
<i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N54:	Mínimo: 44 cm Calculado: 48 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- En dirección X:	Mínimo: 0.002 Calculado: 0.0021	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.0021	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
<i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0007	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
<i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras:		
<i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple

Referencia: N54		
Dimensiones: 130 x 170 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>		
	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 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: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N51		
Dimensiones: 130 x 170 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		

Referencia: N51		
Dimensiones: 130 x 170 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 1.549 kp/cm ²	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.693 kp/cm ²	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 2.078 kp/cm ²	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: 356.7 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 150.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 4.66 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 6.84 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 6.04 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 63.35 t/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
Canto mínimo:		
<i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N51:	Mínimo: 44 cm Calculado: 48 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- En dirección X:	Mínimo: 0.002 Calculado: 0.0021	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.0021	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
<i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0005	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
<i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras:		
<i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>		
	Máximo: 30 cm	

Referencia: N51		
Dimensiones: 130 x 170 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N49		
Dimensiones: 130 x 170 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 1.068 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.028 kp/cm ²	Cumple

Referencia: N49		
Dimensiones: 130 x 170 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.638 kp/cm ²	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: 581.5 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 125.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 3.28 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 5.58 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 5.06 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 47.32 t/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
Canto mínimo:		
<i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N49:	Mínimo: 44 cm Calculado: 48 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- En dirección X:	Mínimo: 0.002 Calculado: 0.0021	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.0021	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
<i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0004	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0008	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
<i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras:		
<i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple

Referencia: N49		
Dimensiones: 130 x 170 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N35		
Dimensiones: 155 x 215 x 65		
Armados: Xi:Ø14c/20 Yi:Ø14c/20 Xs:Ø14c/20 Ys:Ø14c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.687 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.784 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.214 kp/cm ²	Cumple

Referencia: N35		
Dimensiones: 155 x 215 x 65		
Armados: Xi:Ø14c/20 Yi:Ø14c/20 Xs:Ø14c/20 Ys:Ø14c/20		
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:	Reserva seguridad: 290.1 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 70.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 3.52 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 6.93 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.67 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 5.89 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 509.68 t/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Calculado: 30.6 t/m ²	
Canto mínimo:		
<i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 25 cm	Cumple
	Calculado: 65 cm	
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N35:	Mínimo: 54 cm	Cumple
	Calculado: 58 cm	
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.002	Cumple
- En dirección X:	Calculado: 0.0024	
- En dirección Y:	Calculado: 0.0024	
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
<i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>	Calculado: 0.0012	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0003	
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0006	
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	
Diámetro mínimo de las barras:		
<i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm	Cumple
- Parrilla inferior:	Calculado: 14 mm	
- Parrilla superior:	Calculado: 14 mm	
Separación máxima entre barras:		
<i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	

Referencia: N35		
Dimensiones: 155 x 215 x 65		
Armados: Xi:Ø14c/20 Yi:Ø14c/20 Xs:Ø14c/20 Ys:Ø14c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre barras:		
<i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 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: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 34 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 14 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N33		
Dimensiones: 155 x 215 x 65		
Armados: Xi:Ø14c/20 Yi:Ø14c/20 Xs:Ø14c/20 Ys:Ø14c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.618 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.72 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.012 kp/cm ²	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>		

Referencia: N33		
Dimensiones: 155 x 215 x 65		
Armados: Xi:Ø14c/20 Yi:Ø14c/20 Xs:Ø14c/20 Ys:Ø14c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección X:	Reserva seguridad: 359.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 130.6 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 3.48 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 5.97 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.67 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 5.03 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 27.34 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N33:	Mínimo: 54 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.002	
- En dirección X:	Calculado: 0.0024	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.0024	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>	Calculado: 0.0012	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0005	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 14 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 14 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple

Referencia: N33		
Dimensiones: 155 x 215 x 65		
Armados: Xi:Ø14c/20 Yi:Ø14c/20 Xs:Ø14c/20 Ys:Ø14c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje:		
<i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 34 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
	Mínimo: 14 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N31		
Dimensiones: 155 x 215 x 65		
Armados: Xi:Ø14c/20 Yi:Ø14c/20 Xs:Ø14c/20 Ys:Ø14c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.566 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.552 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 1.113 kp/cm ²	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: 259.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 57.4 %	Cumple
Flexión en la zapata:		

Referencia: N31		
Dimensiones: 155 x 215 x 65		
Armados: Xi:Ø14c/20 Yi:Ø14c/20 Xs:Ø14c/20 Ys:Ø14c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección X:	Momento: 2.98 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 6.40 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.58 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 5.49 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 23.85 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N31:	Mínimo: 54 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- En dirección X:	Mínimo: 0.002 Calculado: 0.0024	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.0024	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0012 Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0006	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 59.8.2 (norma EHE-98)</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 14 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 14 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple

Referencia: N31		
Dimensiones: 155 x 215 x 65		
Armados: Xi:Ø14c/20 Yi:Ø14c/20 Xs:Ø14c/20 Ys:Ø14c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 34 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 14 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N111		
Dimensiones: 215 x 295 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.321 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.317 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.499 kp/cm ²	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: 46.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 26.7 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 3.51 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 4.79 t·m	Cumple

Referencia: N111		
Dimensiones: 215 x 295 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 2.97 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 4.10 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 15.15 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N111:	Mínimo: 54 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- En dirección X:	Mínimo: 0.002 Calculado: 0.002	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.002	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple

Referencia: N111		
Dimensiones: 215 x 295 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 74 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 74 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 74 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 74 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N112		
Dimensiones: 215 x 295 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.267 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.271 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.416 kp/cm ²	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: 189.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 212.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 2.49 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 3.62 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 2.12 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 3.13 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 10.72 t/m ²	Cumple

Referencia: N112		
Dimensiones: 215 x 295 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N112:	Mínimo: 54 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.002	
- En dirección X:	Calculado: 0.002	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.002	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	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 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 74 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 74 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 34 cm	Cumple

Referencia: N112		
Dimensiones: 215 x 295 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 74 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 74 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N113		
Dimensiones: 215 x 295 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.282 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.257 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.456 kp/cm ²	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: 124.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 186.7 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 2.85 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 3.62 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 2.43 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 3.16 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 11.64 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N113:	Mínimo: 54 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- En dirección X:	Mínimo: 0.002 Calculado: 0.002	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.002	Cumple

Referencia: N113		
Dimensiones: 215 x 295 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	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 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 74 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 74 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 74 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 74 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N118

Dimensiones: 225 x 315 x 80

Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25

Comprobación	Valores	Estado
<p>Tensiones sobre el terreno:</p> <p><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i></p> <p>- Tensión media en situaciones persistentes:</p> <p>- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:</p> <p>- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:</p>	<p>Máximo: 2 kp/cm² Calculado: 0.386 kp/cm²</p> <p>Máximo: 2.5 kp/cm² Calculado: 0.221 kp/cm²</p> <p>Máximo: 2.5 kp/cm² Calculado: 0.796 kp/cm²</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Vuelco de la zapata:</p> <p><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></p> <p>- En dirección X:</p> <p>- En dirección Y:</p>	<p>Reserva seguridad: 962.7 %</p> <p>Reserva seguridad: 10.2 %</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Flexión en la zapata:</p> <p>- En dirección X:</p> <p>- En dirección Y:</p>	<p>Momento: 0.93 t·m</p> <p>Momento: 17.42 t·m</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Cortante en la zapata:</p> <p>- En dirección X:</p> <p>- En dirección Y:</p>	<p>Cortante: 0.36 t</p> <p>Cortante: 14.43 t</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Compresión oblicua en la zapata:</p> <p>- Situaciones persistentes:</p> <p><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i></p>	<p>Máximo: 509.68 t/m² Calculado: 2.6 t/m²</p>	<p>Cumple</p>
<p>Canto mínimo:</p> <p><i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i></p>	<p>Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm</p>	<p>Cumple</p>
<p>Espacio para anclar arranques en cimentación:</p> <p>- N118:</p>	<p>Mínimo: 70 cm Calculado: 72 cm</p>	<p>Cumple</p>
<p>Cuantía geométrica mínima:</p> <p><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i></p> <p>- En dirección X:</p> <p>- En dirección Y:</p>	<p>Mínimo: 0.002</p> <p>Calculado: 0.002</p> <p>Calculado: 0.002</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Cuantía mínima necesaria por flexión:</p> <p><i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</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: 0.0011</p> <p>Mínimo: 0.0001</p> <p>Mínimo: 0.0007</p> <p>Mínimo: 0.0001</p> <p>Mínimo: 0.0003</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Diámetro mínimo de las barras:</p> <p><i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</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:</p> <p><i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i></p>	<p>Máximo: 30 cm</p>	

Referencia: N118		
Dimensiones: 225 x 315 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- 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>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</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>		
	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 71 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 71 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 71 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 71 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

4.

3.3.2.3.2. Vigas

3.3.2.3.2.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
C [N3-N8] y C [N8-N13]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C [N13-N25] y C [N21-N11]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C [N25-N26], C [N26-N18], C [N16-N30], C [N30-N21], C [N63-N54], C [N54-N35], C [N60-N51], C [N51-N33], C [N58-N49] y C [N49-N31]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30

Referencias	Geometría	Armado
C [N18-N35], C [N35-N33], C [N25-N63], C [N63-N60], C [N26-N54] y C [N54-N51]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C [N33-N31], C [N31-N16], C [N60-N58], C [N58-N21], C [N51-N49], C [N49-N30], C [N111-N112] y C [N113-N11]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C [N11-N67], C [N67-N6], C [N1-N42], C [N42-N44], C [N44-N45], C [N45-N3], C [N13-N111], C [N6-N118] y C [N118-N1]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C [N112-N113]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C [N63-N111], C [N60-N112] y C [N58-N113]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30

3.3.2.3.2.2. Medición

Referencias: C [N3-N8] y C [N8-N13]		B 400 S, CN		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x8.30	16.60
	Peso (kg)		2x7.37	14.74
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x8.30	16.60
	Peso (kg)		2x7.37	14.74
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	18x1.33		23.94
	Peso (kg)	18x0.52		9.45
Totales	Longitud (m)	23.94	33.20	
	Peso (kg)	9.45	29.48	38.93
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	26.33	36.52	
	Peso (kg)	10.40	32.42	42.82

Referencias: C [N13-N25] y C [N21-N11]		B 400 S, CN		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x6.30	12.60
	Peso (kg)		2x5.59	11.19
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x6.30	12.60
	Peso (kg)		2x5.59	11.19
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	13x1.33		17.29
	Peso (kg)	13x0.52		6.82
Totales	Longitud (m)	17.29	25.20	
	Peso (kg)	6.82	22.38	29.20
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	19.02	27.72	
	Peso (kg)	7.50	24.62	32.12

Referencias: C [N25-N26], C [N26-N18], C [N16-N30], C [N30-N21], C [N63-N54], C [N54-N35], C [N60-N51], C [N51-N33], C [N58-N49] y C [N49-N31]		B 400 S, CN		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x5.30	10.60
	Peso (kg)		2x4.71	9.41
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x5.30	10.60
	Peso (kg)		2x4.71	9.41
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	12x1.3		15.96
	Peso (kg)	3 12x0.5 2		6.30
Totales	Longitud (m)	15.96	21.20	
	Peso (kg)	6.30	18.82	25.12
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	17.56	23.32	
	Peso (kg)	6.93	20.70	27.63

Referencias: C [N18-N35], C [N35-N33], C [N25-N63], C [N63-N60], C [N26-N54] y C [N54-N51]		B 400 S, CN		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x4.80	9.60
	Peso (kg)		2x4.26	8.52
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x4.80	9.60
	Peso (kg)		2x4.26	8.52
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	11x1.33		14.63
	Peso (kg)	11x0.52		5.77
Totales	Longitud (m)	14.63	19.20	
	Peso (kg)	5.77	17.04	22.81
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	16.09	21.12	
	Peso (kg)	6.35	18.74	25.09

Referencias: C [N33-N31], C [N31-N16], C [N60-N58], C [N58-N21], C [N51-N49], C [N49-N30], C [N111-N112] y C [N113-N11]		B 400 S, CN		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x3.80	7.60
	Peso (kg)		2x3.37	6.75
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x3.80	7.60
	Peso (kg)		2x3.37	6.75
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	8x1.33		10.64
	Peso (kg)	8x0.52		4.20
Totales	Longitud (m)	10.64	15.20	
	Peso (kg)	4.20	13.50	17.70
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	11.70	16.72	
	Peso (kg)	4.62	14.85	19.47

Referencias: C [N11-N67], C [N67-N6], C [N1-N42], C [N42-N44], C [N44-N45], C [N45-N3], C [N13-N111], C [N6-N118] y C [N118-N1]		B 400 S, CN		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	

Referencias: C [N11-N67], C [N67-N6], C [N1-N42], C [N42-N44], C [N44-N45], C [N45-N3], C [N13-N111], C [N6-N118] y C [N118-N1]		B 400 S, CN		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x4.30	8.60
	Peso (kg)		2x3.82	7.64
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x4.30	8.60
	Peso (kg)		2x3.82	7.64
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	6x1.33		7.98
	Peso (kg)	6x0.52		3.15
Totales	Longitud (m)	7.98	17.20	18.43
	Peso (kg)	3.15	15.28	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	8.78	18.92	20.27
	Peso (kg)	3.47	16.80	

Referencia: C [N112-N113]		B 400 S, CN		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x3.30	6.60
	Peso (kg)		2x2.93	5.86
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x3.30	6.60
	Peso (kg)		2x2.93	5.86
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	6x1.33		7.98
	Peso (kg)	6x0.52		3.15
Totales	Longitud (m)	7.98	13.20	14.87
	Peso (kg)	3.15	11.72	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	8.78	14.52	16.36
	Peso (kg)	3.47	12.89	

Referencias: C [N63-N111], C [N60-N112] y C [N58-N113]		B 400 S, CN		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x6.01	12.02
	Peso (kg)		2x5.34	10.67
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x6.01	12.02
	Peso (kg)		2x5.34	10.67
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	13x1.33		17.29
	Peso (kg)	13x0.52		6.82
Totales	Longitud (m)	17.29	24.04	28.16
	Peso (kg)	6.82	21.34	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	19.02	26.44	30.98
	Peso (kg)	7.50	23.48	

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 400 S, CN (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø8	Ø12	Total	HA-25, Control Estadístico	Limpieza
Referencias: C [N3-N8] y C [N8-N13]	2x10.39	2x32.43	85.64	2x0.80	2x0.20
Referencias: C [N13-N25] y C [N21-N11]	2x7.50	2x24.62	64.24	2x0.54	2x0.14
Referencias: C [N25-N26], C [N26-N18], C [N16-N30], C [N30-N21], C [N63-N54], C [N54-N35], C [N60-N51], C [N51-N33], C [N58-N49] y C [N49-N31]	10x6.93	10x20.70	276.30	10x0.49	10x0.12
Referencias: C [N18-N35], C [N35-N33], C [N25-N63], C [N63-N60], C [N26-N54] y C [N54-N51]	6x6.35	6x18.74	150.54	6x0.44	6x0.11
Referencias: C [N33-N31], C [N31-N16], C [N60-N58], C [N58-N21], C [N51-N49], C [N49-N30], C [N111-N112] y C [N113-N11]	8x4.62	8x14.85	155.76	8x0.31	8x0.08
Referencias: C [N11-N67], C [N67-N6], C [N1-N42], C [N42-N44], C [N44-N45], C [N45-N3], C [N13-N111], C [N6-N118] y C [N118-N1]	9x3.46	9x16.81	182.43	9x0.21	9x0.05
Referencia: C [N112-N113]	3.47	12.89	16.36	0.22	0.05
Referencias: C [N63-N111], C [N60-N112] y C [N58-N113]	3x7.51	3x23.47	92.94	3x0.57	3x0.14
Totales	237.28	786.93	1024.21	16.53	4.13

5.

3.3.2.3.2.3. Comprobación

Referencia: C.1 [N3-N8] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N8-N13] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N13-N25] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N25-N26] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N26-N18] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N18-N35] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N35-N33] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N33-N31] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N31-N16] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N16-N30] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N30-N21] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N21-N11] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N11-N67] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N67-N6] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N1-N42] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N42-N44] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N44-N45] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N45-N3] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N13-N111] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N25-N63] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N63-N60] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N60-N58] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N58-N21] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N26-N54] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N54-N51] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N51-N49] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N49-N30] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N63-N54] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N54-N35] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N60-N51] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N51-N33] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N58-N49] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N49-N31] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N112-N113] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N111-N112] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N113-N11] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N63-N111] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N60-N112] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N58-N113] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N6-N118] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N118-N1] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</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-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

3.3.2.4. Resultados cálculo de las uniones

Especificaciones para uniones soldadas

Norma:

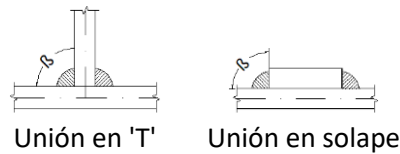
CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.6. Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

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.



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.

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 empleados: 8.8 (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 en el lado de la cabeza y otra en el lado de 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 ordinarios:

- Cada conjunto de tornillo, tuerca y arandelas debe alcanzar la condición de "apretado a tope" sin sobrepretensar los tornillos. Esta condición es la que conseguiría un operario con la llave normal, sin brazo de prolongación.

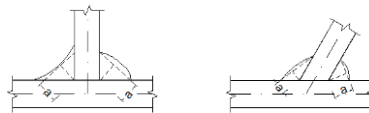
- Para los grandes grupos de tornillos, el apriete debe realizarse desde los tornillos centrales hacia el exterior e incluso realizar algún ciclo de apriete adicional.

Comprobaciones:

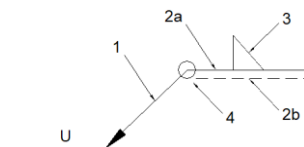
Se realizan las comprobaciones indicadas en los artículos 8.5.2, 8.8.3 y 8.8.6 de CTE DB SE-A.

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

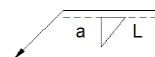
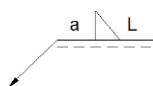
2a: línea de referencia (línea continua)

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.

El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha.

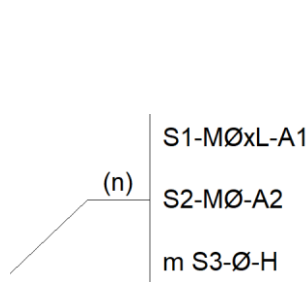
Referencia 3

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		
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		
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

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

H: Dureza de la arandela

Comprobaciones en placas de anclaje

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

1. Hormigón sobre el que apoya la placa

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

2. Pernos de anclaje

- a) *Resistencia del material de los pernos:* Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.
- b) *Anclaje de los pernos:* Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).
- c) *Aplastamiento:* Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

3. Placa de anclaje

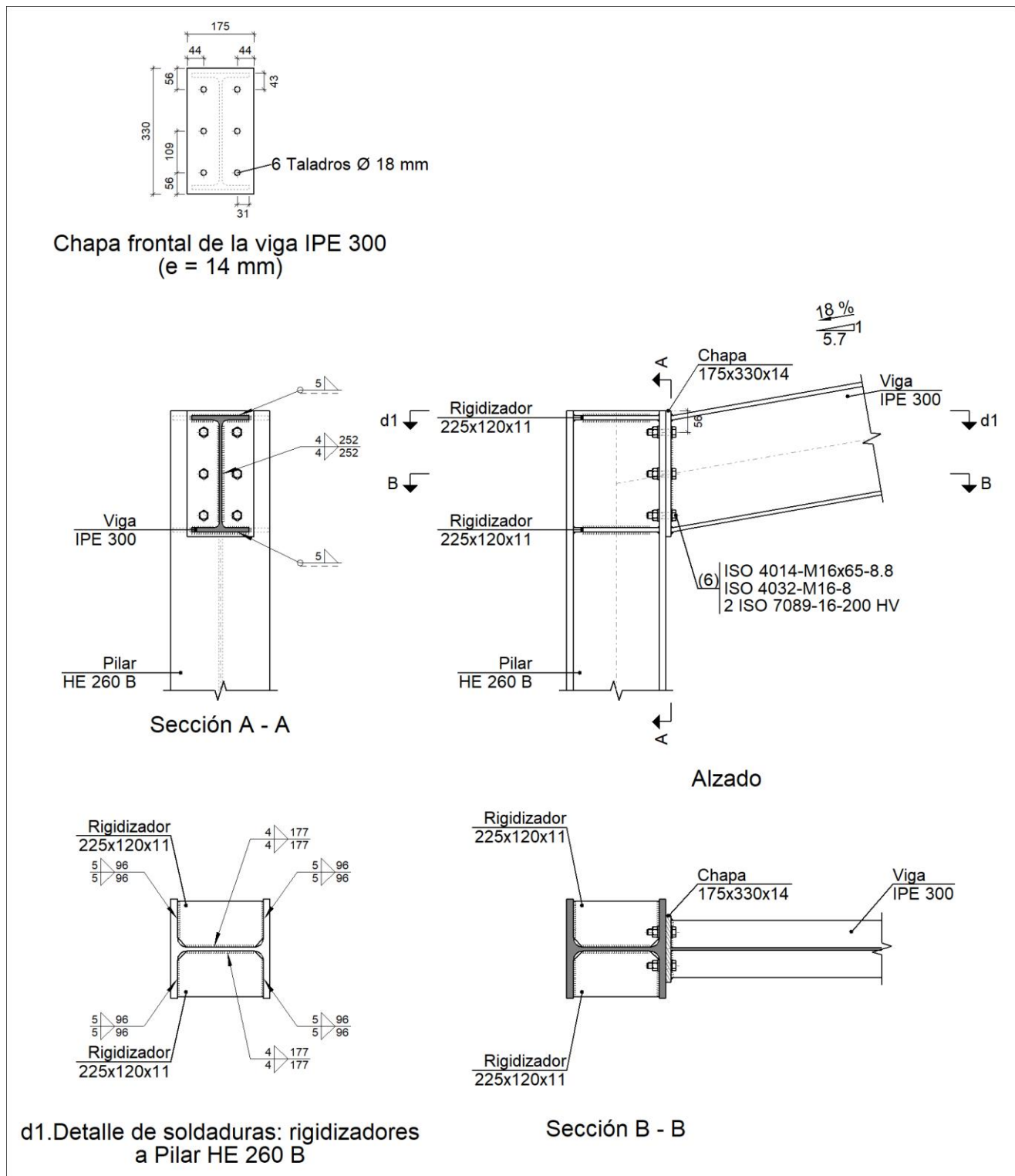
- a) *Tensiones globales:* En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.
- b) *Flechas globales relativas:* Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que 1/250 del vuelo.

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

3.3.1.4.1. Memoria de cálculo de uniones

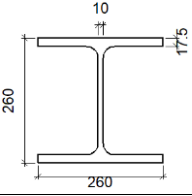
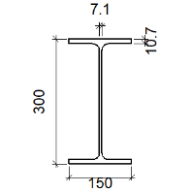
Tipo 1

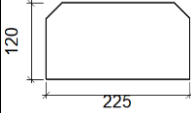
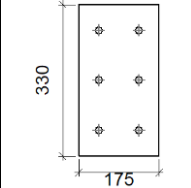
- a) Detalle

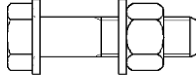


b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Canto total (mm)	Geometría			Tipo	Acero	
				Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)		f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 260 B		260	260	17.5	10	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		225	120	11	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga IPE 300		175	330	14	6	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M16x65-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	65	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 260 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	34.77

		Cortante	kN	177.74	414.75	42.85
	Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	74.65	261.90	28.50
	Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	67.86	261.90	25.91
	Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	74.35	261.90	28.39
	Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	67.24	261.90	25.68
	Ala	Desgarro	N/mm ²	10.18	261.90	3.89
		Cortante	N/mm ²	38.74	261.90	14.79
Viga IPE 300	Ala	Tracción por flexión	kN	126.19	180.86	69.77
		Tracción	kN	27.16	257.51	10.55
	Alma	Tracción	kN	71.87	158.45	45.36

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	96	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	177	10.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	96	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	177	10.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	96	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	177	10.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	96	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	177	10.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ _∥ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	58.1	58.1	0.3	116.1	30.09	58.1	17.70	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	36.8	63.8	16.53	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	52.8	52.8	0.4	105.6	27.36	52.8	16.09	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	38.3	66.4	17.20	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	57.8	57.8	0.3	115.7	29.97	57.8	17.63	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	36.7	63.5	16.46	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	52.3	52.3	0.4	104.6	27.11	52.3	15.95	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	38.4	66.6	17.26	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	126.19	174.95	72.13
Ala	Compresión	kN	185.21	426.84	43.39
	Tracción	kN	36.61	210.18	17.42
Alma	Tracción	kN	52.96	150.29	35.24

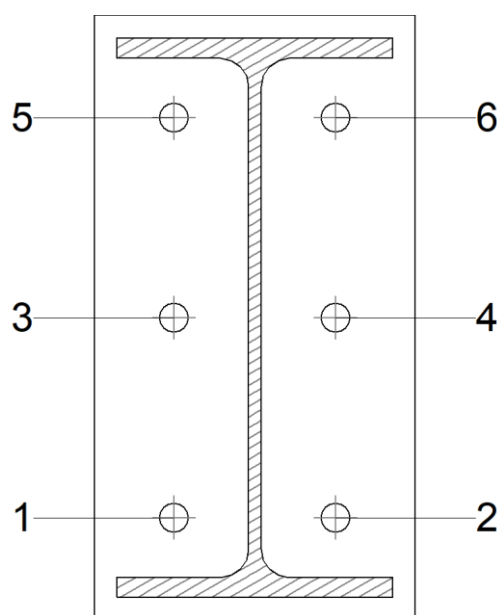
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	252	7.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	86.2	102.7	0.3	197.7	51.24	86.2	26.29	410.0	0.85
Soldadura del alma	93.3	93.3	9.0	187.2	48.50	93.3	28.44	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	93.2	78.2	0.4	164.5	42.63	93.2	28.43	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



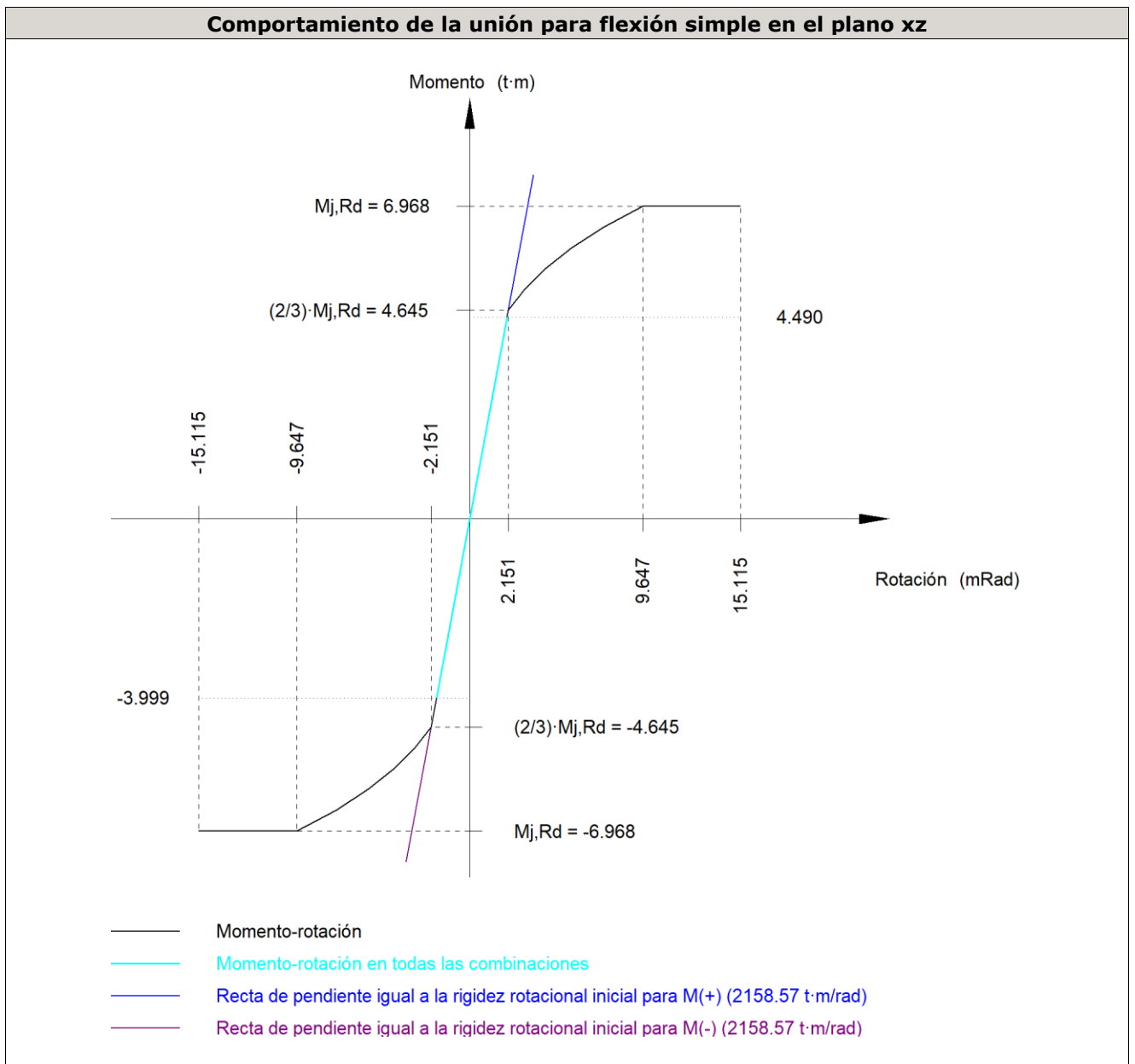
Disposición							
Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	44	109	88	32.5
2	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	44	109	88	32.5
3	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	44	109	88	39.0
4	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	44	109	88	39.0
5	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	44	109	88	32.5
6	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	44	109	88	32.5

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	4.458	64.340	6.93	Vástago	59.194	90.432	65.46	47.84	65.46
	Aplastamiento	4.333	150.948	2.87	Punzonamiento	59.194	219.639	26.95		
2	Sección transversal	4.458	64.340	6.93	Vástago	59.132	90.432	65.39	47.59	65.39
	Aplastamiento	4.458	183.680	2.43	Punzonamiento	59.132	219.639	26.92		
3	Sección transversal	4.140	64.340	6.44	Vástago	45.434	90.432	50.24	40.34	50.24
	Aplastamiento	4.140	151.241	2.74	Punzonamiento	45.434	219.639	20.69		
4	Sección transversal	4.201	64.340	6.53	Vástago	45.394	90.432	50.20	40.53	50.20
	Aplastamiento	4.201	183.680	2.29	Punzonamiento	45.394	219.639	20.67		
5	Sección transversal	3.965	64.340	6.16	Vástago	65.224	90.432	72.13	56.11	72.13
	Aplastamiento	3.950	151.577	2.61	Punzonamiento	65.224	219.639	29.70		
6	Sección transversal	4.072	64.340	6.33	Vástago	65.193	90.432	72.09	56.31	72.09
	Aplastamiento	4.072	183.680	2.22	Punzonamiento	65.193	219.639	29.68		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	542.58	2158.57
Calculada para momentos negativos	542.58	2158.57

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.39	1.80	77.40
Momento resistente	kNm	44.05	68.36	64.44
Capacidad de rotación	mRad	137.621	667	20.64

d) Medición

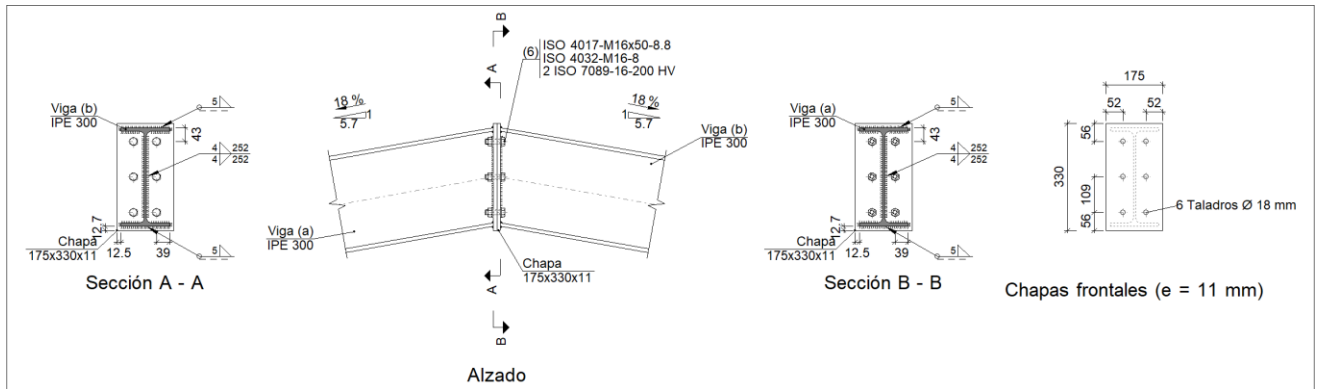
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1921
			5	2105

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	225x120x11	9.33
	Chapas	1	175x330x14	6.35
	Total			15.67

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4014-M16x65
Tuercas	Clase 8	6	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	12	ISO 7089-16

Tipo 2

a) Detalle

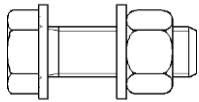


b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Esquema	Geometría			Taladros		Acero		
		Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal		175	330	11	6	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x50-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	50	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Viga (a) IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	89.37	127.90	69.87
Ala	Aplastamiento	kN	85.07	162.97	52.20
	Tracción	kN	24.06	210.18	11.45
Alma	Tracción	kN	89.37	180.26	49.58

Cordones de soldadura

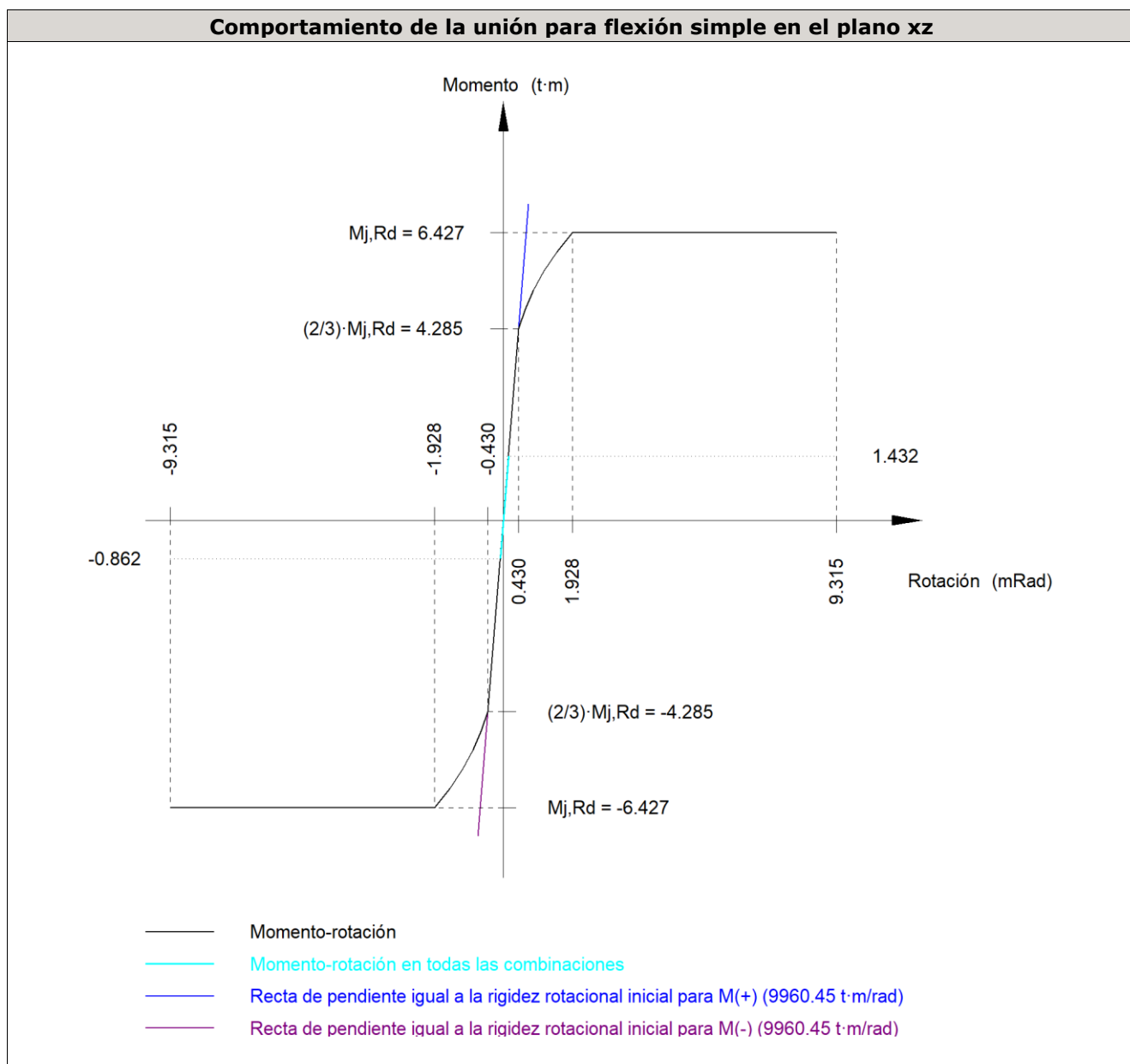
Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	252	7.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	113.7	135.5	4.6	260.9	67.62	134.0	40.86	410.0	0.85

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	72.5	72.5	1.8	145.0	37.58	72.5	22.10	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	118.2	140.8	7.1	271.3	70.31	142.3	43.39	410.0	0.85

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	3701.47	9960.45
Calculada para momentos negativos	3701.47	9960.45



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.10	1.80	61.16
Momento resistente	kNm	14.05	63.04	22.28

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Capacidad de rotación	mRad	15.435	667	2.32

2) Viga (b) IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	89.37	127.90	69.87
Ala	Compresión	kN	85.07	162.97	52.20
	Tracción	kN	24.06	210.18	11.45
Alma	Tracción	kN	89.37	180.26	49.58

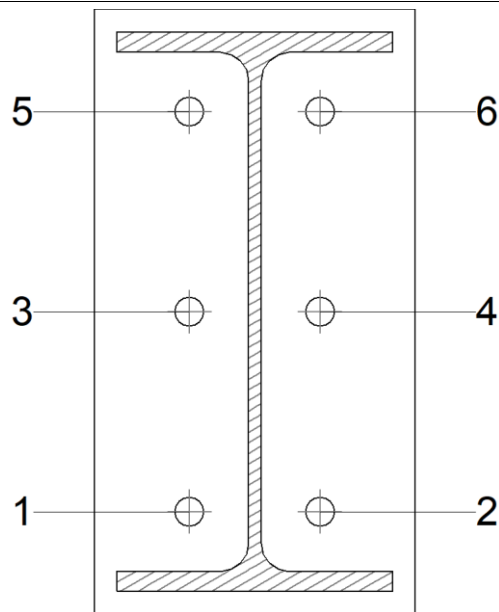
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	252	7.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	113.7	135.5	4.6	260.9	67.60	134.0	40.86	410.0	0.85
Soldadura del alma	72.5	72.5	0.1	145.0	37.58	72.5	22.10	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	118.1	140.7	7.1	271.1	70.25	142.2	43.34	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos

**Disposición**

Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	109	71	32.0
2	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	109	71	32.0
3	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	109	71	32.0
4	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	109	71	32.0
5	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	109	71	32.0
6	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	109	71	32.0

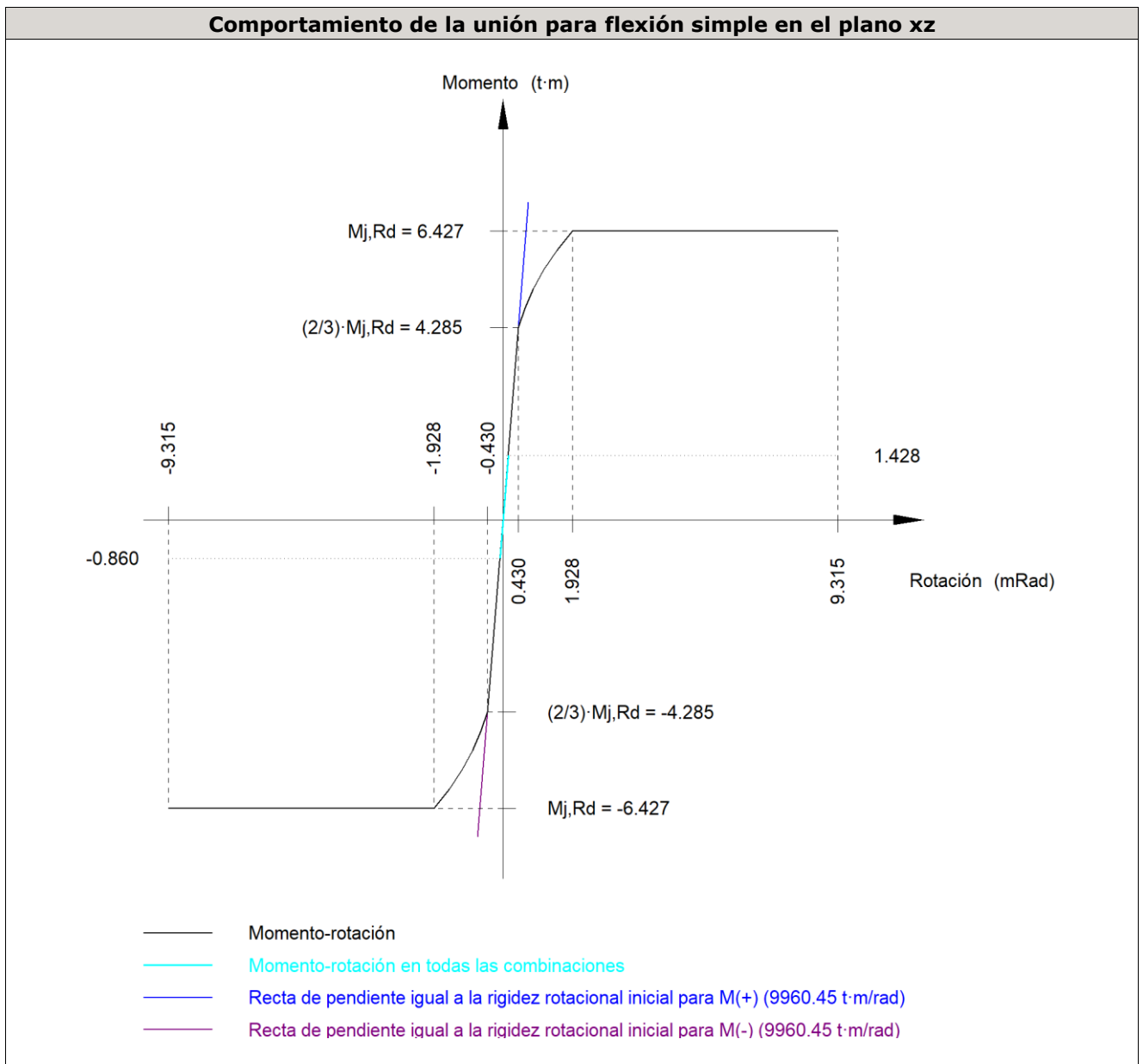
--: La comprobación no procede.

Resistencia

Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	5.534	50.240	11.02	Vástago	44.682	90.432	49.41	44.43	49.41
	Aplastamiento	5.534	144.320	3.83	Punzonamiento	44.682	172.573	25.89		
2	Sección transversal	5.687	50.240	11.32	Vástago	58.447	90.432	64.63	57.49	64.63
	Aplastamiento	5.687	139.854	4.07	Punzonamiento	58.447	172.573	33.87		
3	Sección transversal	4.643	50.240	9.24	Vástago	47.919	90.432	52.99	42.32	52.99
	Aplastamiento	4.643	144.320	3.22	Punzonamiento	47.919	172.573	27.77		
4	Sección transversal	4.373	50.240	8.70	Vástago	63.188	90.432	69.87	54.49	69.87
	Aplastamiento	4.373	142.089	3.08	Punzonamiento	63.188	172.573	36.61		
5	Sección transversal	5.948	50.240	11.84	Vástago	44.322	90.432	49.01	43.60	49.01
	Aplastamiento	5.948	140.344	4.24	Punzonamiento	44.322	172.573	25.68		

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
6	Sección transversal	5.454	50.240	10.86	Vástago	58.307	90.432	64.48	56.91	64.48
	Aplastamiento	5.454	144.320	3.78	Punzonamiento	58.307	172.573	33.79		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	3701.47	9960.45
Calculada para momentos negativos	3701.47	9960.45



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.10	1.80	61.16
Momento resistente	kNm	14.01	63.04	22.22
Capacidad de rotación	mRad	15.390	667	2.31

d) Medición

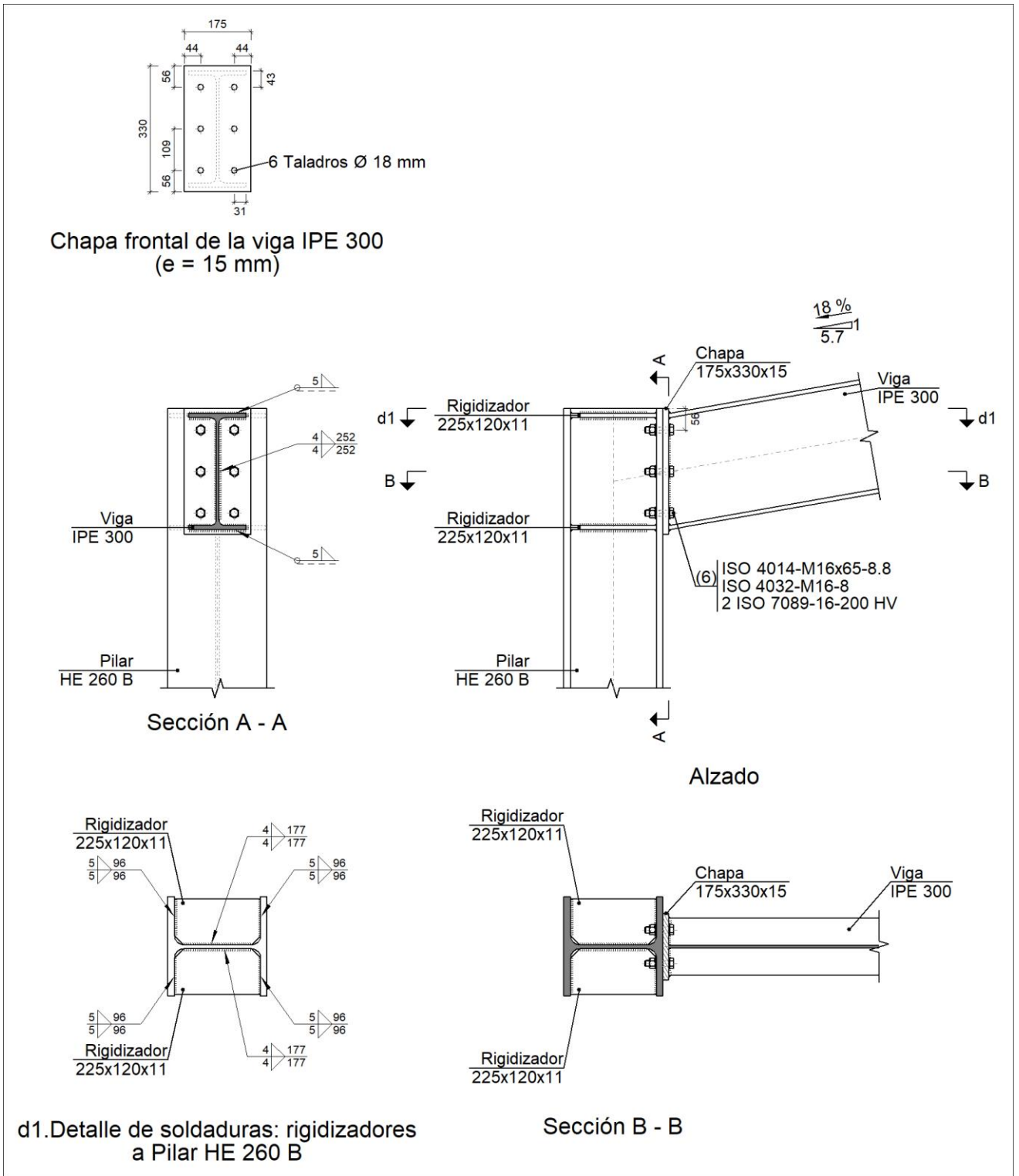
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1010
			5	1139

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	2	175x330x11	9.97
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4017-M16x50
Tuercas	Clase 8	6	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	12	ISO 7089-16

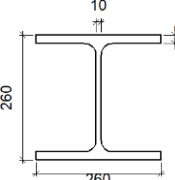
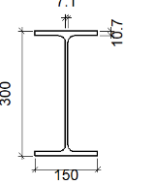
Tipo 3

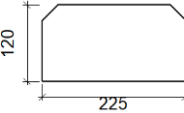
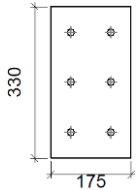
a) Detalle

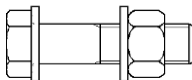


b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Canto total (mm)	Geometría			Tipo	Acero	
				Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)		f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 260 B		260	260	17.5	10	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		225	120	11	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga IPE 300		175	330	15	6	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M16x65-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	65	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 260 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	34.77

		Cortante	kN	247.00	414.75	59.56
	Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	101.40	261.90	38.71
	Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	103.34	261.90	39.46
	Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	105.68	261.90	40.35
	Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	103.67	261.90	39.58
	Ala	Desgarro	N/mm ²	36.54	261.90	13.95
		Cortante	N/mm ²	54.81	261.90	20.93
Viga IPE 300	Ala	Tracción por flexión	kN	176.15	180.86	97.39
		Tracción	kN	37.91	257.51	14.72
	Alma	Tracción	kN	100.33	158.45	63.32

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	96	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	177	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	96	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	177	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	96	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	177	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	96	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	177	10.0	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	78.9	78.9	0.7	157.7	40.88	78.9	24.04	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	50.0	86.6	22.44	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	80.4	80.4	0.7	160.8	41.66	80.4	24.50	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	56.9	98.6	25.55	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	82.2	82.2	0.7	164.4	42.60	82.2	25.06	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	52.2	90.3	23.41	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	80.6	80.6	0.7	161.3	41.79	80.6	24.58	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	54.8	94.9	24.59	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	176.15	180.86	97.39
Ala	Compresión	kN	265.96	426.84	62.31
	Tracción	kN	51.11	210.18	24.32
Alma	Tracción	kN	73.92	150.29	49.19

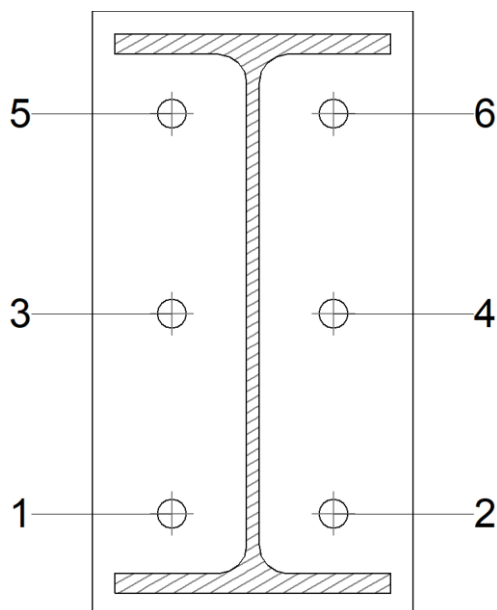
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	252	7.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	120.4	143.4	0.1	276.0	71.53	120.4	36.69	410.0	0.85
Soldadura del alma	130.2	130.2	14.7	261.7	67.81	130.2	39.70	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	142.6	119.6	0.6	251.5	65.18	142.6	43.46	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



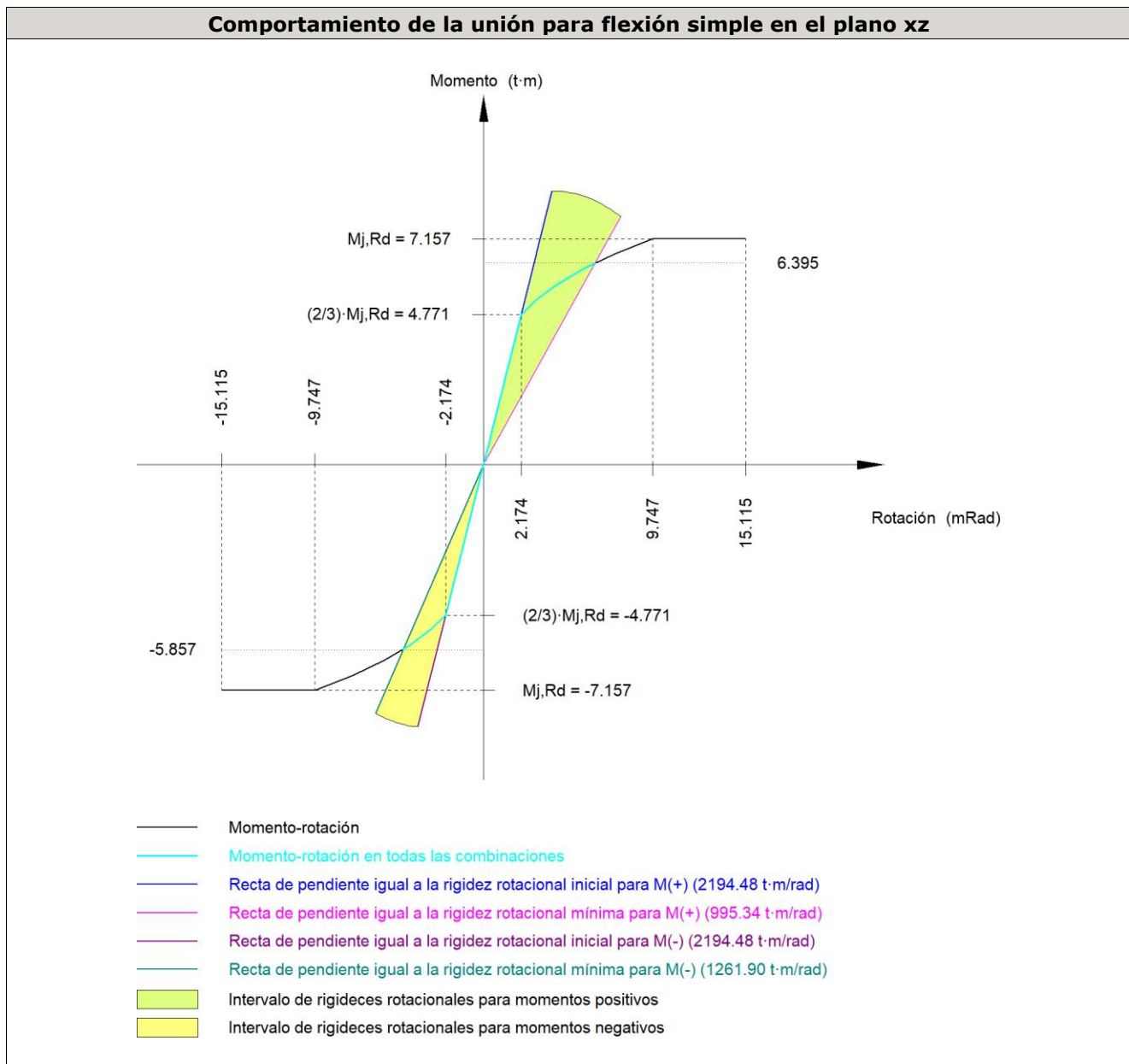
Disposición							
Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	44	109	88	32.5
2	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	44	109	88	32.5
3	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	44	109	88	39.0
4	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	44	109	88	39.0
5	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	44	109	88	32.5
6	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	44	109	88	32.5

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	10.392	64.340	16.15	Vástago	87.512	90.432	96.77	73.96	96.77
	Aplastamiento	10.392	196.800	5.28	Punzonamiento	87.512	235.327	37.19		
2	Sección transversal	5.887	64.340	9.15	Vástago	87.544	90.432	96.81	74.31	96.81
	Aplastamiento	5.600	170.466	3.29	Punzonamiento	87.544	235.327	37.20		
3	Sección transversal	5.640	64.340	8.77	Vástago	60.836	90.432	67.27	55.41	67.27
	Aplastamiento	5.640	196.782	2.87	Punzonamiento	60.836	235.327	25.85		
4	Sección transversal	5.875	64.340	9.13	Vástago	60.877	90.432	67.32	55.56	67.32
	Aplastamiento	5.875	196.800	2.99	Punzonamiento	60.877	235.327	25.87		
5	Sección transversal	16.067	64.340	24.97	Vástago	87.659	90.432	96.93	77.08	96.93
	Aplastamiento	16.067	196.800	8.16	Punzonamiento	87.659	235.327	37.25		
6	Sección transversal	5.877	64.340	9.13	Vástago	88.074	90.432	97.39	77.12	97.39
	Aplastamiento	5.877	196.746	2.99	Punzonamiento	88.074	235.327	37.43		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	558.45	2194.48
Calculada para momentos negativos	558.45	2194.48

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.39	1.80	77.40
Momento resistente	kNm	62.73	70.21	89.35
Capacidad de rotación	mRad	425.038	667	63.76

d) Medición

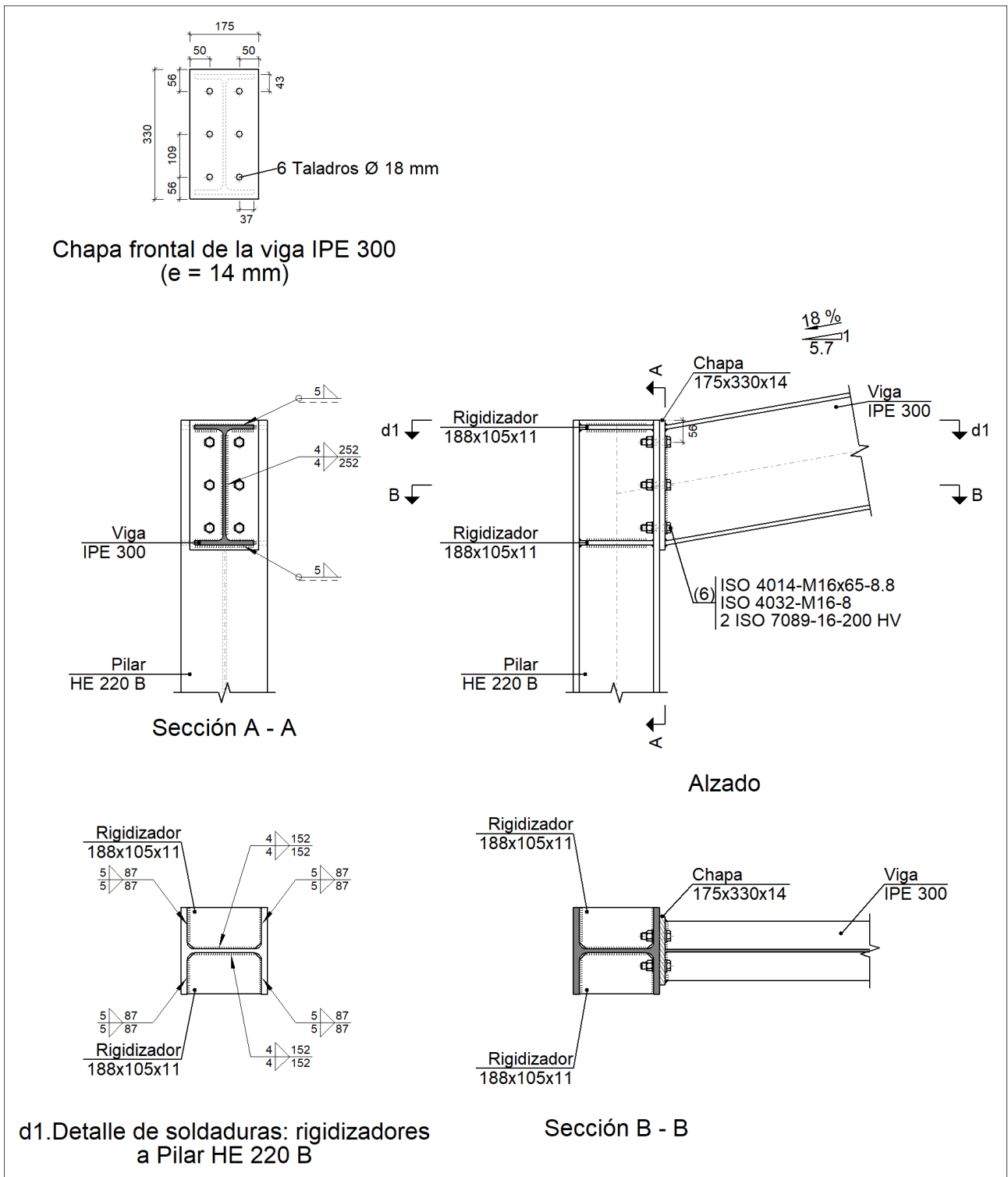
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1921
			5	2105

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	225x120x11	9.33
	Chapas	1	175x330x15	6.80
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4014-M16x65
Tuercas	Clase 8	6	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	12	ISO 7089-16

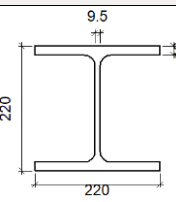
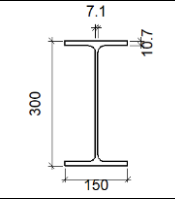
Tipo 4

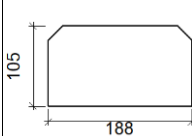

a) Detalle

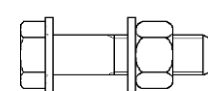


b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		188	105	11	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga IPE 300		175	330	14	6	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M16x65-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	65	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	30.58

		Cortante	kN	131.50	394.01	33.37
	Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	46.96	261.90	17.93
	Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	45.66	261.90	17.43
	Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	46.53	261.90	17.77
	Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	46.02	261.90	17.57
	Ala	Desgarro	N/mm ²	16.76	261.90	6.40
		Cortante	N/mm ²	38.01	261.90	14.51
Viga IPE 300	Ala	Tracción por flexión	kN	78.85	180.86	43.59
		Tracción	kN	16.37	239.51	6.83
	Alma	Tracción	kN	46.11	145.35	31.73

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	36.5	36.5	0.1	73.1	18.93	36.5	11.14	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	29.0	50.2	13.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	35.5	35.5	0.1	71.0	18.41	35.5	10.83	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	33.4	57.8	14.97	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	36.2	36.2	0.1	72.4	18.76	36.2	11.04	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	28.7	49.8	12.90	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	35.8	35.8	0.1	71.6	18.55	35.8	10.91	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	33.6	58.2	15.09	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	78.85	180.86	43.59
Ala	Compresión	kN	124.23	426.84	29.10
	Tracción	kN	21.05	210.18	10.02
Alma	Tracción	kN	36.75	146.21	25.13

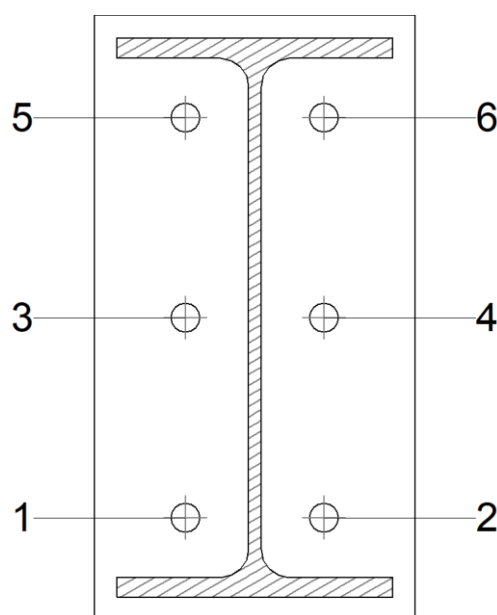
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	252	7.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	53.9	64.2	0.1	123.6	32.02	53.9	16.42	410.0	0.85
Soldadura del alma	58.3	58.3	8.4	117.5	30.44	58.3	17.77	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	44.4	53.0	0.2	101.9	26.42	47.8	14.58	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



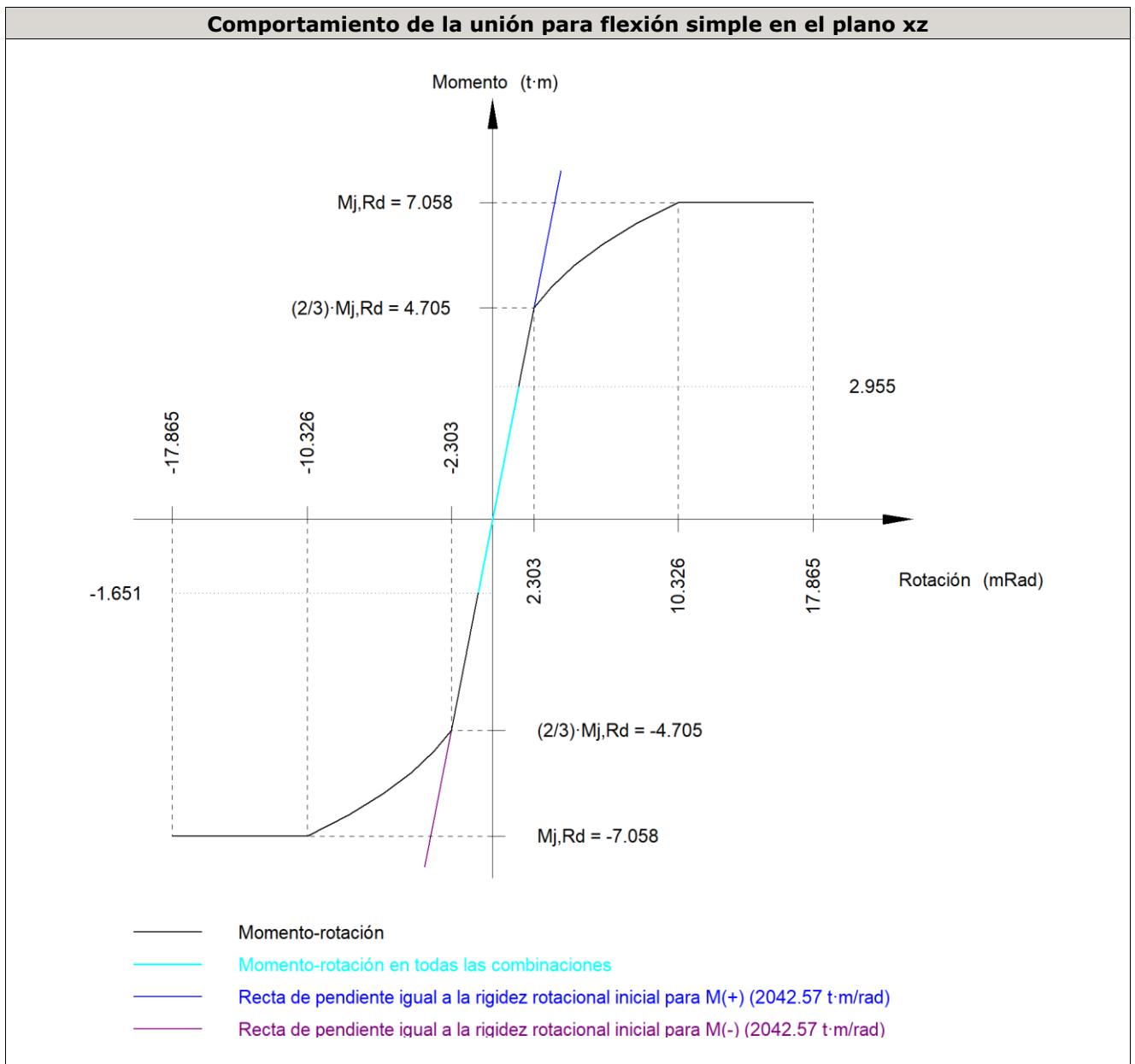
Disposición							
Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	32.5
2	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	32.5
3	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	33.0
4	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	33.0
5	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	32.5
6	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	32.5

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	5.958	64.340	9.26	Vástago	24.676	90.432	27.29	21.71	27.29
	Aplastamiento	5.958	183.680	3.24	Punzonamiento	24.676	219.639	11.24		
2	Sección transversal	5.958	64.340	9.26	Vástago	24.539	90.432	27.13	21.51	27.13
	Aplastamiento	5.958	183.658	3.24	Punzonamiento	24.539	219.639	11.17		
3	Sección transversal	3.907	64.340	6.07	Vástago	26.478	90.432	29.28	25.29	29.28
	Aplastamiento	3.907	169.476	2.31	Punzonamiento	26.478	219.639	12.06		
4	Sección transversal	3.912	64.340	6.08	Vástago	26.429	90.432	29.23	25.27	29.23
	Aplastamiento	3.912	183.680	2.13	Punzonamiento	26.429	219.639	12.03		
5	Sección transversal	4.586	64.340	7.13	Vástago	39.424	90.432	43.59	35.52	43.59
	Aplastamiento	4.586	183.680	2.50	Punzonamiento	39.424	219.639	17.95		
6	Sección transversal	9.863	64.340	15.33	Vástago	39.385	90.432	43.55	35.51	43.55
	Aplastamiento	9.863	183.649	5.37	Punzonamiento	39.385	219.639	17.93		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	1022.65	2042.57
Calculada para momentos negativos	1022.65	2042.57

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.16	1.80	64.70
Momento resistente	kNm	28.99	69.24	41.87
Capacidad de rotación	mRad	80.979	667	12.15

d) Medición

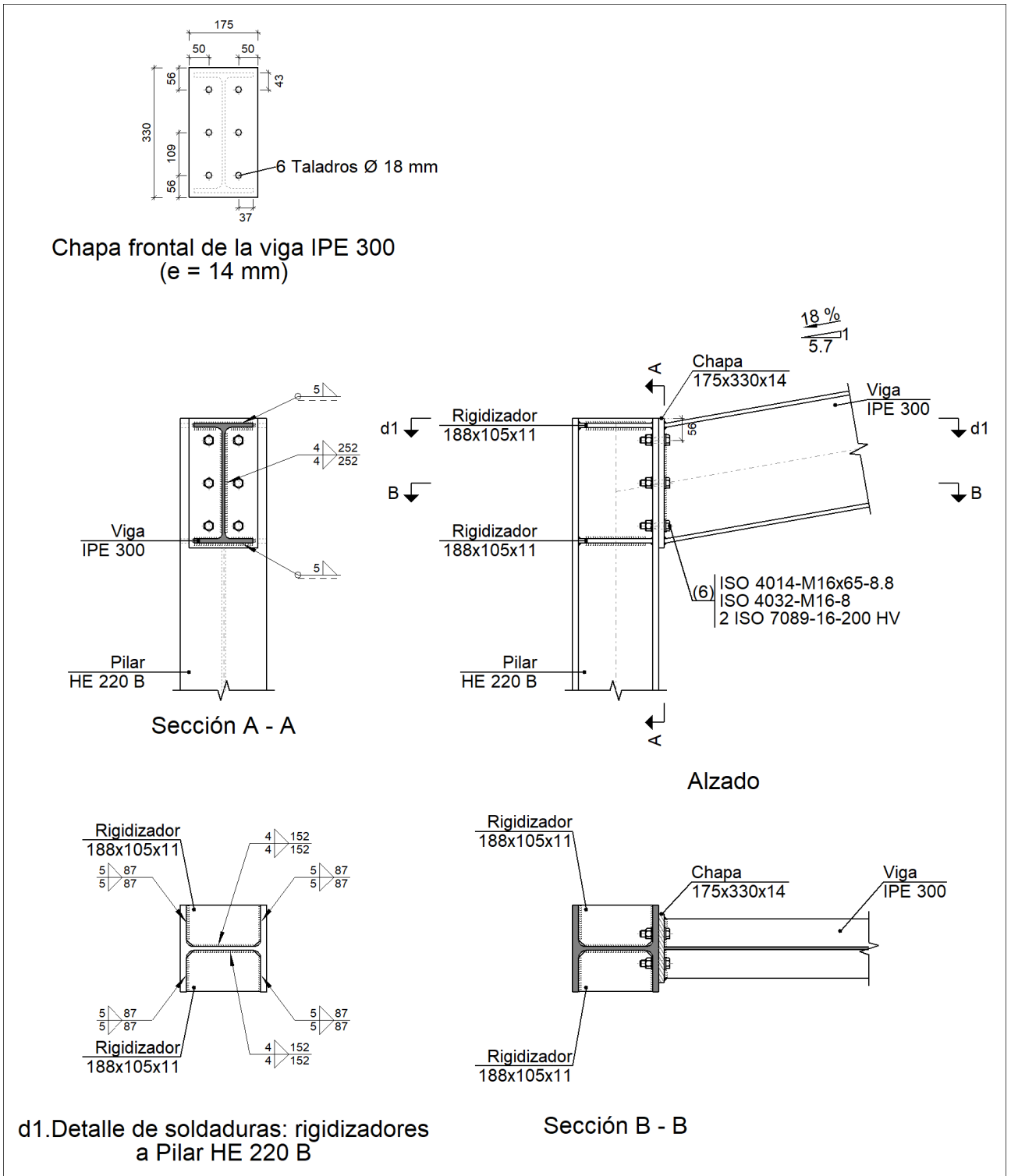
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1721
			5	1961

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	188x105x11	6.82
	Chapas	1	175x330x14	6.35
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4014-M16x65
Tuercas	Clase 8	6	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	12	ISO 7089-16

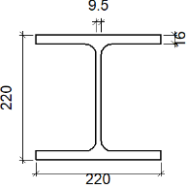
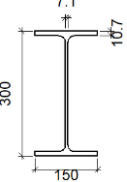
Tipo 5

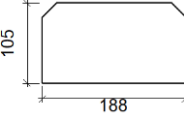
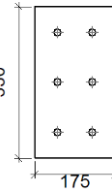
a) Detalle

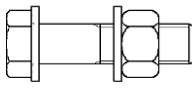


b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		188	105	11	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga IPE 300		175	330	14	6	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M16x65-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	65	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	30.58

		Cortante	kN	193.37	394.01	49.08
	Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	69.84	261.90	26.66
	Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	70.27	261.90	26.83
	Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	69.80	261.90	26.65
	Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	70.30	261.90	26.84
	Ala	Desgarro	N/mm ²	60.47	261.90	23.09
		Cortante	N/mm ²	60.91	261.90	23.26
Viga IPE 300	Ala	Tracción por flexión	kN	115.96	180.86	64.12
		Tracción	kN	24.07	239.51	10.05
	Alma	Tracción	kN	67.82	145.35	46.66

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	53.5	53.5	7.7	107.8	27.94	53.5	16.31	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	42.3	73.2	18.97	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	53.8	53.8	7.7	108.5	28.11	53.8	16.41	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	50.7	87.9	22.77	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	53.5	53.5	7.7	107.8	27.92	53.5	16.30	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	42.6	73.8	19.13	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	53.9	53.9	7.7	108.5	28.13	53.9	16.42	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	50.4	87.3	22.62	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	115.96	180.86	64.12
Ala	Compresión	kN	186.20	426.84	43.62
	Tracción	kN	30.96	210.18	14.73
Alma	Tracción	kN	54.05	146.21	36.96

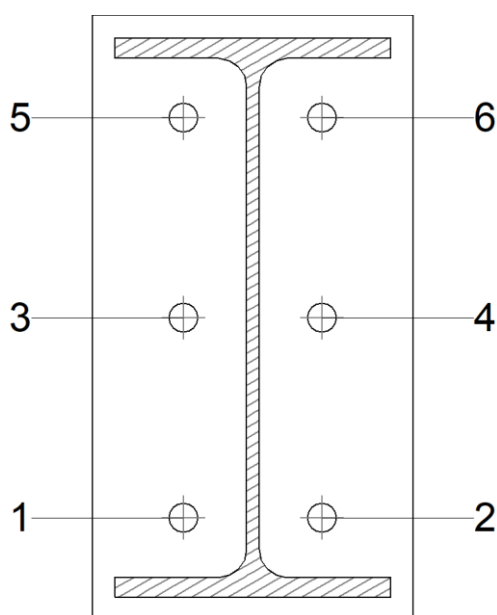
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	252	7.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	79.2	94.4	6.5	182.1	47.18	79.2	24.16	410.0	0.85
Soldadura del alma	85.7	85.7	21.1	175.3	45.42	85.7	26.13	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	66.4	79.2	6.5	152.8	39.59	79.1	24.10	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



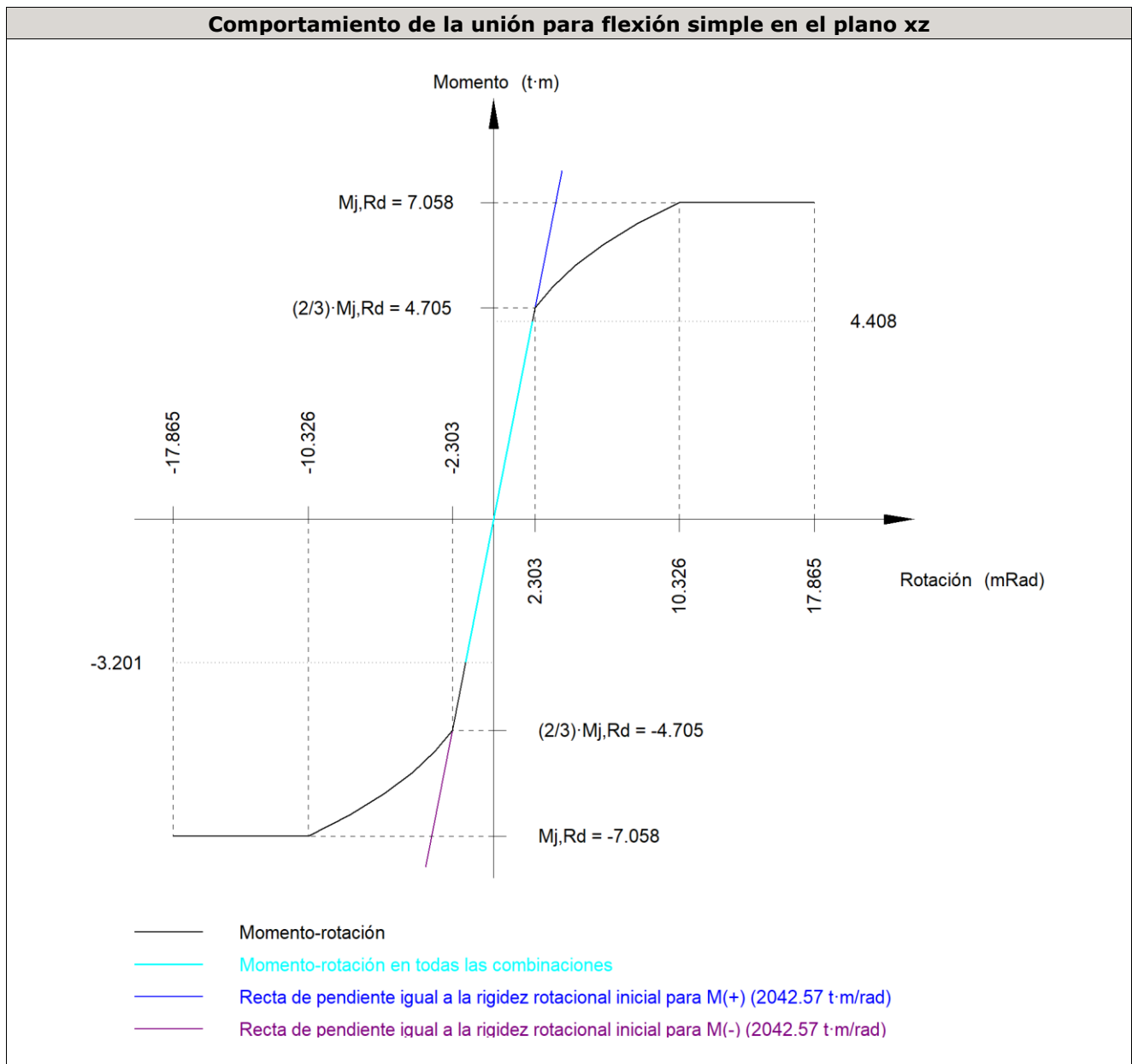
Disposición							
Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	32.5
2	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	32.5
3	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	33.0
4	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	33.0
5	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	32.5
6	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	32.5

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	7.898	64.340	12.28	Vástago	48.547	90.432	53.68	48.62	53.68
	Aplastamiento	7.898	183.680	4.30	Punzonamiento	48.547	219.639	22.10		
2	Sección transversal	7.902	64.340	12.28	Vástago	48.510	90.432	53.64	48.52	53.64
	Aplastamiento	7.902	182.402	4.33	Punzonamiento	48.510	219.639	22.09		
3	Sección transversal	7.897	64.340	12.27	Vástago	38.859	90.432	42.97	42.58	42.97
	Aplastamiento	7.897	183.680	4.30	Punzonamiento	38.859	219.639	17.69		
4	Sección transversal	7.900	64.340	12.28	Vástago	38.859	90.432	42.97	42.58	42.97
	Aplastamiento	7.900	182.407	4.33	Punzonamiento	38.859	219.639	17.69		
5	Sección transversal	7.895	64.340	12.27	Vástago	57.981	90.432	64.12	57.67	64.12
	Aplastamiento	7.895	183.680	4.30	Punzonamiento	57.981	219.639	26.40		
6	Sección transversal	7.899	64.340	12.28	Vástago	57.981	90.432	64.12	57.66	64.12
	Aplastamiento	7.899	182.413	4.33	Punzonamiento	57.981	219.639	26.40		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	1022.65	2042.57
Calculada para momentos negativos	1022.65	2042.57

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.16	1.80	64.70
Momento resistente	kNm	43.24	69.24	62.46
Capacidad de rotación	mRad	120.800	667	18.12

d) Medición

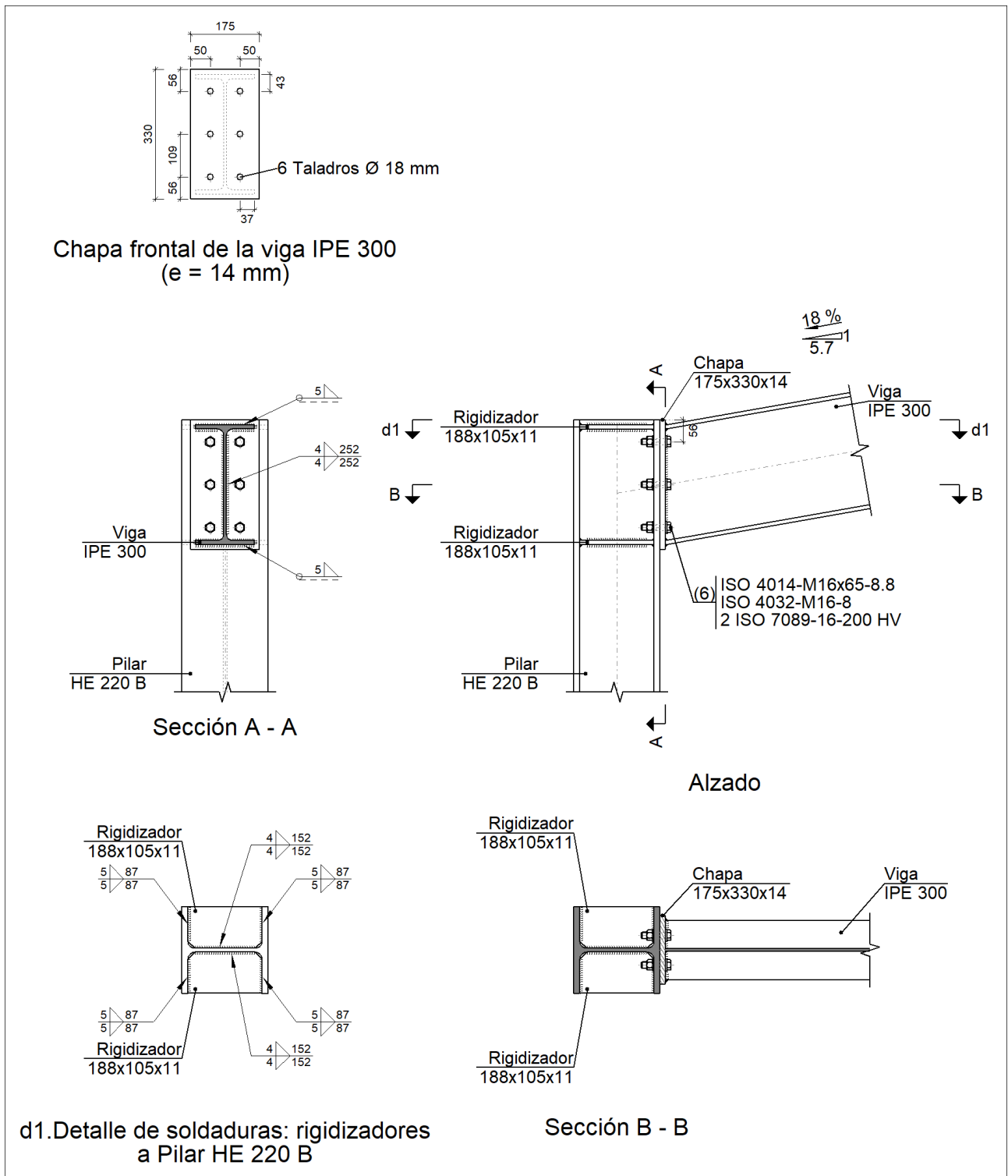
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1721
			5	1961

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	188x105x11	6.82
	Chapas	1	175x330x14	6.35
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4014-M16x65
Tuercas	Clase 8	6	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	12	ISO 7089-16

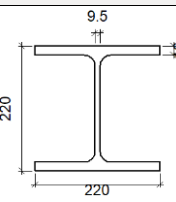
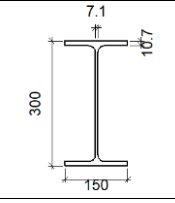
Tipo 6

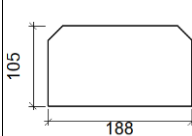

a) Detalle

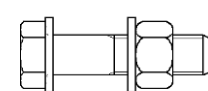


b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		188	105	11	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga IPE 300		175	330	14	6	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M16x65-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	65	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	30.58

		Cortante	kN	220.22	394.01	55.89
	Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	78.26	261.90	29.88
	Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	74.84	261.90	28.57
	Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	78.32	261.90	29.90
	Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	74.79	261.90	28.56
	Ala	Cortante	N/mm ²	69.09	261.90	26.38
Viga IPE 300	Ala	Tracción por flexión	kN	131.90	180.86	72.93
		Tracción	kN	27.38	239.51	11.43
	Alma	Tracción	kN	77.14	145.35	53.07

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	60.9	60.9	0.0	121.8	31.55	60.9	18.56	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	48.3	83.7	21.69	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	58.2	58.2	0.0	116.4	30.17	58.2	17.75	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	54.7	94.7	24.54	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	60.9	60.9	0.0	121.8	31.57	60.9	18.57	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	48.4	83.8	21.70	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	58.2	58.2	0.0	116.4	30.15	58.2	17.73	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	54.6	94.6	24.52	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	131.90	180.86	72.93
Ala	Compresión	kN	204.23	426.84	47.85
	Tracción	kN	35.21	210.18	16.75
Alma	Tracción	kN	61.47	146.21	42.05

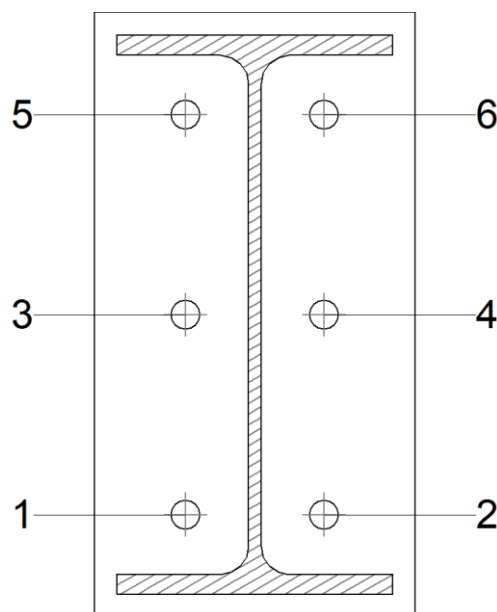
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	252	7.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	90.1	107.4	0.2	206.7	53.56	90.1	27.48	410.0	0.85
Soldadura del alma	97.5	97.5	25.1	199.8	51.78	97.5	29.73	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	72.4	86.3	0.2	166.0	43.02	90.0	27.45	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



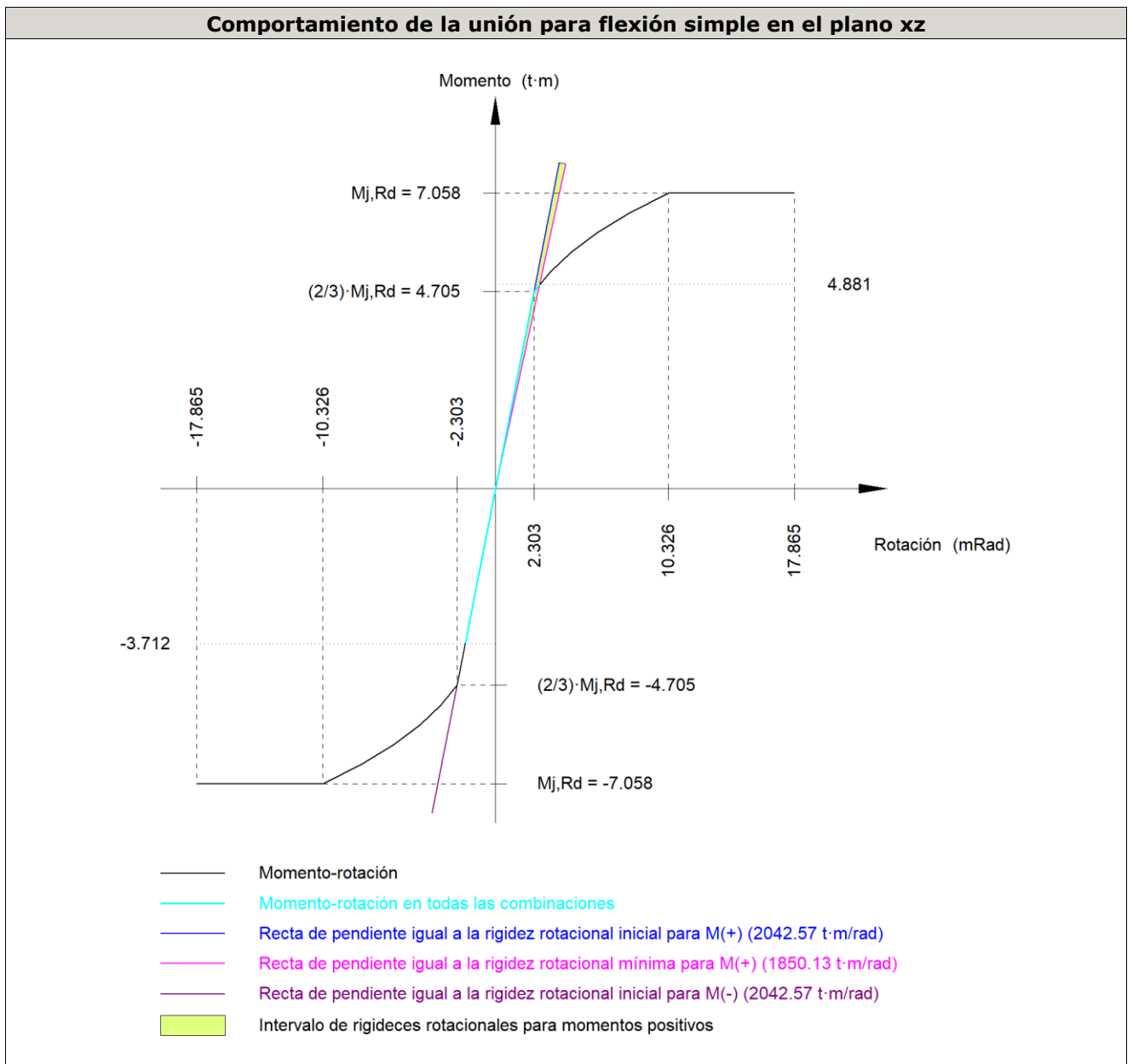
Disposición							
Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	32.5
2	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	32.5
3	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	33.0
4	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	33.0
5	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	32.5
6	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	32.5

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	14.113	64.340	21.94	Vástago	55.288	90.432	61.14	54.65	61.14
	Aplastamiento	14.113	183.680	7.68	Punzonamiento	55.288	219.639	25.17		
2	Sección transversal	28.948	64.340	44.99	Vástago	55.241	90.432	61.09	54.46	61.09
	Aplastamiento	28.948	183.679	15.76	Punzonamiento	55.241	219.639	25.15		
3	Sección transversal	8.476	64.340	13.17	Vástago	44.346	90.432	49.04	48.17	49.04
	Aplastamiento	8.476	183.680	4.61	Punzonamiento	44.346	219.639	20.19		
4	Sección transversal	8.490	64.340	13.20	Vástago	44.346	90.432	49.04	48.19	49.04
	Aplastamiento	8.490	183.680	4.62	Punzonamiento	44.346	219.639	20.19		
5	Sección transversal	9.300	64.340	14.45	Vástago	65.950	90.432	72.93	65.24	72.93
	Aplastamiento	9.300	183.680	5.06	Punzonamiento	65.950	219.639	30.03		
6	Sección transversal	9.300	64.340	14.45	Vástago	65.950	90.432	72.93	65.25	72.93
	Aplastamiento	9.300	183.678	5.06	Punzonamiento	65.950	219.639	30.03		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	1022.65	2042.57
Calculada para momentos negativos	1022.65	2042.57

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.16	1.80	64.70
Momento resistente	kNm	47.88	69.24	69.16
Capacidad de rotación	mRad	147.667	667	22.15

d) Medición

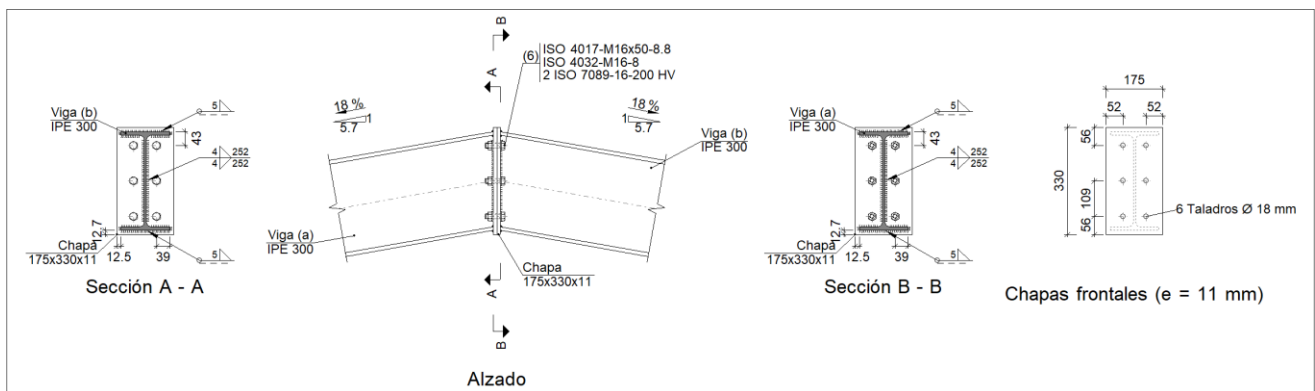
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1721
			5	1961

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	188x105x11	6.82
	Chapas	1	175x330x14	6.35
	Total			13.16

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4014-M16x65
Tuercas	Clase 8	6	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	12	ISO 7089-16

Tipo 7

a) Detalle

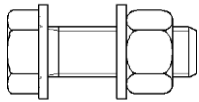


b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Esquema	Geometría			Taladros		Acero		
		Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal		175	330	11	6	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x50-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	50	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Viga (a) IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	73.21	153.32	47.75
Ala	Aplastamiento	kN	115.52	426.84	27.06
	Tracción	kN	18.85	210.18	8.97
Alma	Tracción	kN	35.50	139.12	25.52

Cordones de soldadura

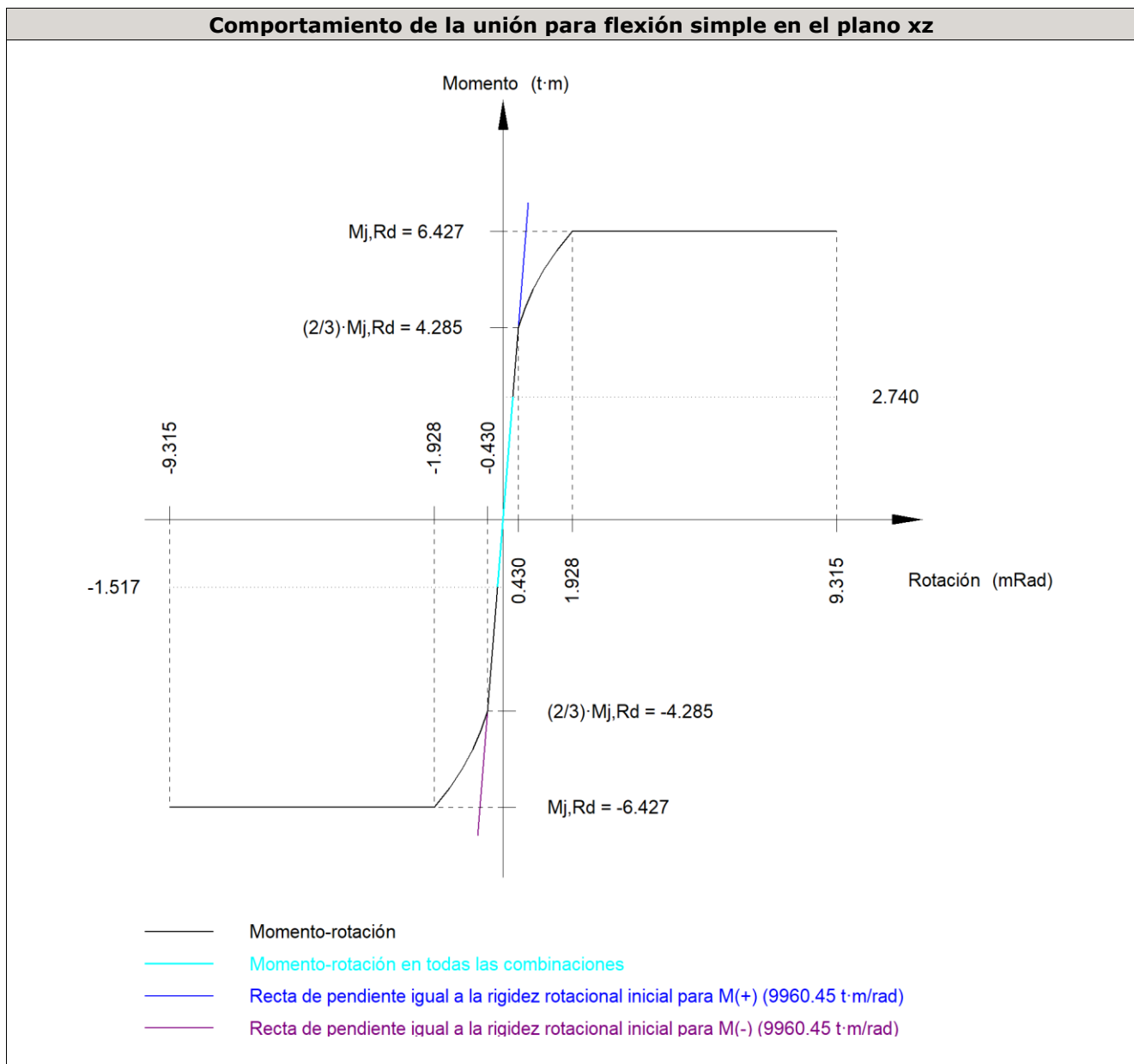
Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	252	7.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	59.6	50.0	0.3	105.2	27.25	59.6	18.17	410.0	0.85

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	54.1	54.1	8.6	109.3	28.32	54.1	16.50	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	50.0	41.9	0.3	88.2	22.85	50.0	15.24	410.0	0.85

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	3701.47	9960.45
Calculada para momentos negativos	3701.47	9960.45



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.10	1.80	61.16

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Momento resistente	kNm	26.88	63.04	42.63
Capacidad de rotación	mRad	29.526	667	4.43

2) Viga (b) IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	73.21	153.32	47.75
Ala	Compresión	kN	115.52	426.84	27.06
	Tracción	kN	18.85	210.18	8.97
Alma	Tracción	kN	35.50	139.12	25.52

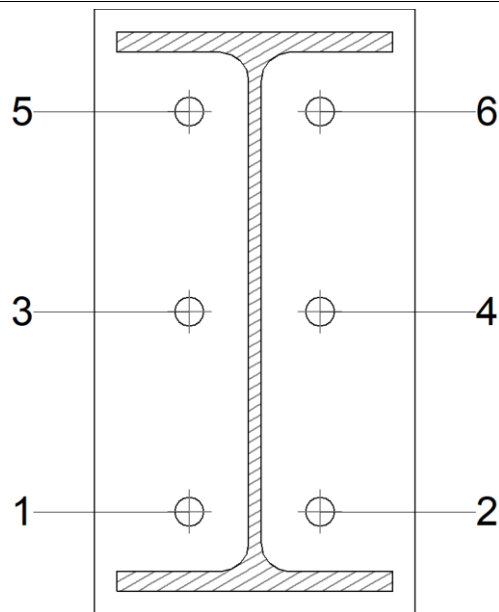
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	252	7.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	59.6	50.0	0.2	105.2	27.25	59.6	18.17	410.0	0.85
Soldadura del alma	54.1	54.1	8.4	109.2	28.31	54.1	16.50	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	50.0	41.9	0.2	88.2	22.85	50.0	15.24	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



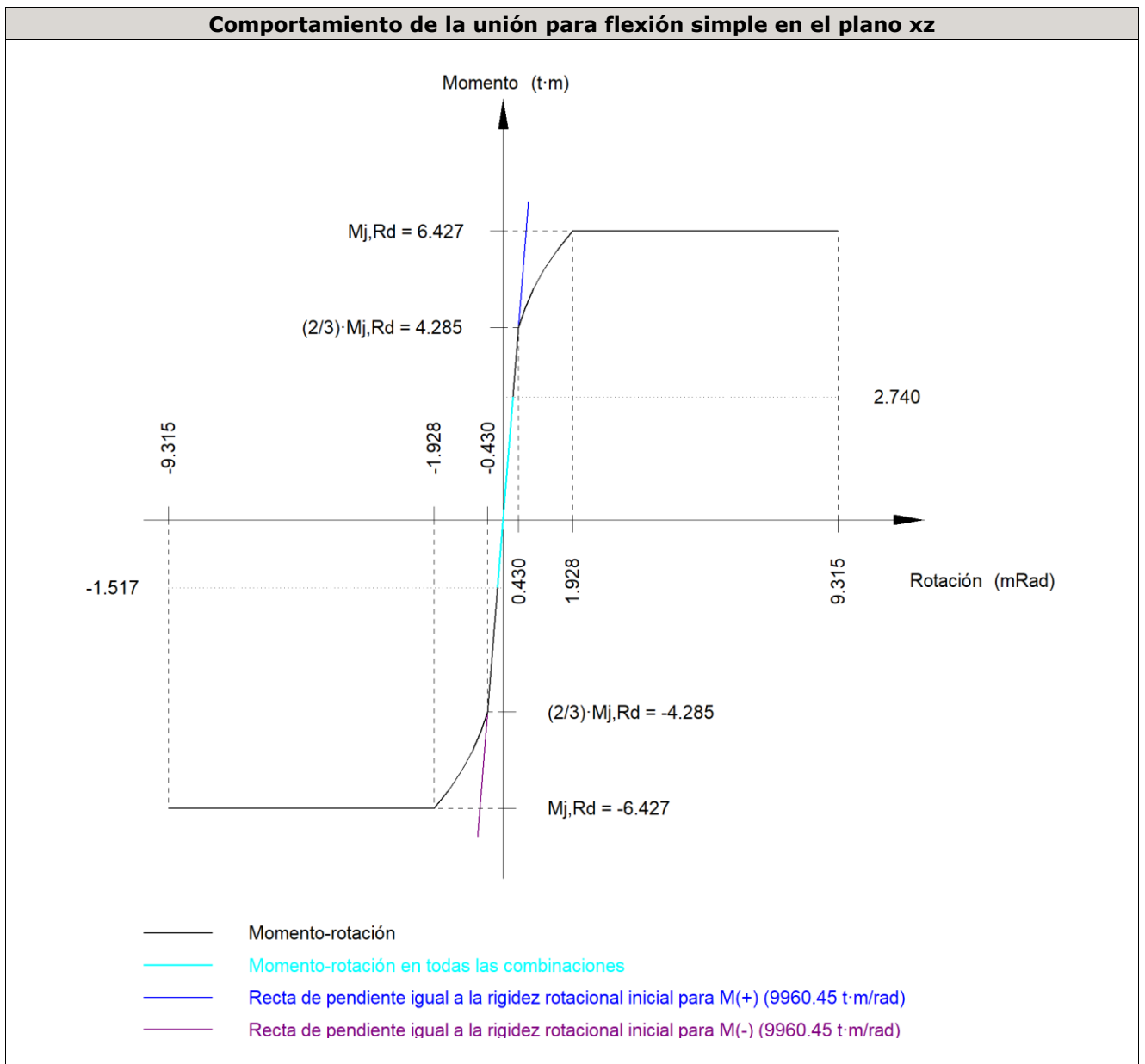
Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	109	71	32.0
2	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	109	71	32.0
3	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	109	71	32.0
4	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	109	71	32.0
5	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	109	71	32.0
6	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	109	71	32.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	8.958	50.240	17.83	Vástago	31.945	90.432	35.32	28.76	35.32
	Aplastamiento	8.958	144.317	6.21	Punzonamiento	31.945	172.573	18.51		
2	Sección transversal	15.036	50.240	29.93	Vástago	31.465	90.432	34.79	29.93	34.79
	Aplastamiento	15.036	144.320	10.42	Punzonamiento	31.465	172.573	18.23		
3	Sección transversal	3.787	50.240	7.54	Vástago	27.249	90.432	30.13	27.29	30.13
	Aplastamiento	3.787	144.315	2.62	Punzonamiento	27.249	172.573	15.79		
4	Sección transversal	3.786	50.240	7.54	Vástago	27.138	90.432	30.01	27.20	30.01
	Aplastamiento	3.786	144.320	2.62	Punzonamiento	27.138	172.573	15.73		
5	Sección transversal	3.787	50.240	7.54	Vástago	43.184	90.432	47.75	39.88	47.75

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
	Aplastamiento	3.787	144.315	2.62	Punzonamiento	43.184	172.573	25.02		
6	Sección transversal	3.786	50.240	7.54	Vástago	43.092	90.432	47.65	39.80	47.65
	Aplastamiento	3.786	144.320	2.62	Punzonamiento	43.092	172.573	24.97		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	3701.47	9960.45
Calculada para momentos negativos	3701.47	9960.45



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.10	1.80	61.16
Momento resistente	kNm	26.88	63.04	42.63
Capacidad de rotación	mRad	29.526	667	4.43

d) Medición

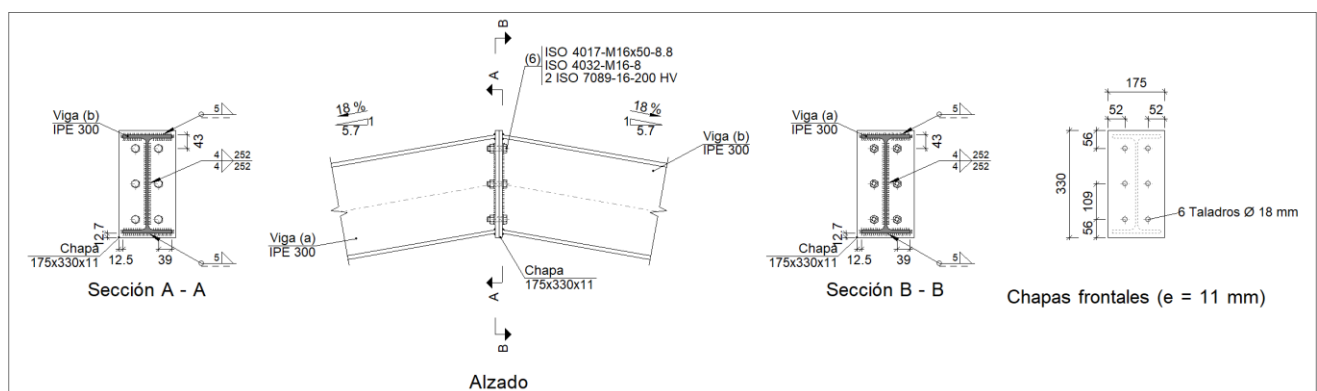
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1010
			5	1139

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	2	175x330x11	9.97
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4017-M16x50
Tuercas	Clase 8	6	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	12	ISO 7089-16

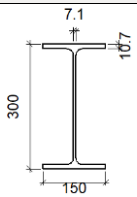
Tipo 8

a) Detalle

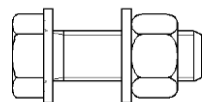


b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles		
Pieza	Descripción	Acero
	Geometría	

		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal		175	330	11	6	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x50-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	50	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Viga (a) IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	81.43	153.32	53.11
Ala	Aplastamiento	kN	148.33	426.84	34.75
	Tracción	kN	20.97	210.18	9.98
Alma	Tracción	kN	39.49	139.12	28.38

Cordones de soldadura

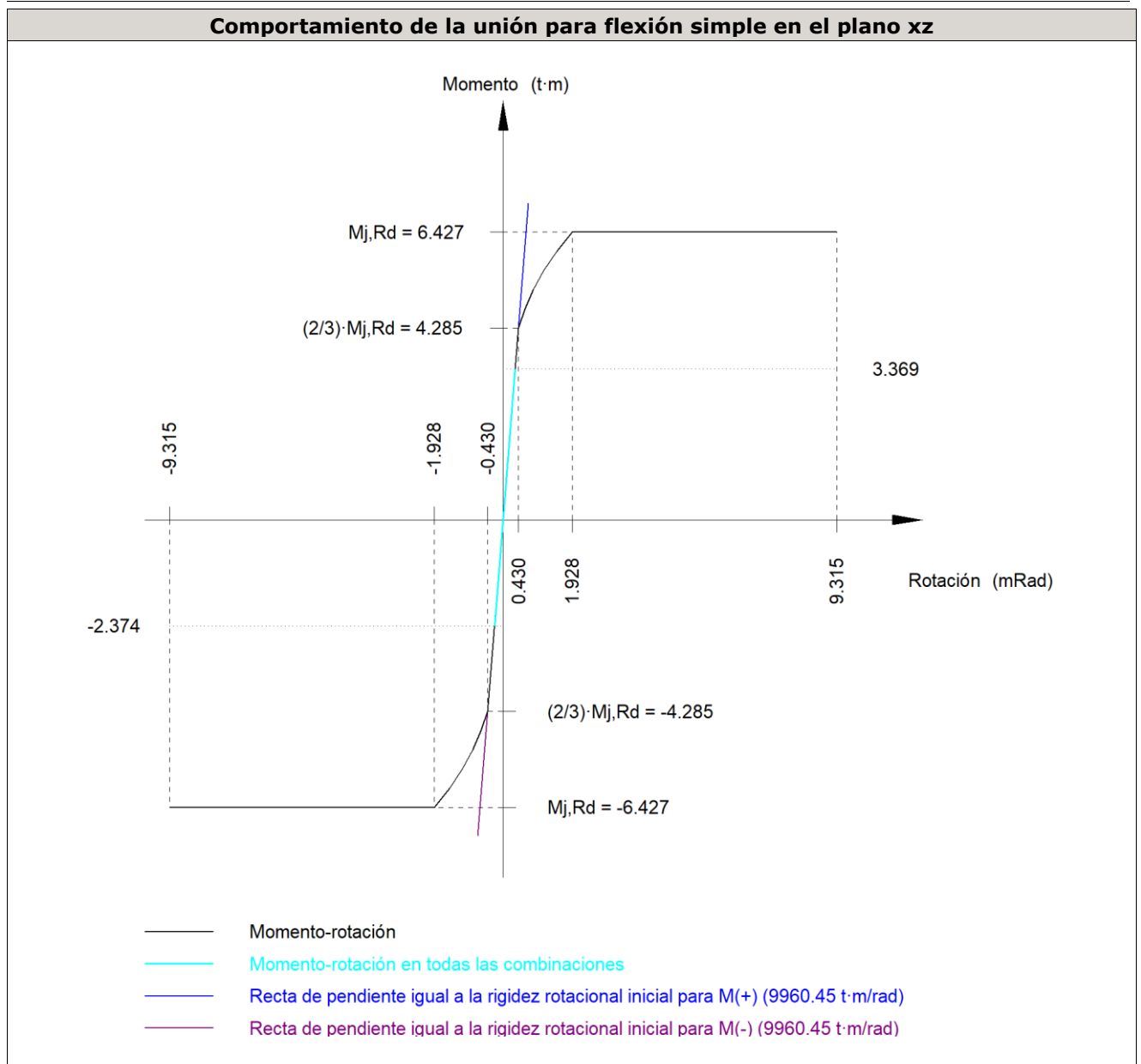
Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	252	7.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	63.6	53.4	0.3	112.2	29.08	63.6	19.39	410.0	0.85
Soldadura del alma	60.2	60.2	11.7	122.1	31.63	60.2	18.35	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	55.6	66.3	12.8	129.5	33.56	65.6	19.99	410.0	0.85

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	3701.47	9960.45
Calculada para momentos negativos	3701.47	9960.45

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.10	1.80	61.16
Momento resistente	kNm	33.05	63.04	52.42
Capacidad de rotación	mRad	36.307	667	5.45

2) Viga (b) IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	81.43	153.32	53.11
Ala	Compresión	kN	148.33	426.84	34.75
	Tracción	kN	20.97	210.18	9.98
Alma	Tracción	kN	39.49	139.12	28.38

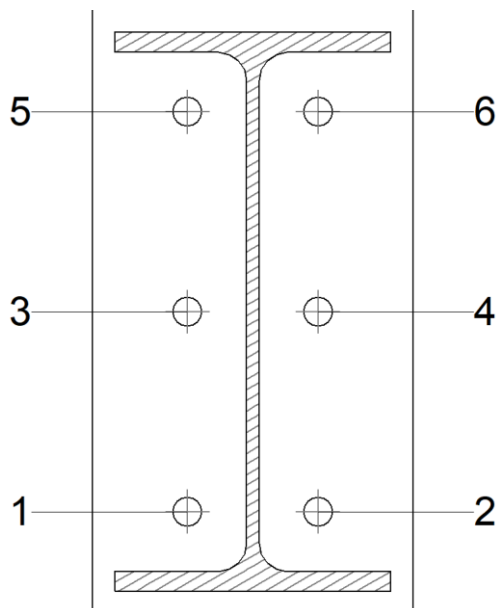
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	80.00
Soldadura del alma	En ángulo	4	252	7.1	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	80.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	63.6	53.4	0.3	112.2	29.08	63.6	19.39	410.0	0.85
Soldadura del alma	60.2	60.2	11.7	122.1	31.64	60.2	18.35	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	55.6	66.3	6.3	128.1	33.19	65.6	19.99	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición								
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)	
1	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	109	71	32.0	
2	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	109	71	32.0	
3	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	109	71	32.0	
4	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	109	71	32.0	
5	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	109	71	32.0	

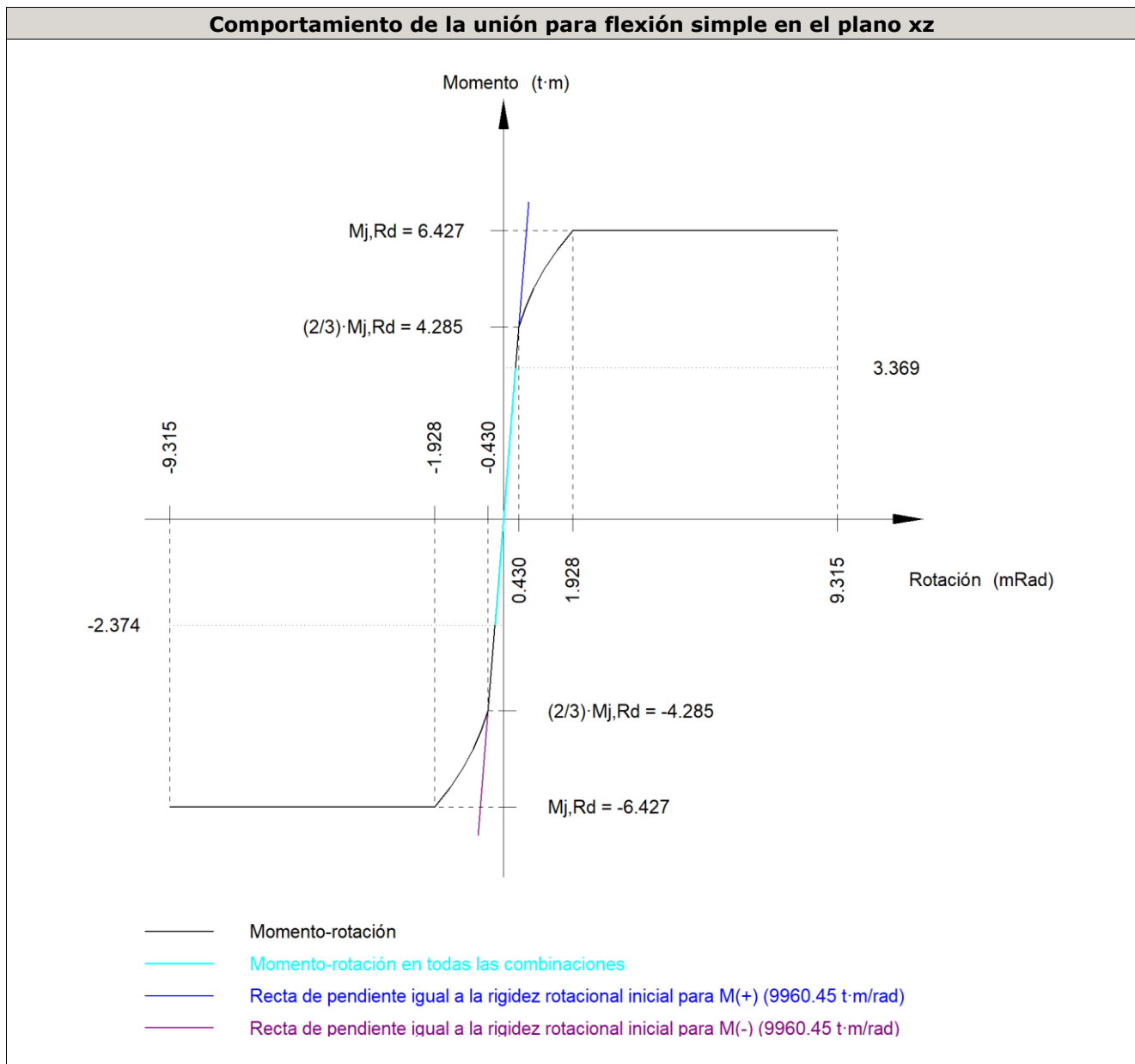
Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
6	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	109	71	32.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia											
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante		Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	16.701	50.240	33.24	Vástago	48.028	90.432	53.11	51.62	53.11	
	Aplastamiento	16.701	144.320	11.57	Punzonamiento	48.028	172.573	27.83			
2	Sección transversal	7.343	50.240	14.62	Vástago	47.803	90.432	52.86	51.44	52.86	
	Aplastamiento	7.343	144.320	5.09	Punzonamiento	47.803	172.573	27.70			
3	Sección transversal	7.345	50.240	14.62	Vástago	31.182	90.432	34.48	38.32	38.32	
	Aplastamiento	7.345	144.320	5.09	Punzonamiento	31.182	172.573	18.07			
4	Sección transversal	7.343	50.240	14.62	Vástago	30.913	90.432	34.18	38.11	38.11	
	Aplastamiento	7.343	144.320	5.09	Punzonamiento	30.913	172.573	17.91			
5	Sección transversal	7.345	50.240	14.62	Vástago	46.056	90.432	50.93	50.64	50.93	
	Aplastamiento	7.345	144.320	5.09	Punzonamiento	46.056	172.573	26.69			
6	Sección transversal	7.343	50.240	14.62	Vástago	46.074	90.432	50.95	50.67	50.95	
	Aplastamiento	7.343	144.320	5.09	Punzonamiento	46.074	172.573	26.70			

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	3701.47	9960.45
Calculada para momentos negativos	3701.47	9960.45

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.10	1.80	61.16
Momento resistente	kNm	33.05	63.04	52.42
Capacidad de rotación	mRad	36.307	667	5.45

d) Medición

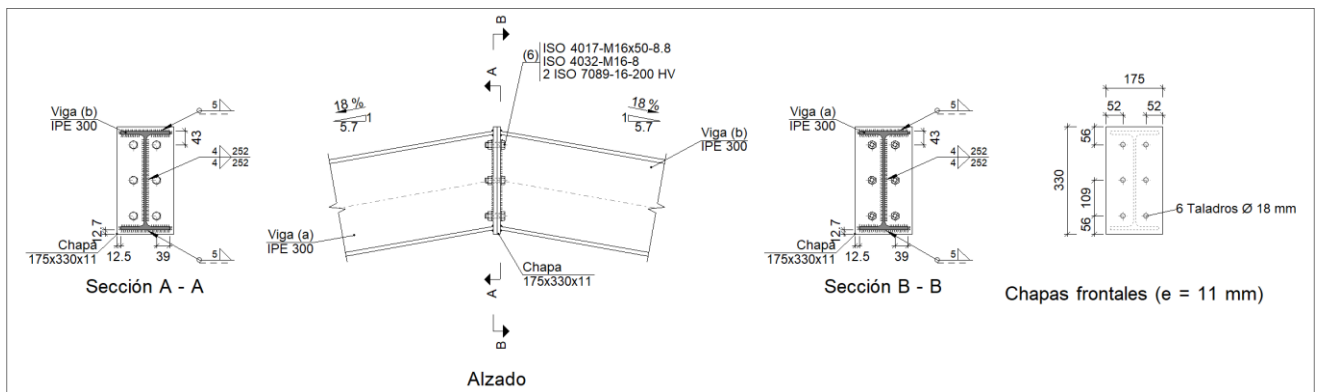
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1010
			5	1139

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	2	175x330x11	9.97
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4017-M16x50
Tuercas	Clase 8	6	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	12	ISO 7089-16

Tipo 9

a) Detalle

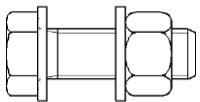


b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal		175	330	11	6	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x50-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	50	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Viga (a) IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	23.96	153.32	15.63
Ala	Aplastamiento	kN	16.26	426.84	3.81
	Tracción	kN	6.17	210.18	2.94
Alma	Tracción	kN	11.62	139.12	8.35

Cordones de soldadura

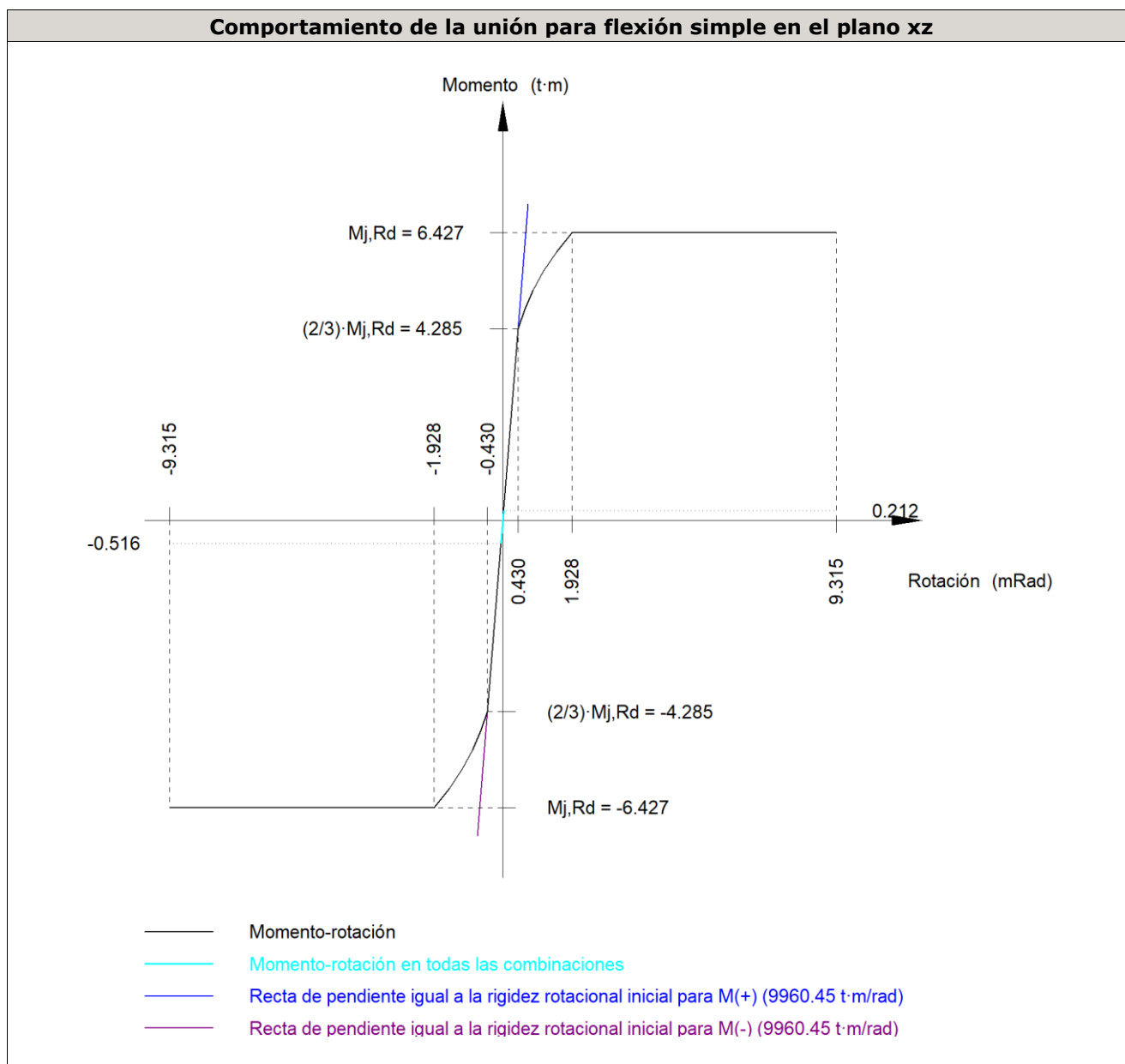
Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	252	7.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	5.0	6.0	6.4	16.0	4.14	5.1	1.56	410.0	0.85

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	17.7	17.7	3.9	36.1	9.35	17.7	5.40	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	16.4	19.5	4.3	38.3	9.92	16.4	4.99	410.0	0.85

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	3701.47	9960.45
Calculada para momentos negativos	3701.47	9960.45



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.10	1.80	61.16
Momento resistente	kNm	5.07	63.04	8.04
Capacidad de rotación	mRad	5.566	667	0.83

2) Viga (b) IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	23.96	153.32	15.63
Ala	Compresión	kN	16.26	426.84	3.81
	Tracción	kN	6.17	210.18	2.94
Alma	Tracción	kN	11.62	139.12	8.35

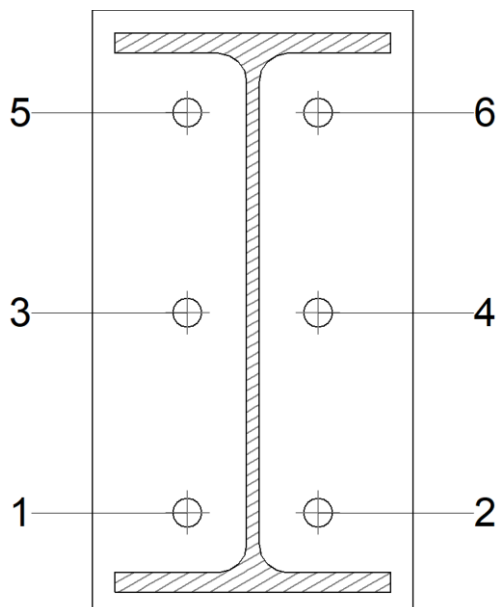
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	252	7.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	5.0	6.0	5.4	14.9	3.86	5.1	1.56	410.0	0.85
Soldadura del alma	17.7	17.7	3.9	36.1	9.34	17.7	5.40	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	16.4	19.5	4.2	38.3	9.91	16.4	4.99	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



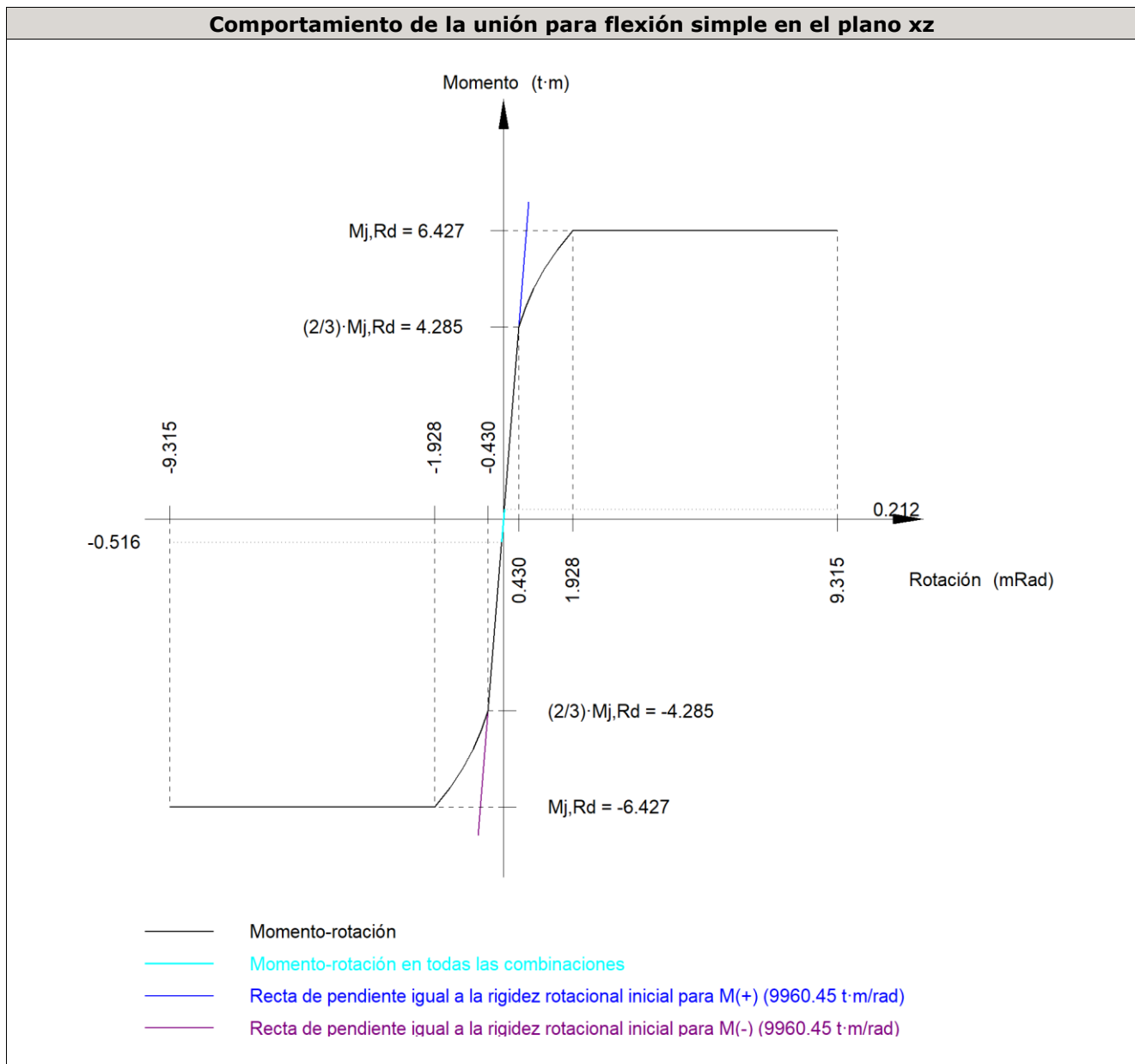
Disposición							
Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	109	71	32.0
2	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	109	71	32.0
3	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	109	71	32.0
4	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	109	71	32.0
5	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	109	71	32.0
6	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	109	71	32.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	3.633	50.240	7.23	Vástago	14.071	90.432	15.56	16.89	16.89
	Aplastamiento	3.633	144.320	2.52	Punzonamiento	14.071	172.573	8.15		
2	Sección transversal	3.633	50.240	7.23	Vástago	14.134	90.432	15.63	16.97	16.97
	Aplastamiento	3.633	138.885	2.62	Punzonamiento	14.134	172.573	8.19		
3	Sección transversal	3.634	50.240	7.23	Vástago	9.329	90.432	10.32	13.29	13.29
	Aplastamiento	3.634	144.320	2.52	Punzonamiento	9.329	172.573	5.41		
4	Sección transversal	3.634	50.240	7.23	Vástago	9.405	90.432	10.40	13.38	13.38
	Aplastamiento	3.634	138.885	2.62	Punzonamiento	9.405	172.573	5.45		
5	Sección transversal	3.635	50.240	7.23	Vástago	1.951	90.432	2.16	7.50	7.50
	Aplastamiento	3.635	144.320	2.52	Punzonamiento	1.951	172.573	1.13		
6	Sección transversal	4.762	50.240	9.48	Vástago	1.970	90.432	2.18	9.48	9.48
	Aplastamiento	4.762	144.320	3.30	Punzonamiento	1.970	172.573	1.14		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	3701.47	9960.45
Calculada para momentos negativos	3701.47	9960.45

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.10	1.80	61.16
Momento resistente	kNm	5.07	63.04	8.04
Capacidad de rotación	mRad	5.566	667	0.83

d) Medición

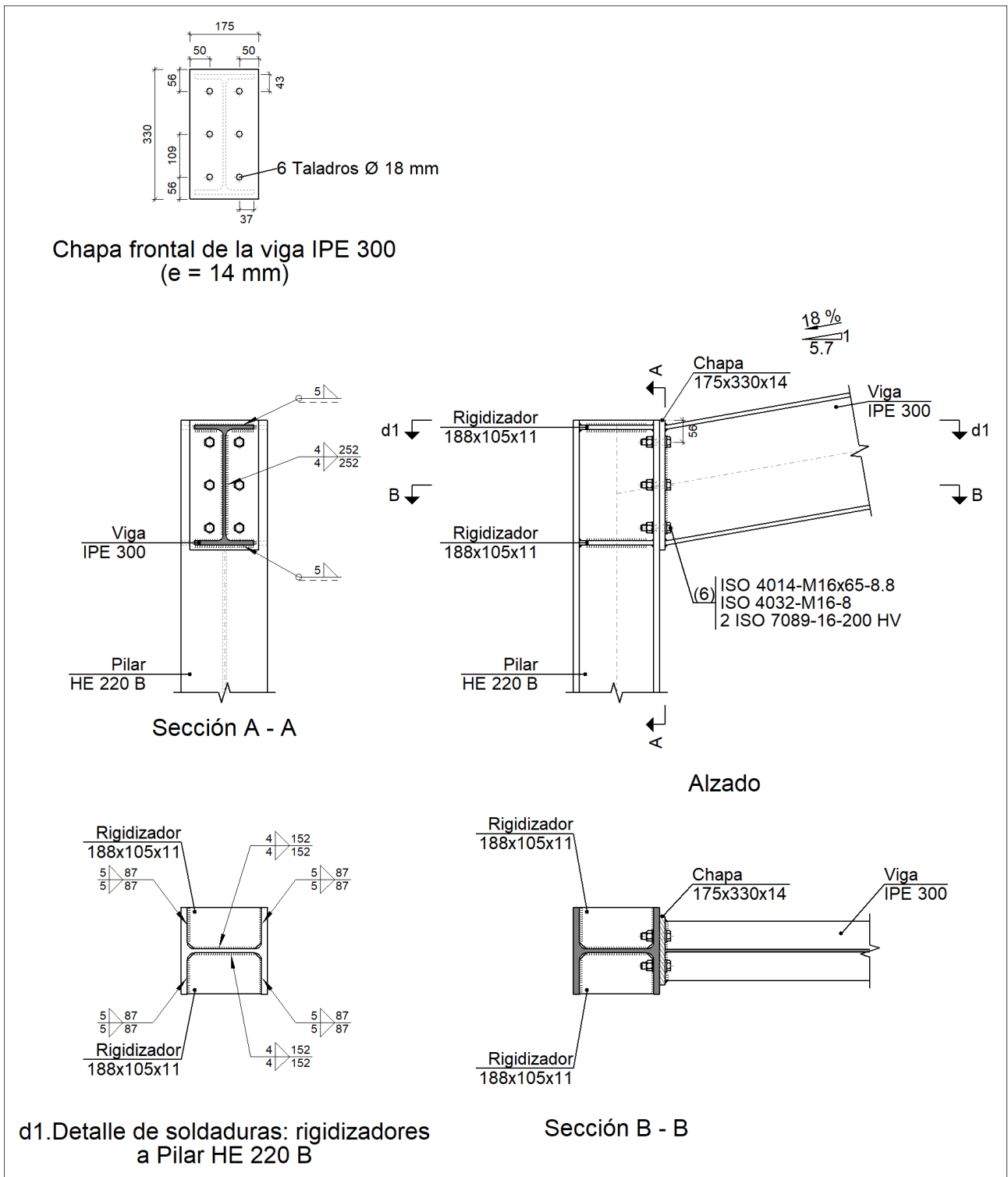
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1010
			5	1139

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	2	175x330x11	9.97
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4017-M16x50
Tuercas	Clase 8	6	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	12	ISO 7089-16

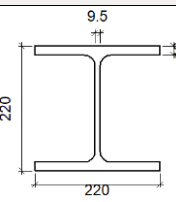
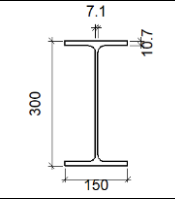
Tipo 10

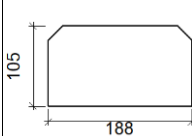

a) Detalle

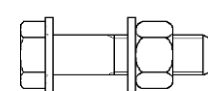


b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		188	105	11	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga IPE 300		175	330	14	6	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M16x65-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	65	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	30.58

		Cortante	kN	85.59	394.01	21.72
	Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	29.89	261.90	11.41
	Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	29.60	261.90	11.30
	Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	30.97	261.90	11.83
	Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	28.68	261.90	10.95
	Ala	Desgarro	N/mm ²	10.24	261.90	3.91
		Cortante	N/mm ²	24.48	261.90	9.35
Viga IPE 300	Ala	Tracción por flexión	kN	51.37	180.86	28.40
		Tracción	kN	10.66	239.51	4.45
	Alma	Tracción	kN	30.04	145.35	20.67

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	23.2	23.2	0.2	46.5	12.05	23.3	7.09	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	18.5	32.0	8.28	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	23.0	23.0	0.3	46.0	11.93	23.0	7.02	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	21.6	37.4	9.70	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	24.1	24.1	0.2	48.2	12.49	24.1	7.34	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	19.1	33.1	8.58	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	22.3	22.3	0.3	44.6	11.56	22.3	6.80	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	21.0	36.3	9.40	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	51.37	180.86	28.40
Ala	Compresión	kN	79.50	426.84	18.62
	Tracción	kN	13.71	210.18	6.52
Alma	Tracción	kN	23.94	146.21	16.37

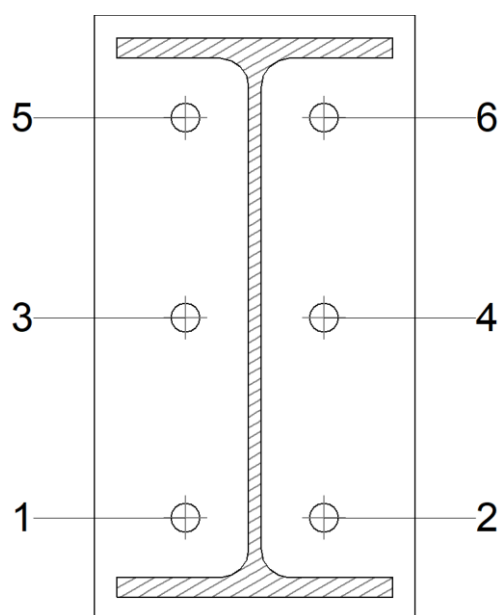
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	252	7.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	35.1	41.8	0.2	80.5	20.86	35.1	10.70	410.0	0.85
Soldadura del alma	38.0	38.0	4.5	76.3	19.78	38.0	11.58	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	28.9	34.4	0.4	66.3	17.18	31.7	9.67	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



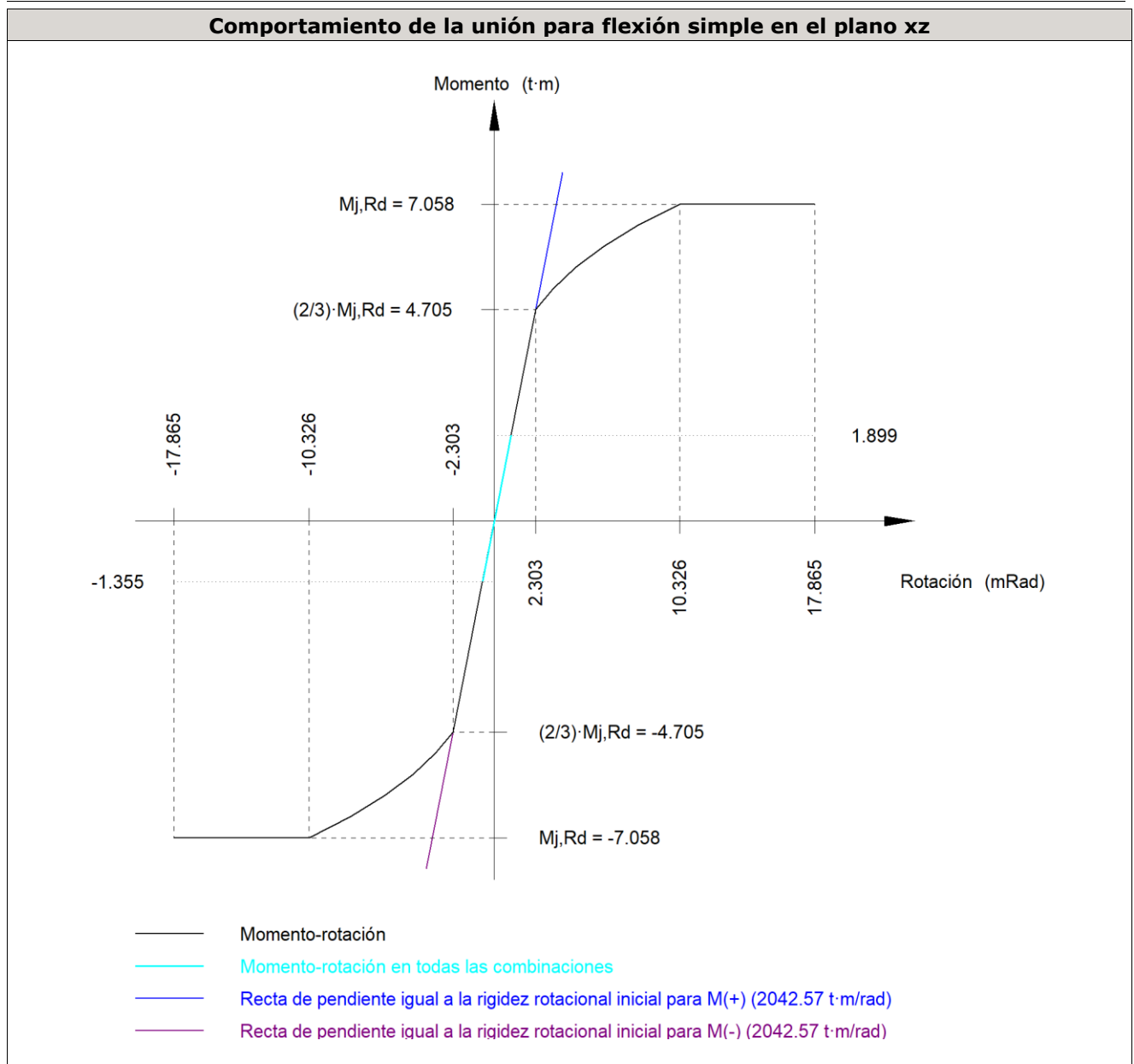
Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	32.5
2	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	32.5
3	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	33.0
4	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	33.0
5	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	32.5
6	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	32.5

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	5.330	64.340	8.28	Vástago	19.338	90.432	21.38	16.20	21.38
	Aplastamiento	5.330	183.680	2.90	Punzonamiento	19.338	219.639	8.80		
2	Sección transversal	5.330	64.340	8.28	Vástago	19.473	90.432	21.53	16.25	21.53
	Aplastamiento	5.330	183.680	2.90	Punzonamiento	19.473	219.639	8.87		
3	Sección transversal	3.371	64.340	5.24	Vástago	17.173	90.432	18.99	15.95	18.99
	Aplastamiento	3.371	183.680	1.84	Punzonamiento	17.173	219.639	7.82		
4	Sección transversal	3.363	64.340	5.23	Vástago	17.297	90.432	19.13	15.99	19.13
	Aplastamiento	3.363	169.615	1.98	Punzonamiento	17.297	219.639	7.88		
5	Sección transversal	9.109	64.340	14.16	Vástago	25.586	90.432	28.29	22.59	28.29
	Aplastamiento	9.109	183.624	4.96	Punzonamiento	25.586	219.639	11.65		
6	Sección transversal	4.857	64.340	7.55	Vástago	25.683	90.432	28.40	22.61	28.40
	Aplastamiento	4.857	183.680	2.64	Punzonamiento	25.683	219.639	11.69		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	1022.65	2042.57
Calculada para momentos negativos	1022.65	2042.57

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.16	1.80	64.70
Momento resistente	kNm	18.63	69.24	26.91
Capacidad de rotación	mRad	52.044	667	7.81

d) Medición

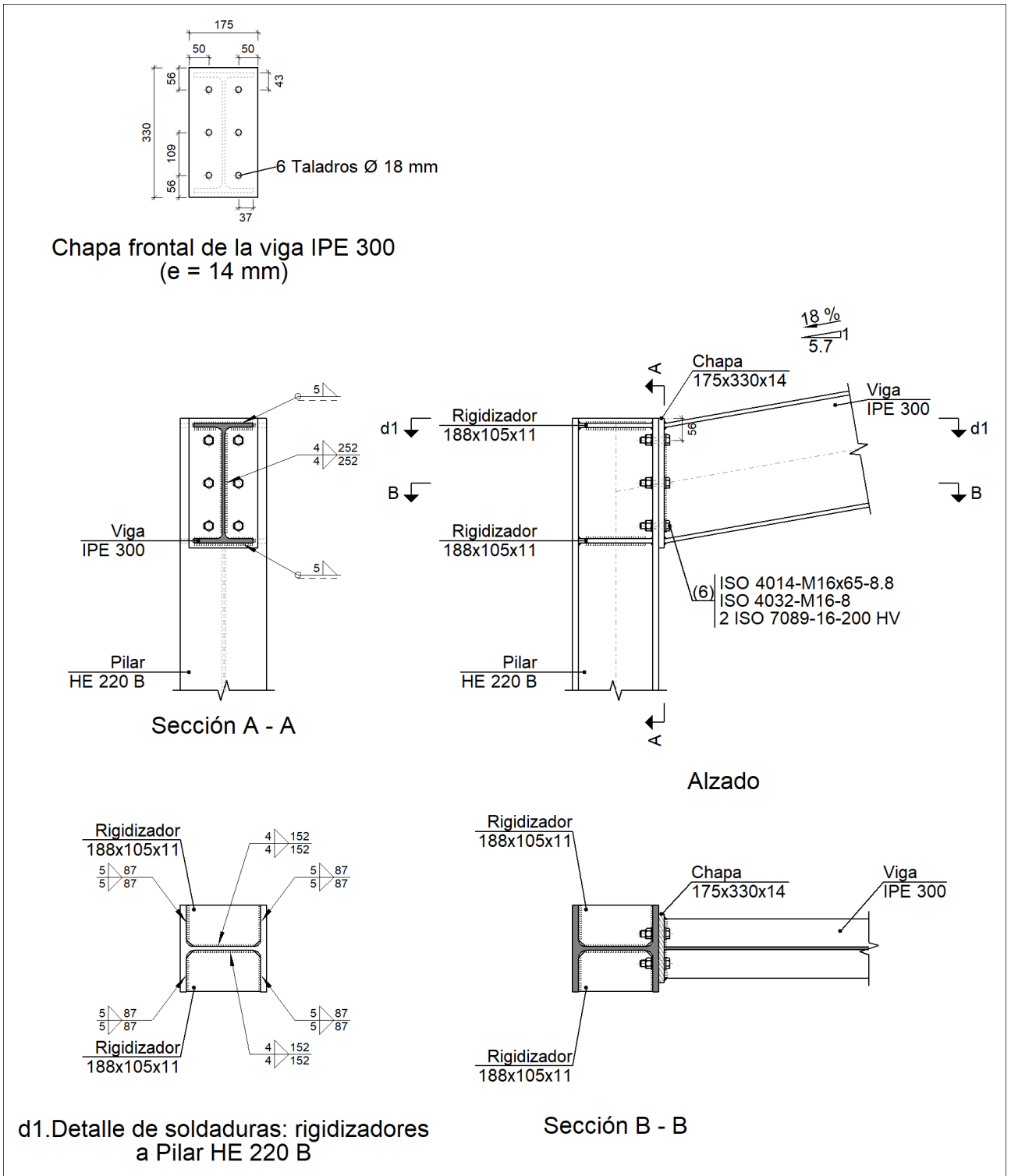
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1721
			5	1961

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	188x105x11	6.82
	Chapas	1	175x330x14	6.35
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4014-M16x65
Tuercas	Clase 8	6	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	12	ISO 7089-16

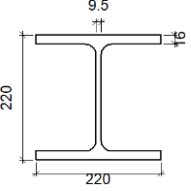
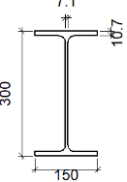
Tipo 11

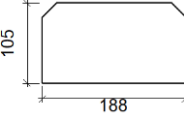
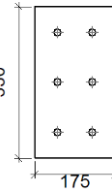
a) Detalle

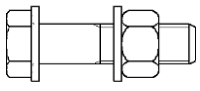


b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		188	105	11	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga IPE 300		175	330	14	6	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M16x65-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	65	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	30.58

		Cortante	kN	285.43	394.01	72.44
	Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	101.82	261.90	38.87
	Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	99.83	261.90	38.12
	Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	101.65	261.90	38.81
	Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	99.97	261.90	38.17
	Ala	Desgarro	N/mm ²	92.96	261.90	35.49
		Cortante	N/mm ²	90.32	261.90	34.48
Viga IPE 300	Ala	Tracción por flexión	kN	171.08	180.86	94.59
		Tracción	kN	35.51	239.51	14.83
	Alma	Tracción	kN	100.06	145.35	68.84

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	79.0	79.0	4.6	158.2	40.99	79.0	24.08	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	62.8	108.8	28.19	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	77.5	77.5	4.6	155.1	40.19	77.5	23.61	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	72.6	125.8	32.60	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	78.9	78.9	4.6	157.9	40.93	78.9	24.04	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	62.5	108.2	28.05	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	77.6	77.6	4.6	155.3	40.25	77.6	23.65	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	72.9	126.4	32.74	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	171.08	180.86	94.59
Ala	Compresión	kN	269.92	426.84	63.24
	Tracción	kN	45.67	210.18	21.73
Alma	Tracción	kN	79.73	146.21	54.53

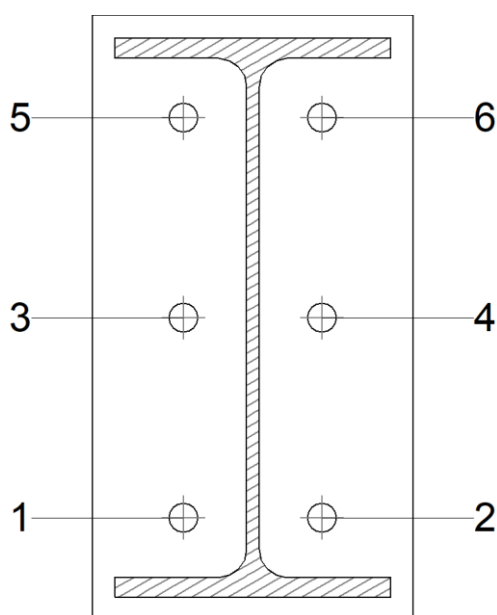
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	252	7.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	116.9	139.3	3.8	268.2	69.50	116.9	35.64	410.0	0.85
Soldadura del alma	126.5	126.5	33.5	259.5	67.25	126.5	38.56	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	96.1	114.5	3.8	220.4	57.12	103.3	31.49	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



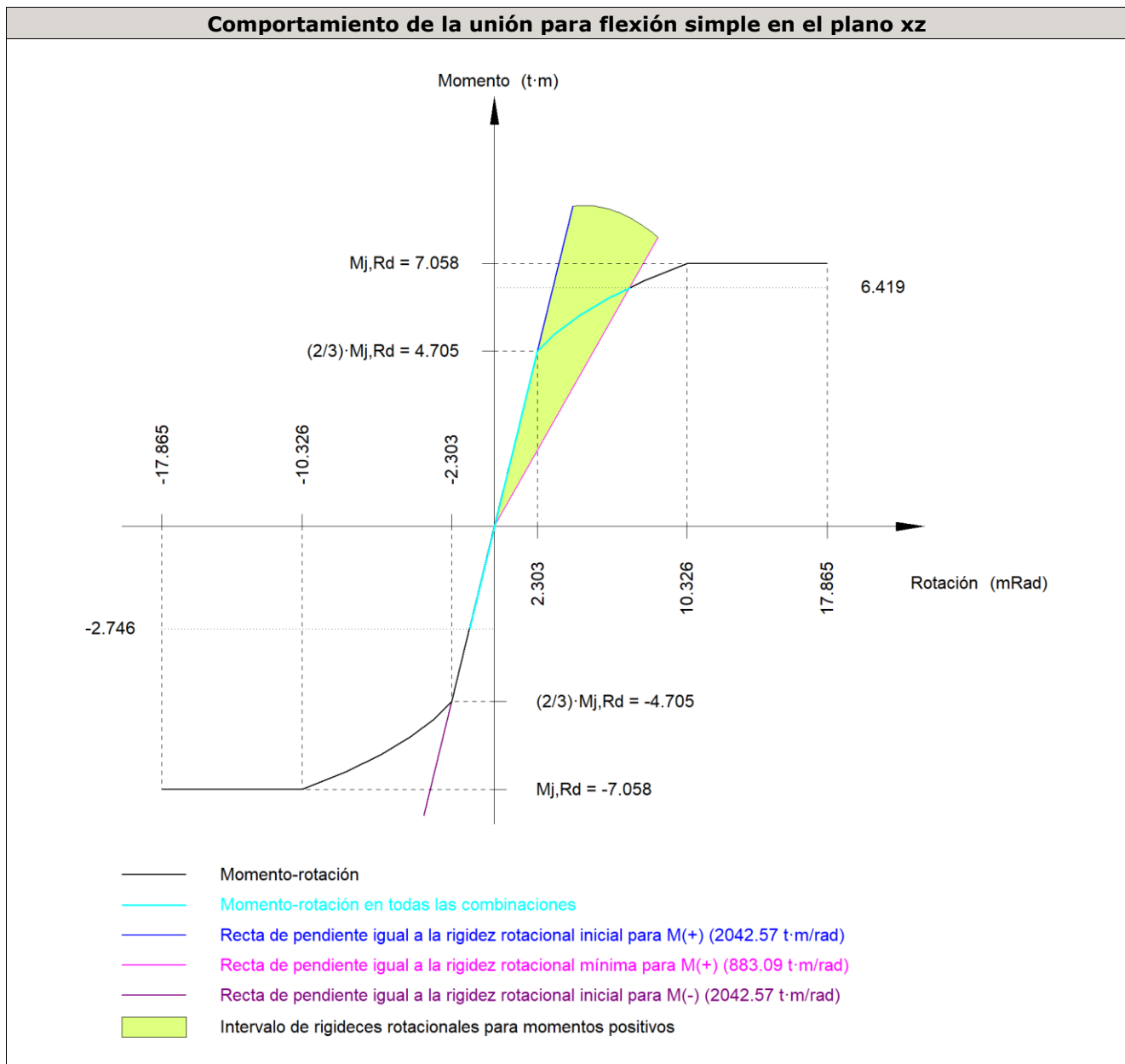
Disposición							
Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	32.5
2	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	32.5
3	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	33.0
4	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	33.0
5	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	32.5
6	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	32.5

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	11.377	64.340	17.68	Vástago	42.976	90.432	47.52	43.49	47.52
	Aplastamiento	11.377	183.334	6.21	Punzonamiento	42.976	219.639	19.57		
2	Sección transversal	11.390	64.340	17.70	Vástago	42.976	90.432	47.52	43.55	47.52
	Aplastamiento	11.390	183.680	6.20	Punzonamiento	42.976	219.639	19.57		
3	Sección transversal	11.380	64.340	17.69	Vástago	57.426	90.432	63.50	63.05	63.50
	Aplastamiento	11.380	183.327	6.21	Punzonamiento	57.426	219.639	26.15		
4	Sección transversal	11.393	64.340	17.71	Vástago	57.406	90.432	63.48	63.05	63.48
	Aplastamiento	11.393	183.680	6.20	Punzonamiento	57.406	219.639	26.14		
5	Sección transversal	11.383	64.340	17.69	Vástago	85.540	90.432	94.59	85.26	94.59
	Aplastamiento	11.383	183.319	6.21	Punzonamiento	85.540	219.639	38.95		
6	Sección transversal	11.395	64.340	17.71	Vástago	85.525	90.432	94.57	85.26	94.57
	Aplastamiento	11.395	183.680	6.20	Punzonamiento	85.525	219.639	38.94		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	1022.65	2042.57
Calculada para momentos negativos	1022.65	2042.57

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.16	1.80	64.70
Momento resistente	kNm	62.97	69.24	90.95
Capacidad de rotación	mRad	406.858	667	61.03

d) Medición

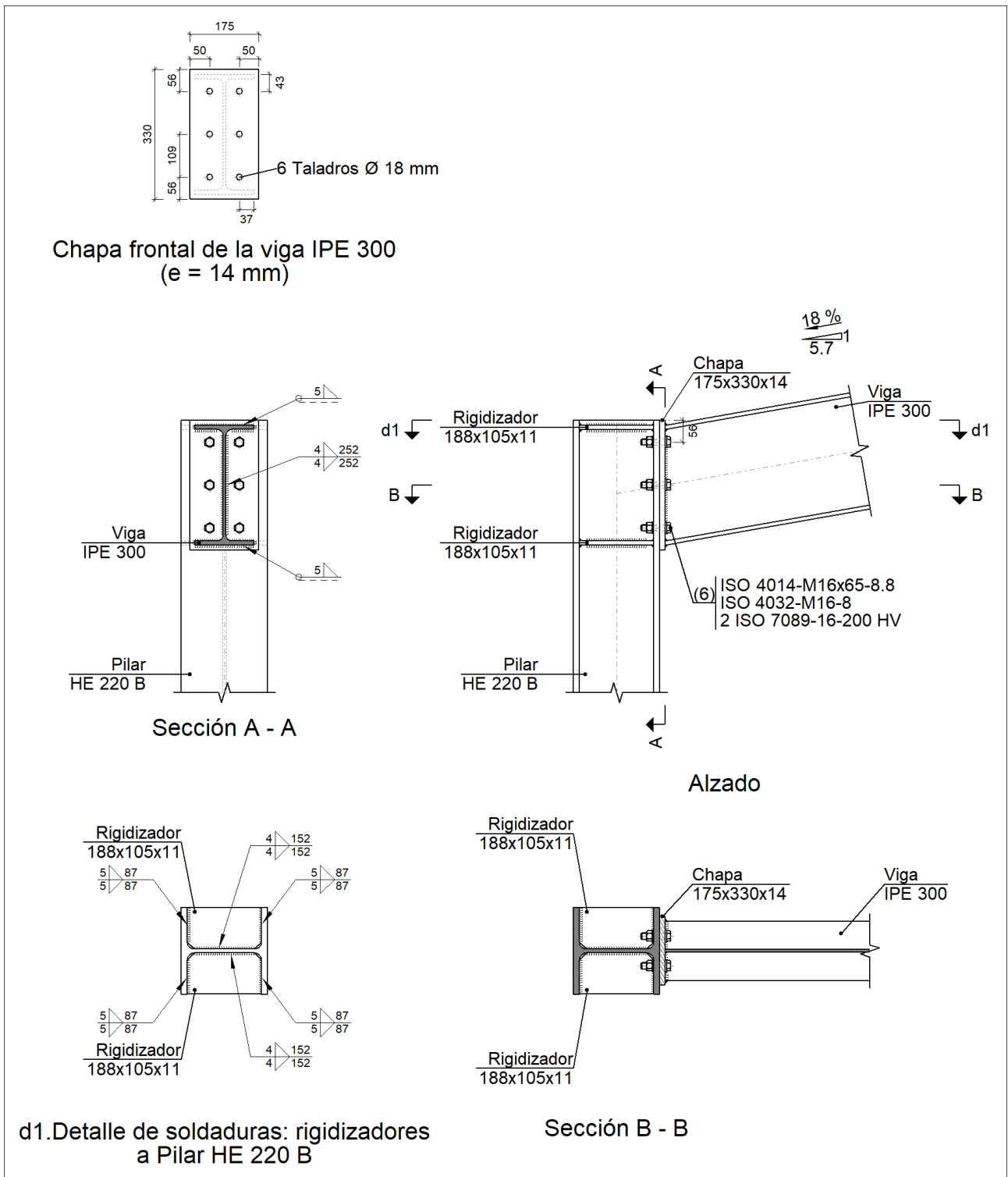
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1721
			5	1961

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	188x105x11	6.82
	Chapas	1	175x330x14	6.35
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4014-M16x65
Tuercas	Clase 8	6	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	12	ISO 7089-16

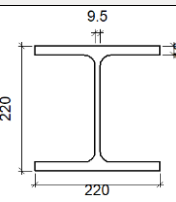
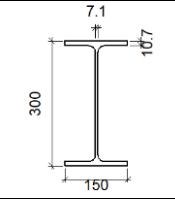
Tipo 12

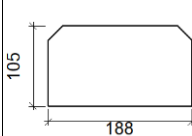

a) Detalle

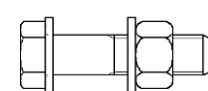


b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		188	105	11	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga IPE 300		175	330	14	6	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M16x65-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	65	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	30.58

		Cortante	kN	176.65	394.01	44.83
	Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	62.77	261.90	23.97
	Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	59.78	261.90	22.83
	Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	62.84	261.90	23.99
	Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	59.72	261.90	22.80
	Ala	Cortante	N/mm ²	51.89	261.90	19.81
Viga IPE 300	Ala	Tracción por flexión	kN	105.79	180.86	58.49
		Tracción	kN	21.96	239.51	9.17
	Alma	Tracción	kN	61.87	145.35	42.57

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	48.8	48.8	0.2	97.6	25.30	48.8	14.88	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	38.8	67.1	17.39	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	46.5	46.5	0.4	93.0	24.10	46.5	14.18	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	43.7	75.6	19.60	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	48.9	48.9	0.2	97.8	25.33	48.9	14.90	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	38.8	67.2	17.41	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	46.4	46.4	0.4	92.9	24.07	46.5	14.16	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	43.6	75.6	19.58	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	105.79	180.86	58.49
Ala	Compresión	kN	163.32	426.84	38.26
	Tracción	kN	28.24	210.18	13.44
Alma	Tracción	kN	49.31	146.21	33.72

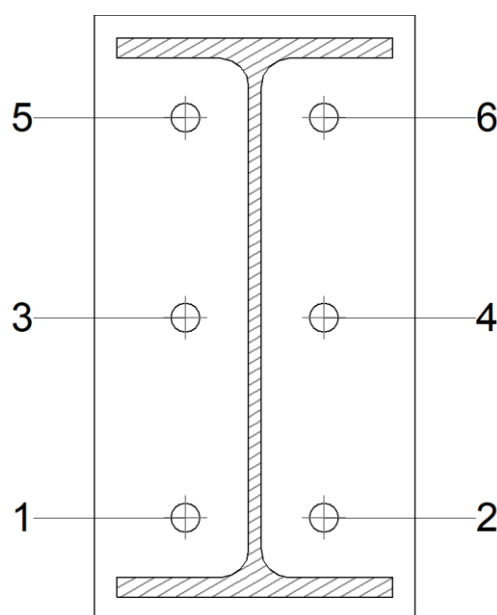
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	252	7.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	72.3	86.1	0.1	165.8	42.96	72.3	22.04	410.0	0.85
Soldadura del alma	78.2	78.2	11.8	157.7	40.88	78.2	23.84	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	57.9	69.0	0.3	132.7	34.39	62.2	18.95	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



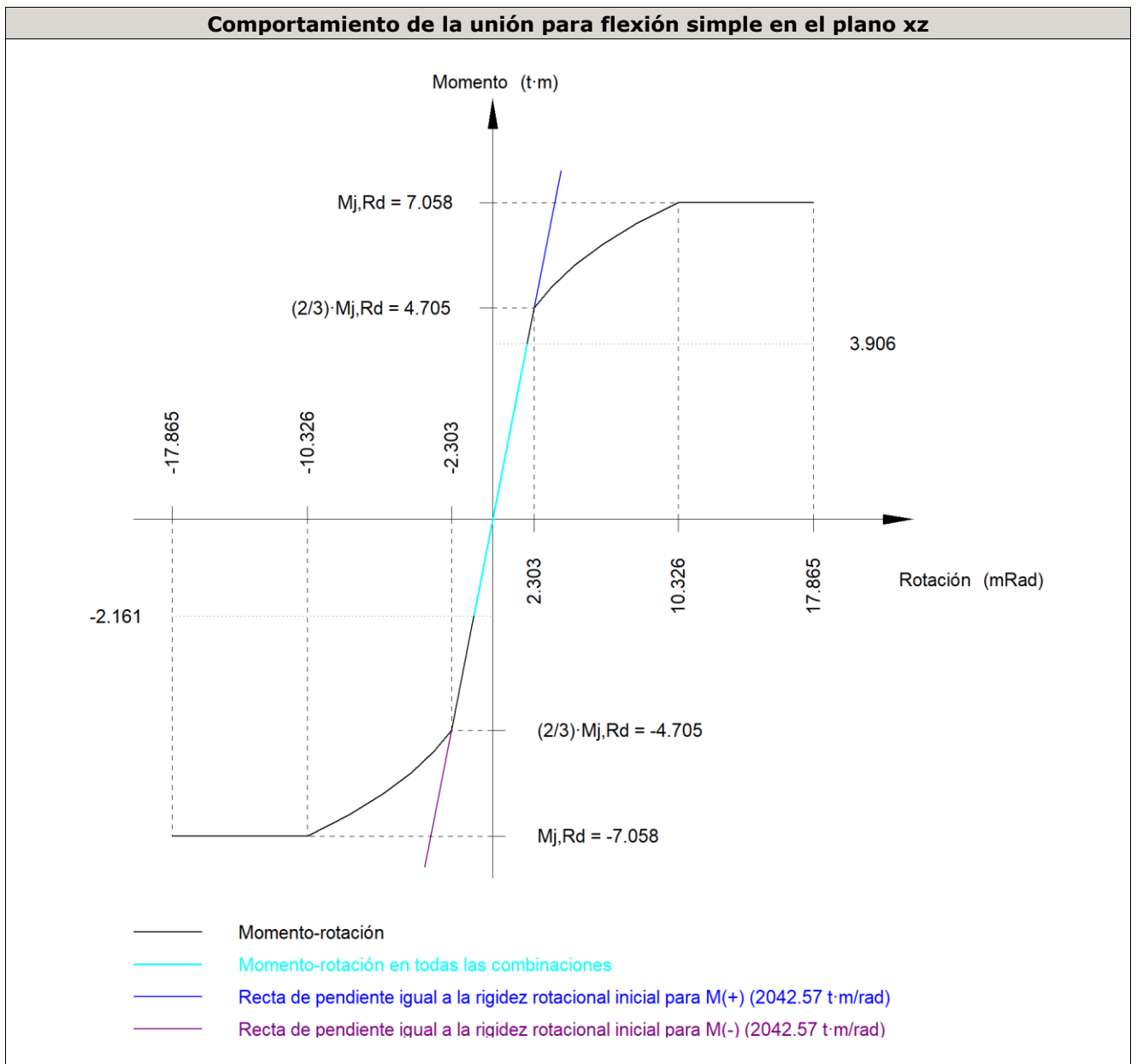
Disposición							
Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	32.5
2	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	32.5
3	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	33.0
4	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	33.0
5	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	32.5
6	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	109	76	32.5

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	16.637	64.340	25.86	Vástago	30.348	90.432	33.56	28.07	33.56
	Aplastamiento	16.637	183.678	9.06	Punzonamiento	30.348	219.639	13.82		
2	Sección transversal	16.637	64.340	25.86	Vástago	30.362	90.432	33.57	28.18	33.57
	Aplastamiento	16.637	183.680	9.06	Punzonamiento	30.362	219.639	13.82		
3	Sección transversal	6.043	64.340	9.39	Vástago	35.578	90.432	39.34	36.01	39.34
	Aplastamiento	6.043	183.678	3.29	Punzonamiento	35.578	219.639	16.20		
4	Sección transversal	6.026	64.340	9.37	Vástago	35.578	90.432	39.34	35.98	39.34
	Aplastamiento	6.026	183.680	3.28	Punzonamiento	35.578	219.639	16.20		
5	Sección transversal	12.360	64.340	19.21	Vástago	52.897	90.432	58.49	49.01	58.49
	Aplastamiento	12.360	183.677	6.73	Punzonamiento	52.897	219.639	24.08		
6	Sección transversal	12.360	64.340	19.21	Vástago	52.897	90.432	58.49	48.98	58.49
	Aplastamiento	12.360	183.680	6.73	Punzonamiento	52.897	219.639	24.08		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	1022.65	2042.57
Calculada para momentos negativos	1022.65	2042.57

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.16	1.80	64.70
Momento resistente	kNm	38.32	69.24	55.34
Capacidad de rotación	mRad	107.043	667	16.06

d) Medición

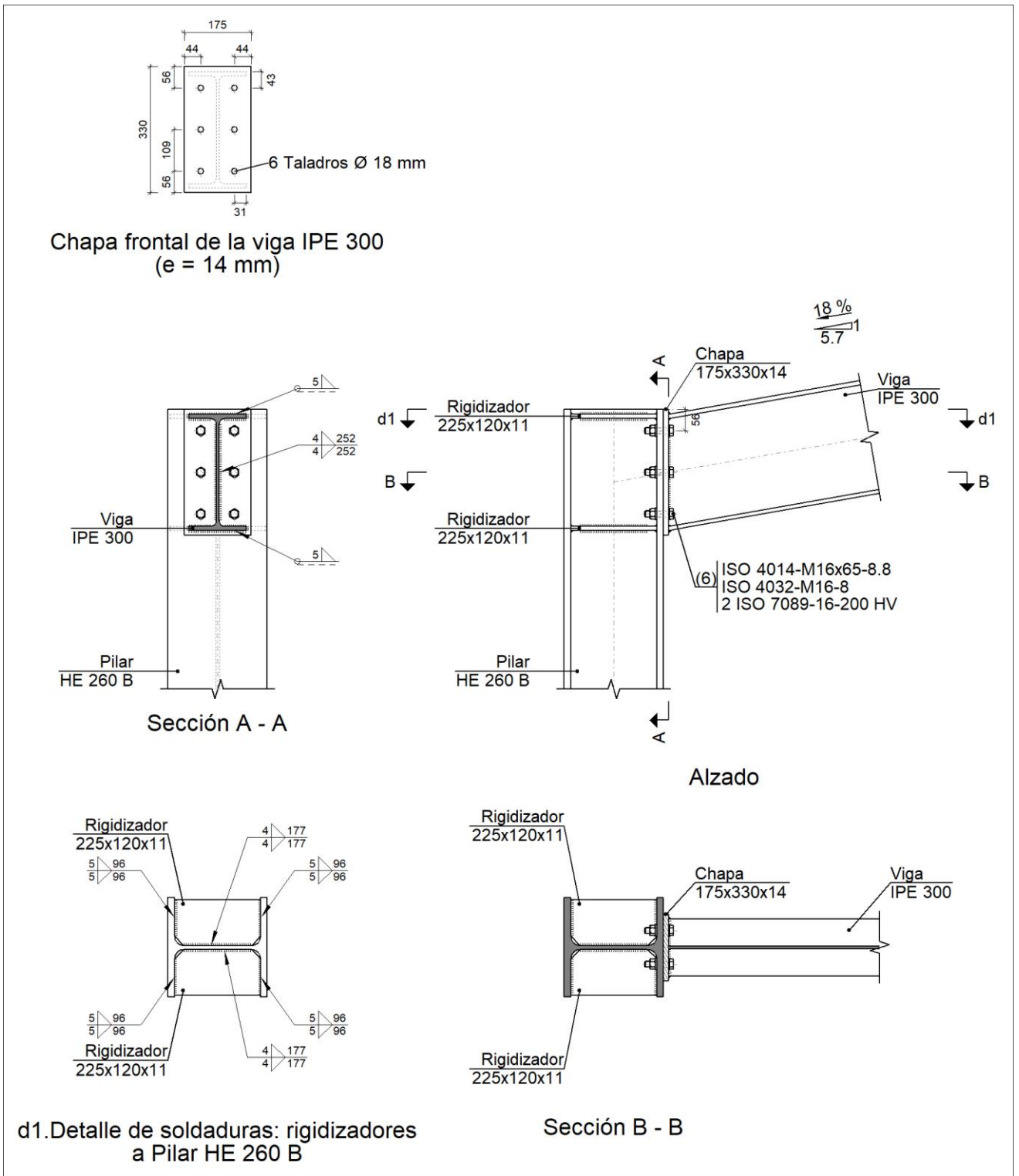
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1721
			5	1961

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	188x105x11	6.82
	Chapas	1	175x330x14	6.35
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4014-M16x65
Tuercas	Clase 8	6	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	12	ISO 7089-16

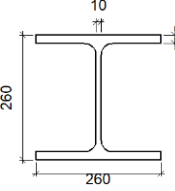
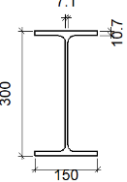
Tipo 13

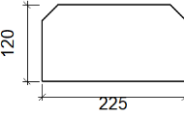

a) Detalle

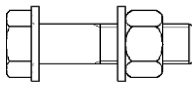


b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Canto total (mm)	Geometría			Acero		
				Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 260 B		260	260	17.5	10	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		225	120	11	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga IPE 300		175	330	14	6	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M16x65-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	65	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 260 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	34.77

		Cortante	kN	127.79	414.75	30.81
	Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	53.58	261.90	20.46
	Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	46.50	261.90	17.75
	Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	53.55	261.90	20.45
	Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	46.51	261.90	17.76
	Ala	Cortante	N/mm ²	29.25	261.90	11.17
Viga IPE 300	Ala	Tracción por flexión	kN	90.82	180.86	50.21
		Tracción	kN	19.54	257.51	7.59
	Alma	Tracción	kN	51.73	158.45	32.65

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	96	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	177	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	96	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	177	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	96	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	177	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	96	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	177	10.0	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	41.7	41.7	0.1	83.3	21.60	41.7	12.70	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	26.4	45.8	11.86	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	36.2	36.2	0.4	72.4	18.75	36.2	11.03	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	27.4	47.5	12.32	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	41.7	41.7	0.1	83.3	21.60	41.7	12.70	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	26.4	45.8	11.86	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	36.2	36.2	0.4	72.4	18.75	36.2	11.03	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	27.5	47.6	12.33	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	90.82	174.95	51.91
Ala	Compresión	kN	132.73	426.84	31.10
	Tracción	kN	26.35	210.18	12.54
Alma	Tracción	kN	38.11	150.29	25.36

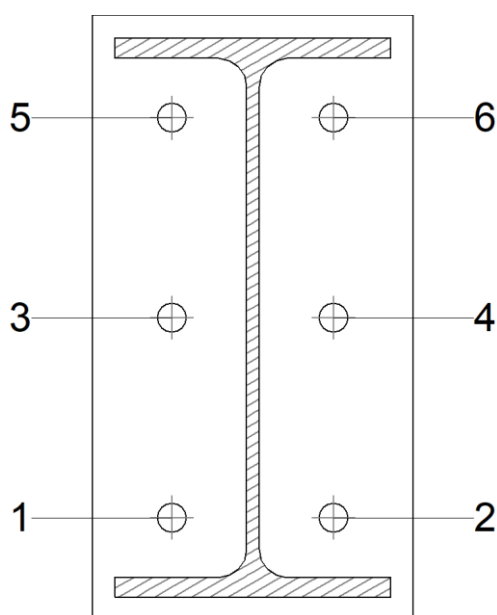
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	252	7.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	62.1	73.9	0.1	142.3	36.88	62.1	18.92	410.0	0.85
Soldadura del alma	67.1	67.1	10.1	135.4	35.09	67.1	20.47	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	46.5	55.4	0.3	106.7	27.65	56.4	17.18	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



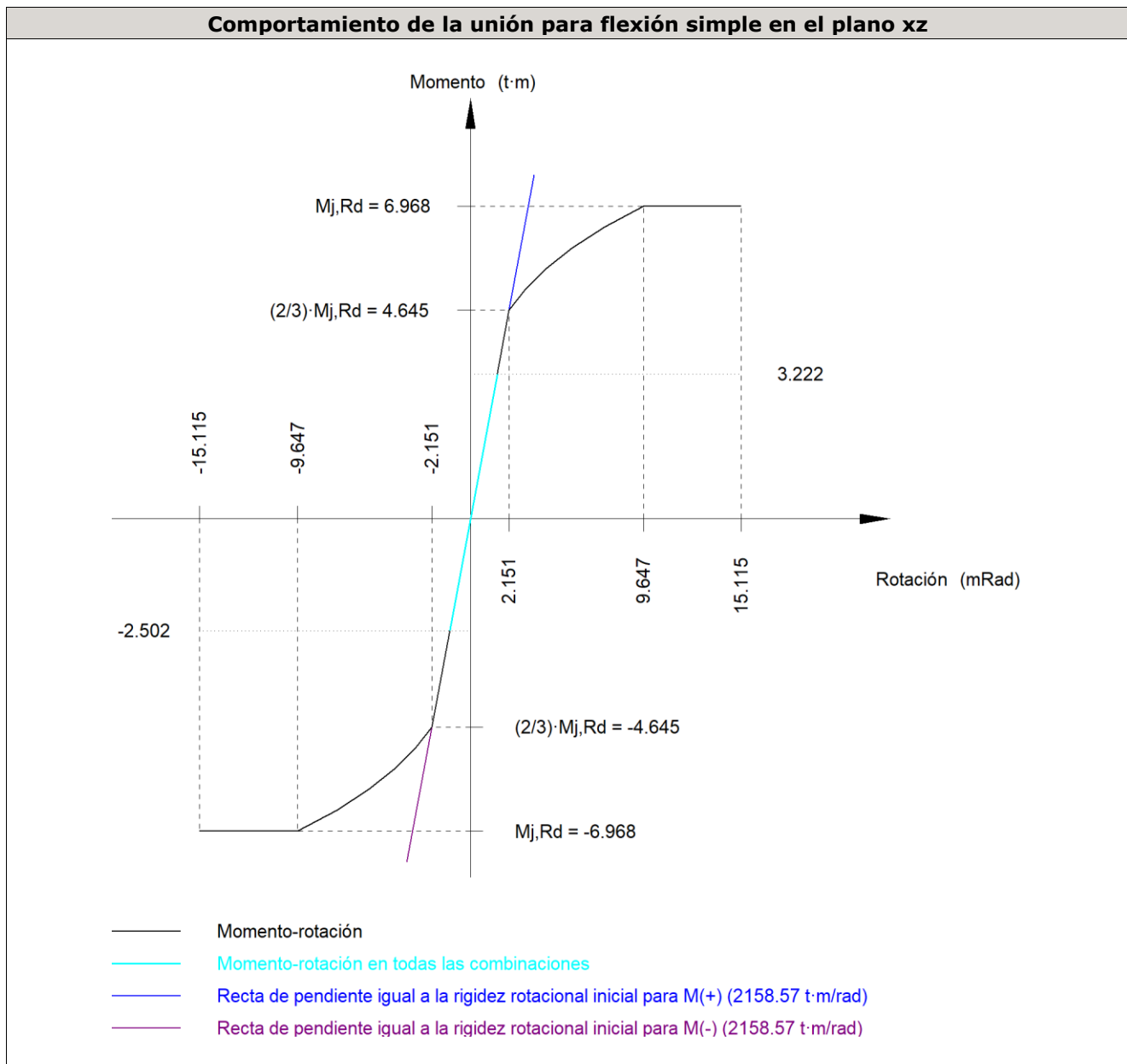
Disposición							
Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	44	109	88	32.5
2	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	44	109	88	32.5
3	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	44	109	88	39.0
4	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	44	109	88	39.0
5	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	44	109	88	32.5
6	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	44	109	88	32.5

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	9.626	64.340	14.96	Vástago	35.760	90.432	39.54	34.24	39.54
	Aplastamiento	9.626	183.675	5.24	Punzonamiento	35.760	219.639	16.28		
2	Sección transversal	9.626	64.340	14.96	Vástago	35.781	90.432	39.57	34.40	39.57
	Aplastamiento	9.626	183.680	5.24	Punzonamiento	35.781	219.639	16.29		
3	Sección transversal	9.626	64.340	14.96	Vástago	32.582	90.432	36.03	32.27	36.03
	Aplastamiento	9.626	183.675	5.24	Punzonamiento	32.582	219.639	14.83		
4	Sección transversal	9.626	64.340	14.96	Vástago	32.582	90.432	36.03	32.22	36.03
	Aplastamiento	9.626	183.680	5.24	Punzonamiento	32.582	219.639	14.83		
5	Sección transversal	16.428	64.340	25.53	Vástago	46.943	90.432	51.91	42.47	51.91
	Aplastamiento	16.428	183.667	8.94	Punzonamiento	46.943	219.639	21.37		
6	Sección transversal	21.674	64.340	33.69	Vástago	46.943	90.432	51.91	42.42	51.91
	Aplastamiento	21.674	183.680	11.80	Punzonamiento	46.943	219.639	21.37		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	542.58	2158.57
Calculada para momentos negativos	542.58	2158.57

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.39	1.80	77.40
Momento resistente	kNm	31.61	68.36	46.24
Capacidad de rotación	mRad	98.752	667	14.81

d) Medición

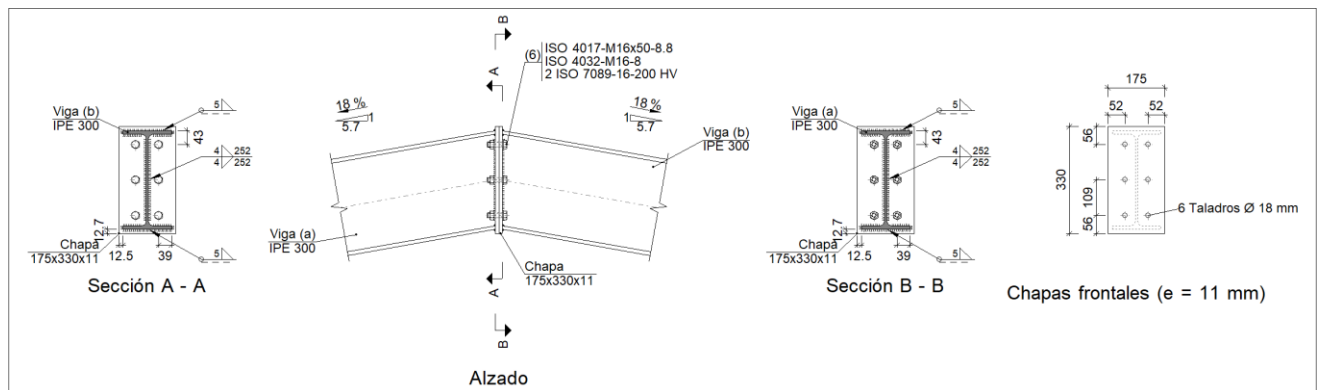
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1921
			5	2105

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	225x120x11	9.33
	Chapas	1	175x330x14	6.35
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4014-M16x65
Tuercas	Clase 8	6	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	12	ISO 7089-16

Tipo 14

a) Detalle

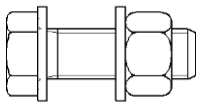


b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Esquema	Geometría			Taladros		Acero		
		Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal		175	330	11	6	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x50-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	50	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Viga (a) IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	30.19	153.32	19.69
Ala	Aplastamiento	kN	23.76	426.84	5.57
	Tracción	kN	7.77	210.18	3.70
Alma	Tracción	kN	14.63	139.12	10.52

Cordones de soldadura

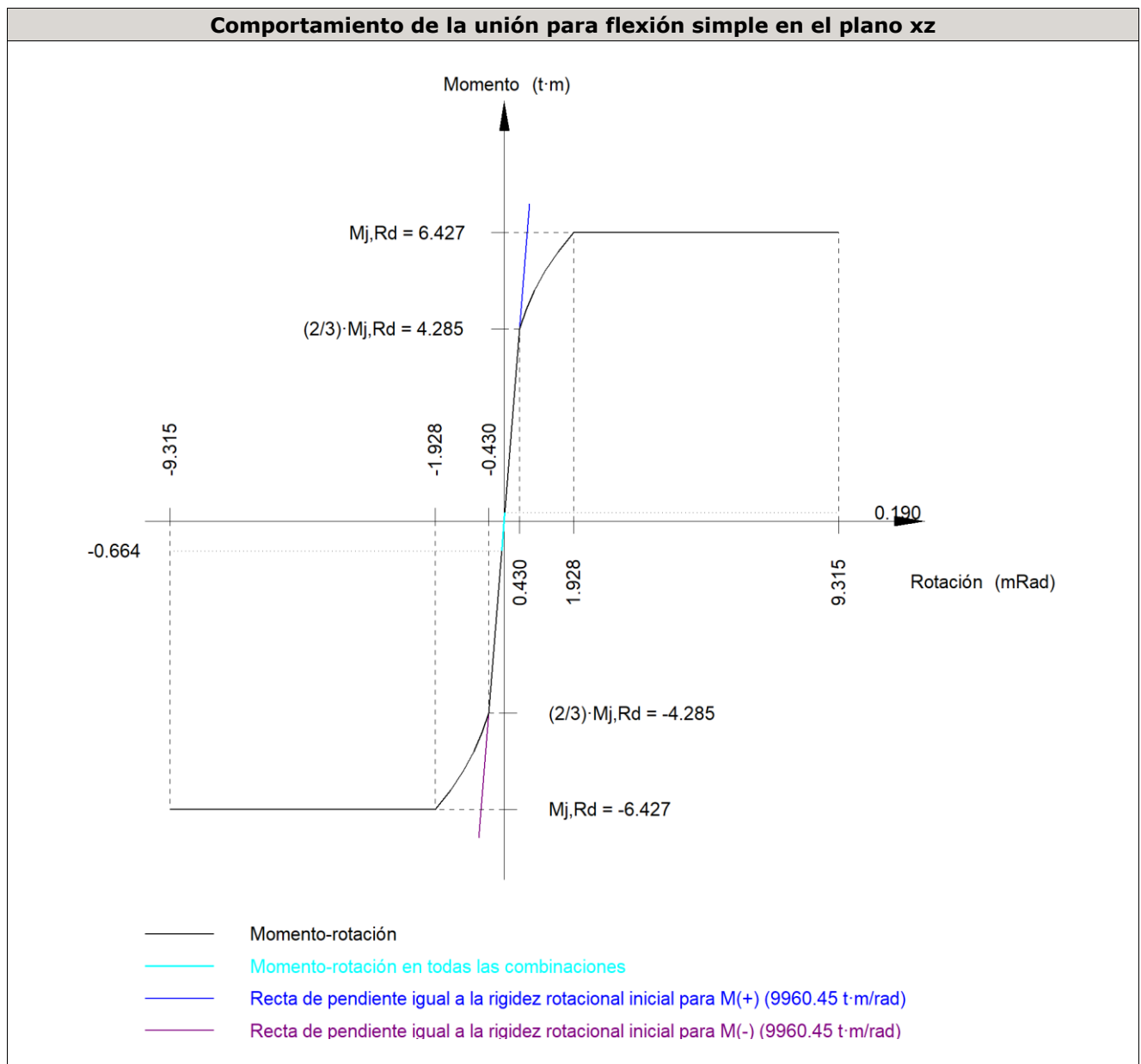
Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	252	7.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	9.9	11.8	0.4	22.7	5.89	10.7	3.25	410.0	0.85

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	22.3	22.3	0.9	44.7	11.58	22.3	6.80	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	20.6	24.6	0.6	47.3	12.27	20.6	6.29	410.0	0.85

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	3701.47	9960.45
Calculada para momentos negativos	3701.47	9960.45



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.10	1.80	61.16
Momento resistente	kNm	6.51	63.04	10.33
Capacidad de rotación	mRad	7.154	667	1.07

2) Viga (b) IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	30.19	153.32	19.69
Ala	Compresión	kN	23.76	426.84	5.57
	Tracción	kN	7.77	210.18	3.70
Alma	Tracción	kN	14.63	139.12	10.52

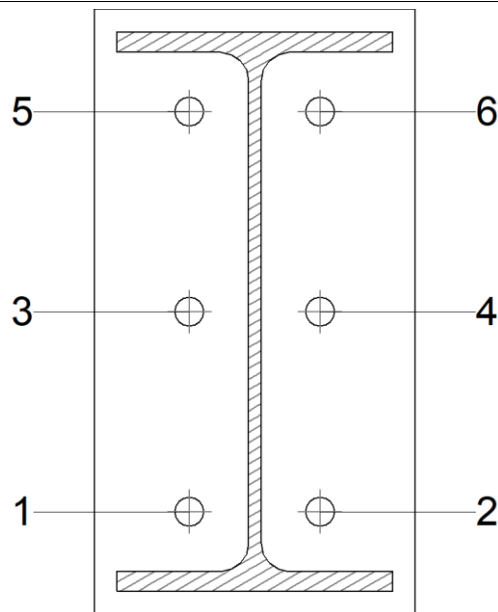
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	252	7.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	9.9	11.8	0.6	22.8	5.90	10.7	3.25	410.0	0.85
Soldadura del alma	22.3	22.3	1.1	44.7	11.58	22.3	6.80	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	20.6	24.6	1.2	47.4	12.27	20.6	6.29	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	109	71	32.0
2	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	109	71	32.0
3	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	109	71	32.0
4	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	109	71	32.0
5	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	109	71	32.0
6	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	109	71	32.0

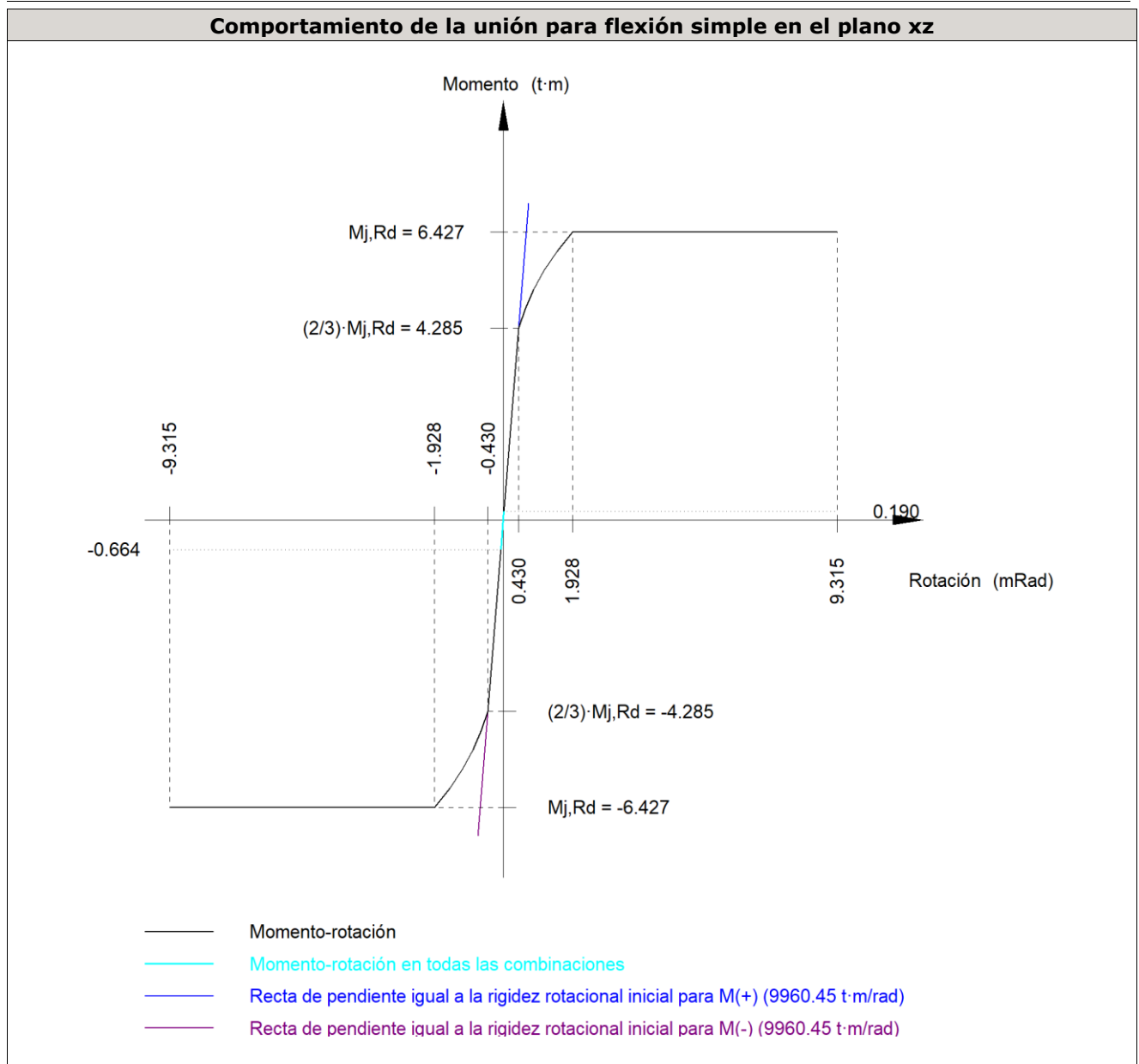
--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	3.130	50.240	6.23	Vástago	16.963	90.432	18.76	15.95	18.76
	Aplastamiento	3.130	144.320	2.17	Punzonamiento	16.963	172.573	9.83		
2	Sección transversal	3.127	50.240	6.22	Vástago	17.810	90.432	19.69	16.24	19.69
	Aplastamiento	3.127	144.273	2.17	Punzonamiento	17.810	172.573	10.32		
3	Sección transversal	4.585	50.240	9.13	Vástago	11.137	90.432	12.32	11.87	12.32
	Aplastamiento	4.585	144.320	3.18	Punzonamiento	11.137	172.573	6.45		
4	Sección transversal	4.585	50.240	9.13	Vástago	12.154	90.432	13.44	12.22	13.44
	Aplastamiento	4.585	144.317	3.18	Punzonamiento	12.154	172.573	7.04		
5	Sección transversal	18.026	50.240	35.88	Vástago	1.821	90.432	2.01	35.88	35.88

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
	Aplastamiento	18.026	144.312	12.49	Punzonamiento	1.821	172.573	1.06		
6	Sección transversal	11.095	50.240	22.08	Vástago	3.331	90.432	3.68	22.08	22.08
	Aplastamiento	11.095	144.313	7.69	Punzonamiento	3.331	172.573	1.93		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	3701.47	9960.45
Calculada para momentos negativos	3701.47	9960.45

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.10	1.80	61.16
Momento resistente	kNm	6.51	63.04	10.33
Capacidad de rotación	mRad	7.154	667	1.07

d) Medición

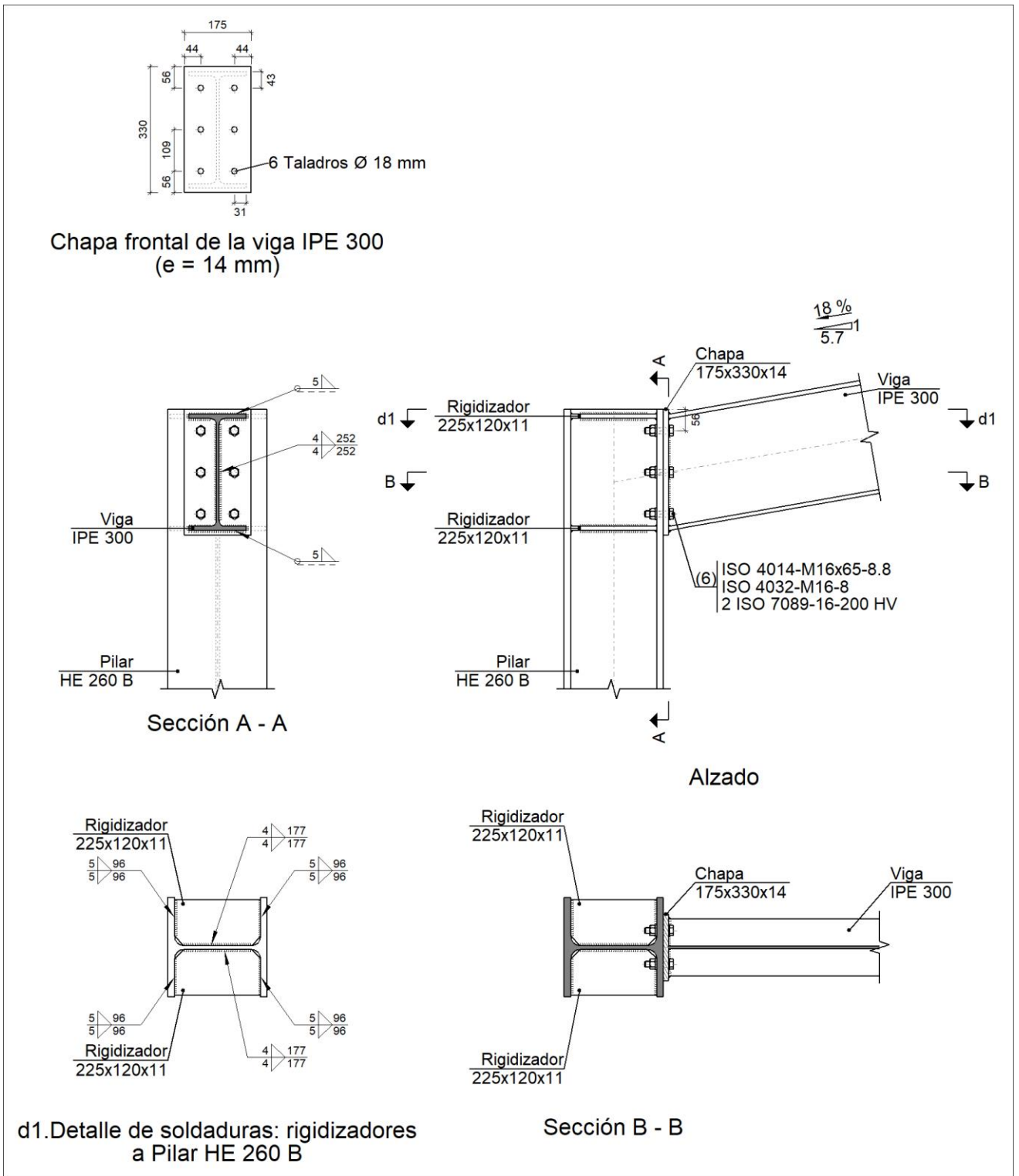
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1010
			5	1139

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	2	175x330x11	9.97
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4017-M16x50
Tuercas	Clase 8	6	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	12	ISO 7089-16

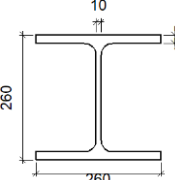
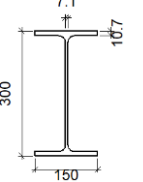
Tipo 15

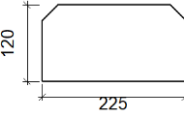

a) Detalle

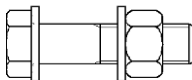


b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 260 B		260	260	17.5	10	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		225	120	11	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga IPE 300		175	330	14	6	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M16x65-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	65	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 260 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	34.77

		Cortante	kN	177.61	414.75	42.82
	Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	74.43	261.90	28.42
	Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	72.85	261.90	27.81
	Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	74.46	261.90	28.43
	Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	72.33	261.90	27.62
	Ala	Cortante	N/mm ²	41.27	261.90	15.76
Viga IPE 300	Ala	Tracción por flexión	kN	126.41	180.86	69.89
		Tracción	kN	27.20	257.51	10.56
	Alma	Tracción	kN	72.00	158.45	45.44

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	96	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	177	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	96	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	177	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	96	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	177	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	96	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	177	10.0	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	57.9	57.9	0.1	115.8	30.00	57.9	17.65	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	36.7	63.6	16.48	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	56.7	56.7	0.8	113.3	29.36	56.7	17.27	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	40.8	70.7	18.33	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	57.9	57.9	0.1	115.9	30.02	57.9	17.66	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	36.7	63.6	16.49	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	56.3	56.3	0.8	112.5	29.16	56.3	17.15	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	40.8	70.7	18.32	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	126.41	174.95	72.25
Ala	Compresión	kN	193.47	426.84	45.33
	Tracción	kN	36.68	210.18	17.45
Alma	Tracción	kN	53.05	150.29	35.30

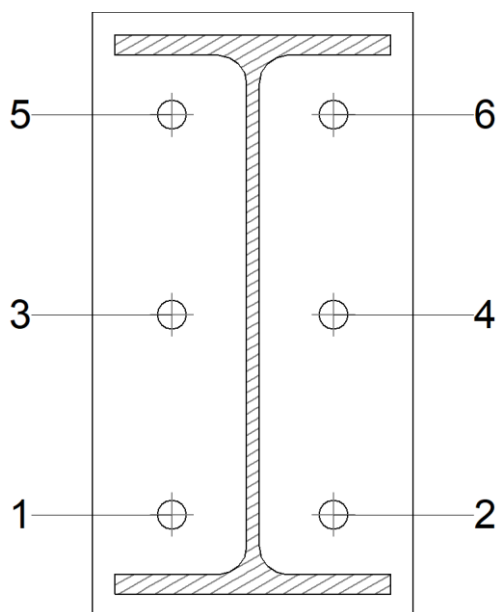
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	252	7.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	80.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	86.4	102.9	0.1	198.1	51.33	86.4	26.33	410.0	0.85
Soldadura del alma	93.4	93.4	16.5	189.1	49.00	93.5	28.49	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	100.0	83.9	0.8	176.4	45.71	100.0	30.48	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



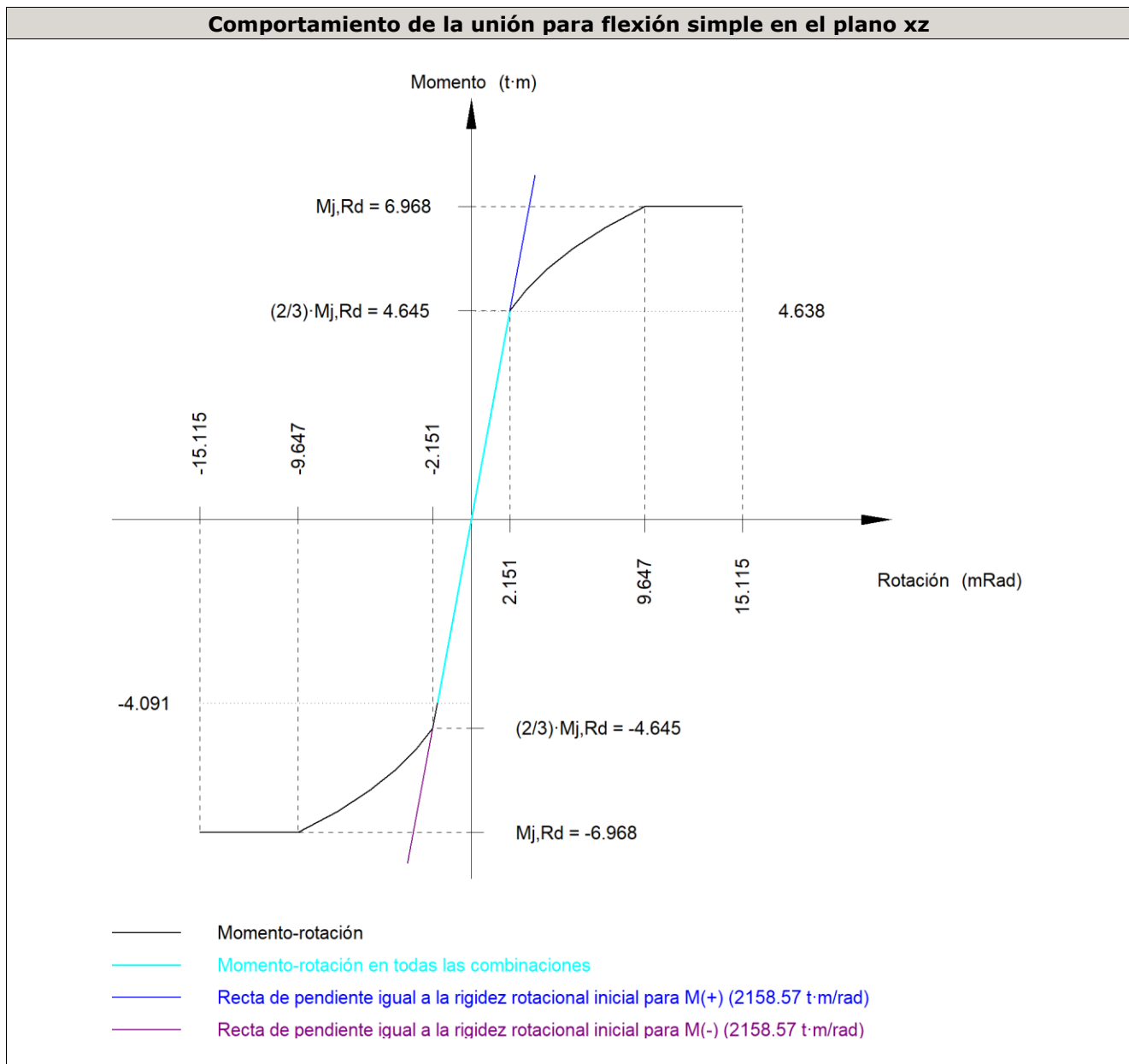
Disposición							
Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	44	109	88	32.5
2	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	44	109	88	32.5
3	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	44	109	88	39.0
4	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	44	109	88	39.0
5	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	44	109	88	32.5
6	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	44	109	88	32.5

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	6.751	64.340	10.49	Vástago	63.471	90.432	70.19	56.13	70.19
	Aplastamiento	6.751	183.680	3.68	Punzonamiento	63.471	219.639	28.90		
2	Sección transversal	6.596	64.340	10.25	Vástago	63.420	90.432	70.13	55.87	70.13
	Aplastamiento	6.596	183.482	3.59	Punzonamiento	63.420	219.639	28.87		
3	Sección transversal	6.742	64.340	10.48	Vástago	45.173	90.432	49.95	44.30	49.95
	Aplastamiento	6.742	183.680	3.67	Punzonamiento	45.173	219.639	20.57		
4	Sección transversal	6.586	64.340	10.24	Vástago	45.173	90.432	49.95	44.37	49.95
	Aplastamiento	6.586	183.621	3.59	Punzonamiento	45.173	219.639	20.57		
5	Sección transversal	6.738	64.340	10.47	Vástago	65.340	90.432	72.25	60.23	72.25
	Aplastamiento	6.738	183.680	3.67	Punzonamiento	65.340	219.639	29.75		
6	Sección transversal	6.583	64.340	10.23	Vástago	65.340	90.432	72.25	60.30	72.25
	Aplastamiento	6.583	183.678	3.58	Punzonamiento	65.340	219.639	29.75		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	542.58	2158.57
Calculada para momentos negativos	542.58	2158.57

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.39	1.80	77.40
Momento resistente	kNm	45.50	68.36	66.55
Capacidad de rotación	mRad	142.142	667	21.32

d) Medición

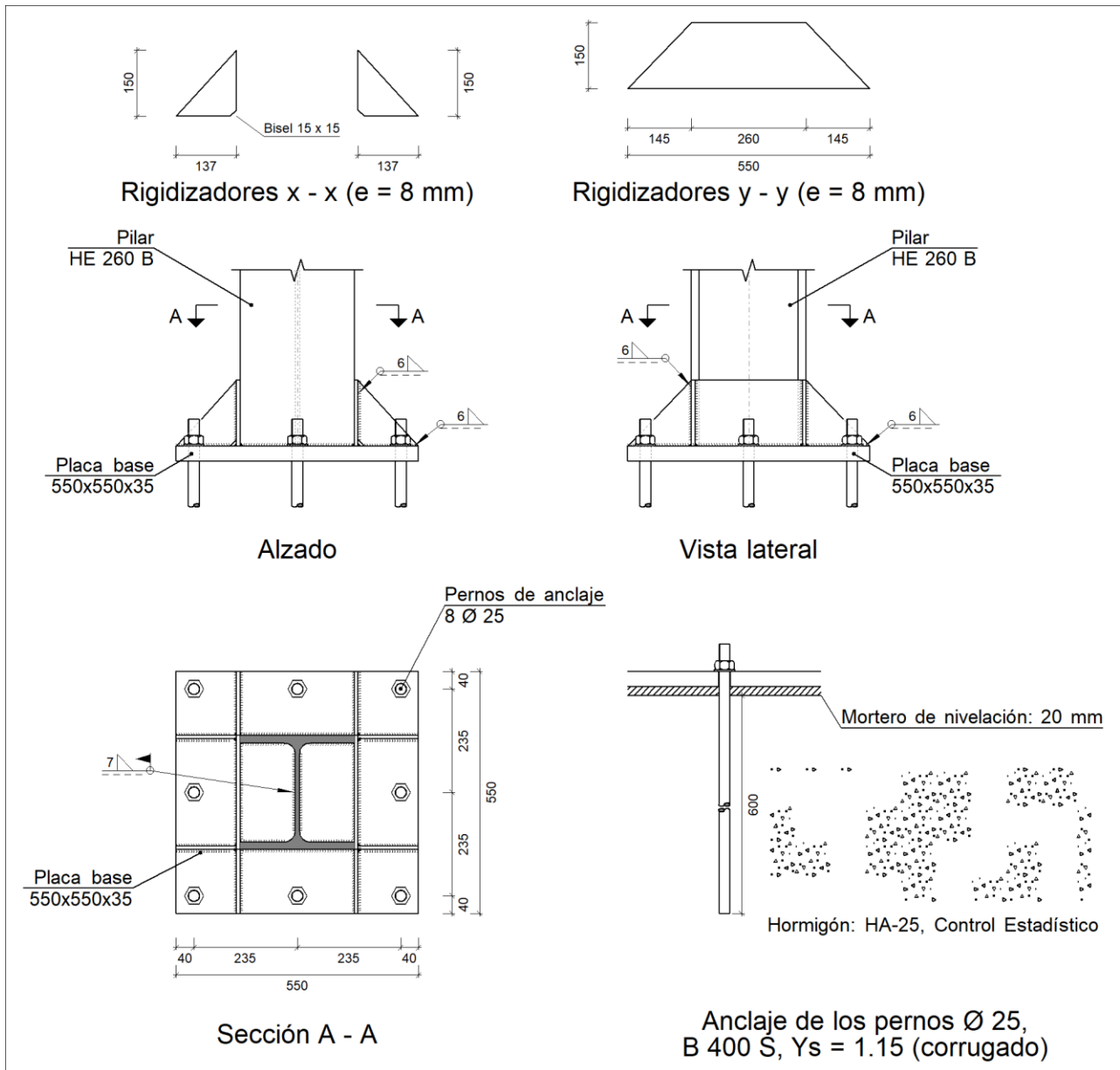
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1921
			5	2105

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	225x120x11	9.33
	Chapas	1	175x330x14	6.35
				Total

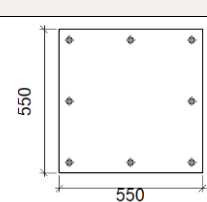
Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4014-M16x65
Tuercas	Clase 8	6	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	12	ISO 7089-16

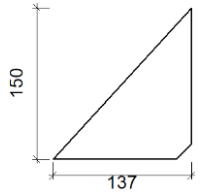
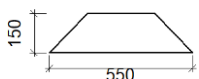
Tipo 16

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Placa base		550	550	35	8	25	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		137	150	8	-	-	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		550	150	8	-	-	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Pilar HE 260 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1278	10.0	90.00	

*a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:	Valores	Estado
Comprobación		
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:	Máximo: 50	
- Paralelos a X:	Calculado: 45.2	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Paralelos a Y:	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:	Máximo: 13.07 t Calculado: 11.595 t	Cumple
- Cortante:	Máximo: 9.149 t Calculado: 0.726 t	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 13.07 t Calculado: 12.632 t	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 12.734 t Calculado: 10.876 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 3883.31 kp/cm ² Calculado: 2230.9 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 46.721 t Calculado: 0.68 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2669.77 kp/cm ²	
- Derecha:	Calculado: 918.34 kp/cm ²	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 618.366 kp/cm ²	Cumple
- Arriba:	Calculado: 1854.86 kp/cm ²	Cumple
- Abajo:	Calculado: 1926.41 kp/cm ²	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 8953.44	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 13759.6	Cumple
- Arriba:	Calculado: 4573.06	Cumple
- Abajo:	Calculado: 4395.81	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 1987 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador x-x (y = -126): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	137	8.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -126): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	6	135	8.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -126): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	137	8.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -126): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	6	135	8.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 126): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	137	8.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 126): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	6	135	8.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 126): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	137	8.0	90.00

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Rigidizador x-x (y = 126): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	6	135	8.0	90.00	
Rigidizador y-y (x = -134): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	550	8.0	90.00	
Rigidizador y-y (x = 134): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	550	8.0	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador x-x (y = -126): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -126): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -126): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -126): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 126): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 126): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 126): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 126): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = -134): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 134): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

d) Medición

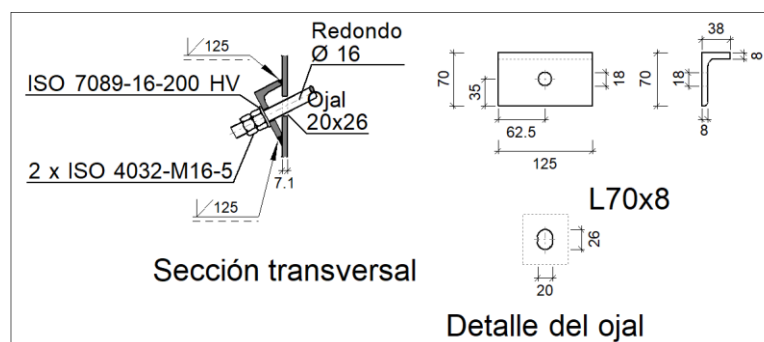
Soldaduras				
f _u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	6	3646
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	1278

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	8	T25
Arandelas	8	A25

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	550x550x35	83.11
	Rigidizadores pasantes	2	550/260x150/0x8	7.63
	Rigidizadores no pasantes	4	137/0x150/0x8	2.58
	Total			93.32
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	8	$\varnothing 25 - L = 680$	20.96
	Total			20.96

Tipo 17

a) Detalle



b) Comprobación

1) L70x8 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	16.98	129.44	13.12
Flector	--	--	--	69.47

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	7	125

l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

c) Medición

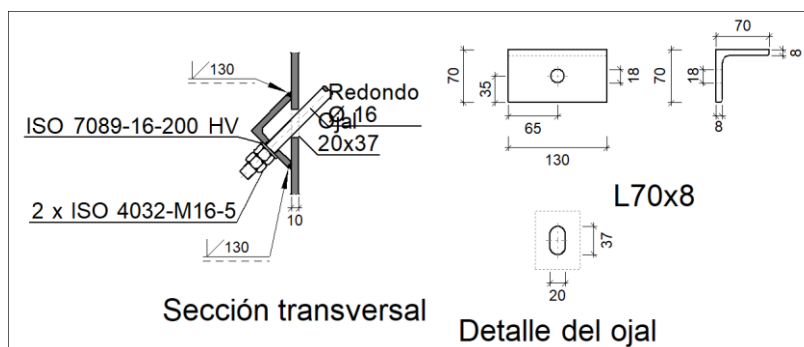
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple	8	250

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L70x8	125	1.04
			Total	1.04

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-16

Tipo 18

a) Detalle



b) Comprobación

1) L70x8 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	18.42	135.48	13.59
Flector	--	--	--	72.45

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	8	130

l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

c) Medición

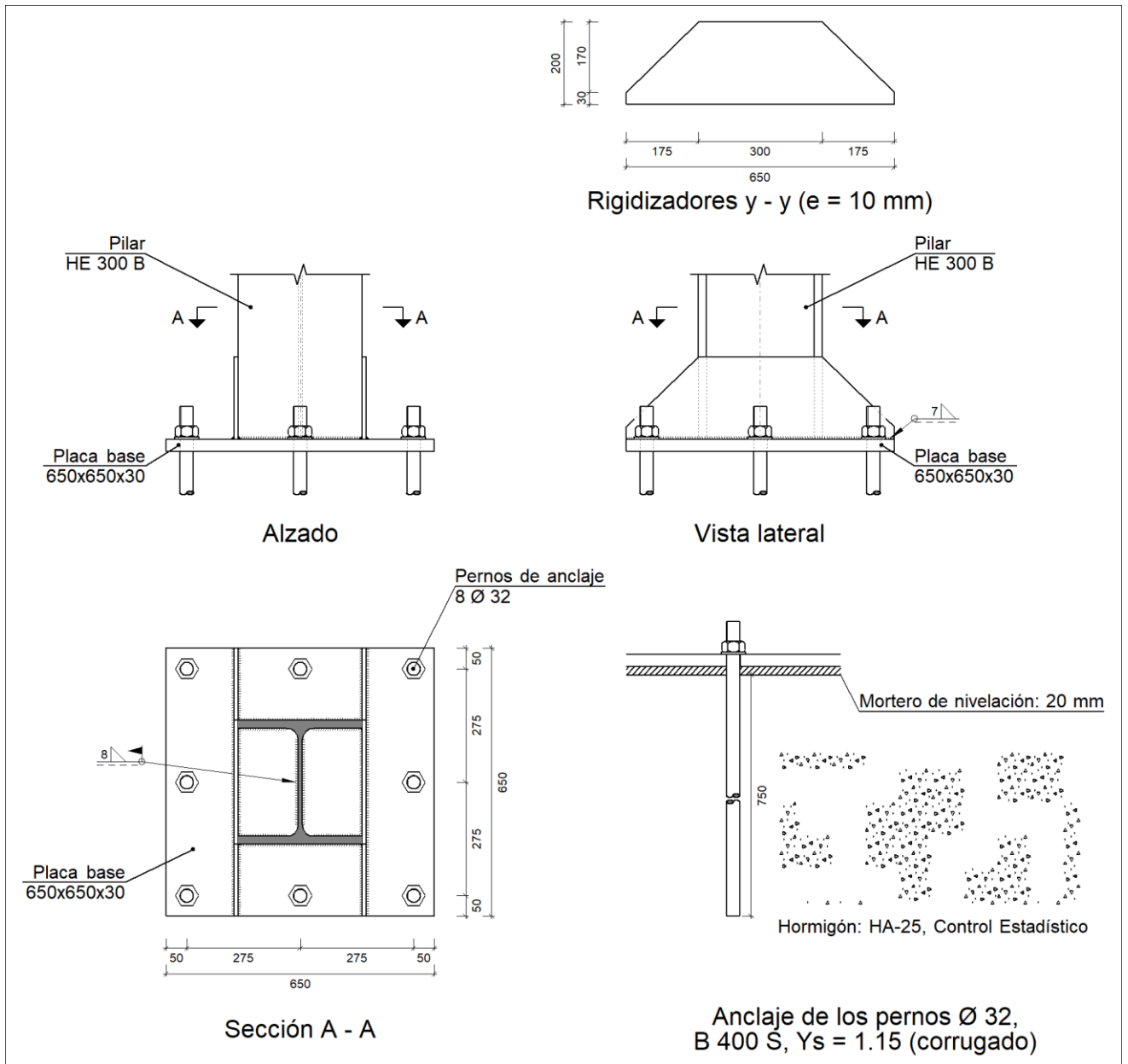
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple	8	260

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L70x8	130	1.08
				Total

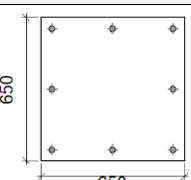
Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-16

Tipo 19

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros			Acero	
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f _v (kp/cm ²)	f _u (kp/cm ²)
Placa base		650	650	30	8	32	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		650	200	10	-	-	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Pilar HE 300 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	8	1486	11.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 96 mm Calculado: 275 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 116 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 46	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 37 cm Calculado: 75 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Tracción:	Máximo: 20.912 t Calculado: 18.055 t	Cumple
- Cortante:	Máximo: 14.638 t Calculado: 1.474 t	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 20.912 t Calculado: 20.161 t	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 20.851 t Calculado: 16.669 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 3883.31 kp/cm ² Calculado: 2093.33 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 51.26 t Calculado: 1.362 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2669.77 kp/cm ²	
- Derecha:	Calculado: 1614.69 kp/cm ²	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1502.36 kp/cm ²	Cumple
- Arriba:	Calculado: 2290.99 kp/cm ²	Cumple
- Abajo:	Calculado: 2173.43 kp/cm ²	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1590.13	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1833.03	Cumple
- Arriba:	Calculado: 4196.62	Cumple
- Abajo:	Calculado: 4167.17	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 1931.82 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Rigidizador y-y (x = -155): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	650	10.0	90.00	
Rigidizador y-y (x = 155): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	650	10.0	90.00	
<i>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -155): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = 155): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.						410.0	0.85	

d) Medición

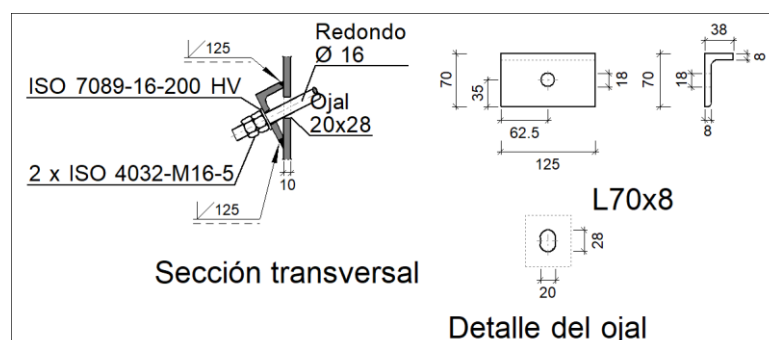
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	7	2524
	En el lugar de montaje	En ángulo	8	1486

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	8	T32
Arandelas	8	A32

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	650x650x30	99.50
	Rigidizadores pasantes	2	650/300x200/30x10	15.74
	Total			115.24
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	8	$\varnothing 32 - L = 832$	42.02
	Total			42.02

Tipo 20

a) Detalle



b) Comprobación

1) L70x8 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	16.98	129.44	13.12
Flector	--	--	--	69.47

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	8	125

l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

c) Medición

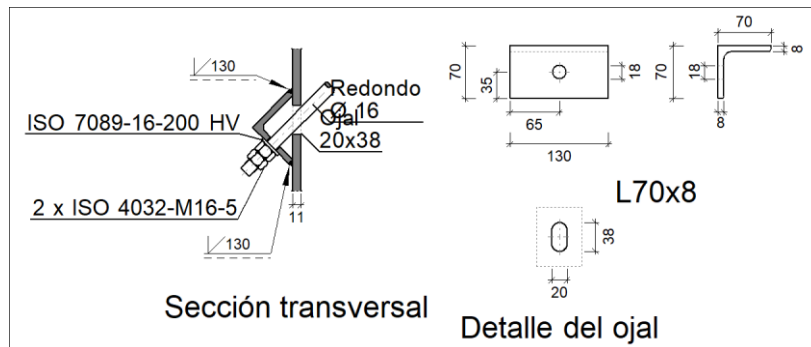
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple	8	250

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L70x8	125	1.04
			Total	1.04

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-16

Tipo 21

a) Detalle



b) Comprobación

1) L70x8 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	18.42	135.48	13.59
Flector	--	--	--	72.45

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	8	130

l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

c) Medición

Soldaduras

f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple	8	260

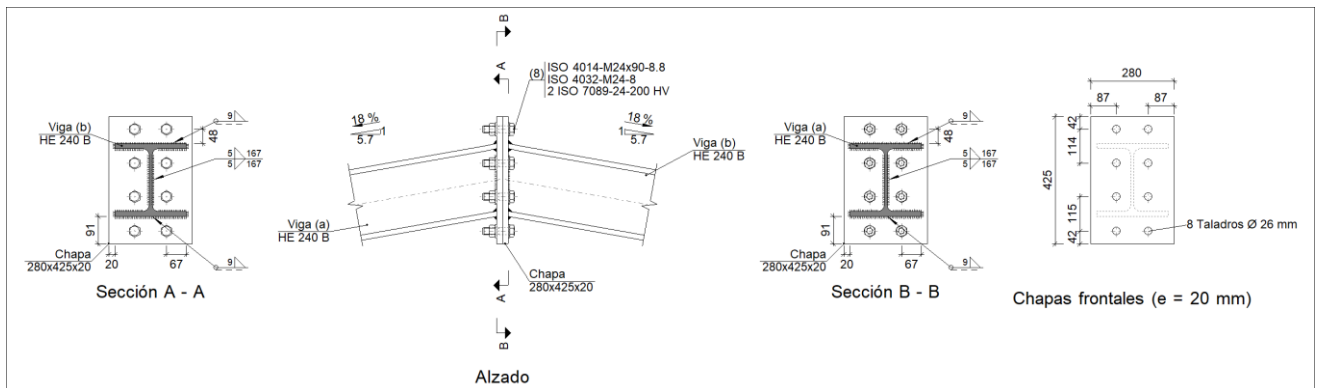
Angulares

Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L70x8	130	1.08
			Total	1.08

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-16

Tipo 22

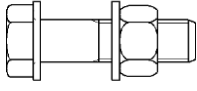
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	HE 240 B		240	240	17	10	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal		280	425	20	8	26	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M24x90-8.8 ISO 4032-M24-8 2 ISO 7089-24-200 HV		M24	90	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Viga (a) HE 240 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	283.88	301.85	94.05
Ala	Aplastamiento	kN	520.97	1085.04	48.01
	Tracción	kN	182.76	534.29	34.21
Alma	Tracción	kN	75.14	248.35	30.25

Cordones de soldadura

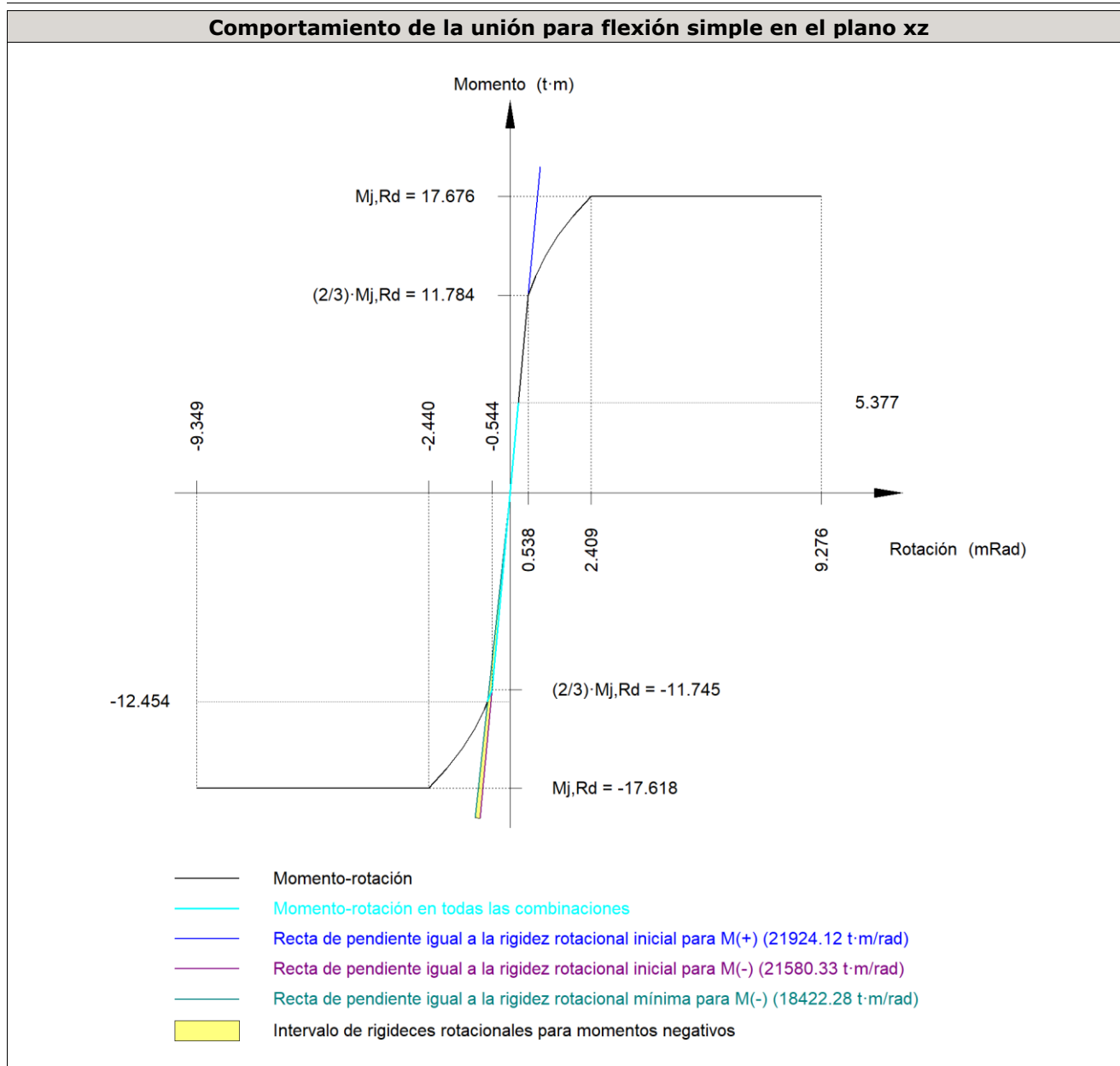
Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	9	240	17.0	80.00	
Soldadura del alma	En ángulo	5	167	10.0	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	9	240	17.0	80.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	100.7	120.0	0.3	231.0	59.87	100.7	30.71	410.0	0.85
Soldadura del alma	79.9	79.9	0.9	159.8	41.40	79.9	24.35	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	104.7	87.9	0.3	184.8	47.88	104.7	31.93	410.0	0.85

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	21363.44	21924.12
Calculada para momentos negativos	21363.44	21580.33

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	0.94	1.80	52.40
Momento resistente	kNm	122.18	172.84	70.69
Capacidad de rotación	mRad	72.314	667	10.85

2) Viga (b) HE 240 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	283.88	301.85	94.05
Ala	Compresión	kN	520.97	1085.04	48.01
	Tracción	kN	182.76	534.29	34.21
Alma	Tracción	kN	75.14	248.35	30.25

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

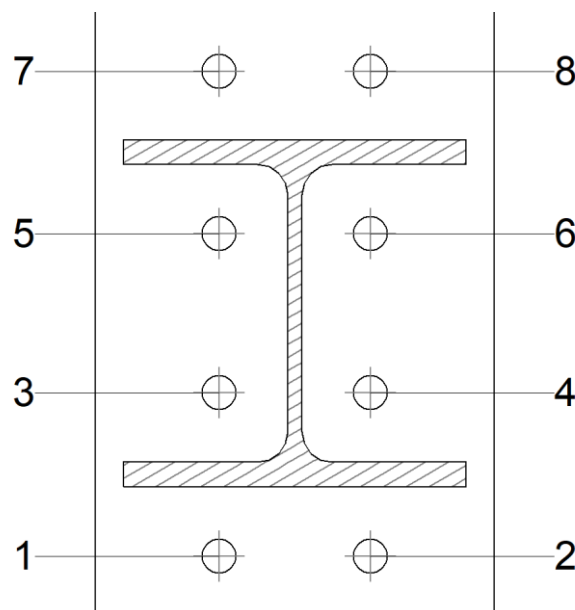
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	9	240	17.0	80.00
Soldadura del alma	En ángulo	5	167	10.0	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	9	240	17.0	80.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	100.7	120.0	0.3	231.0	59.87	100.7	30.71	410.0	0.85
Soldadura del alma	79.9	79.9	0.9	159.8	41.40	79.9	24.35	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	104.7	87.9	0.3	184.8	47.88	104.7	31.93	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición

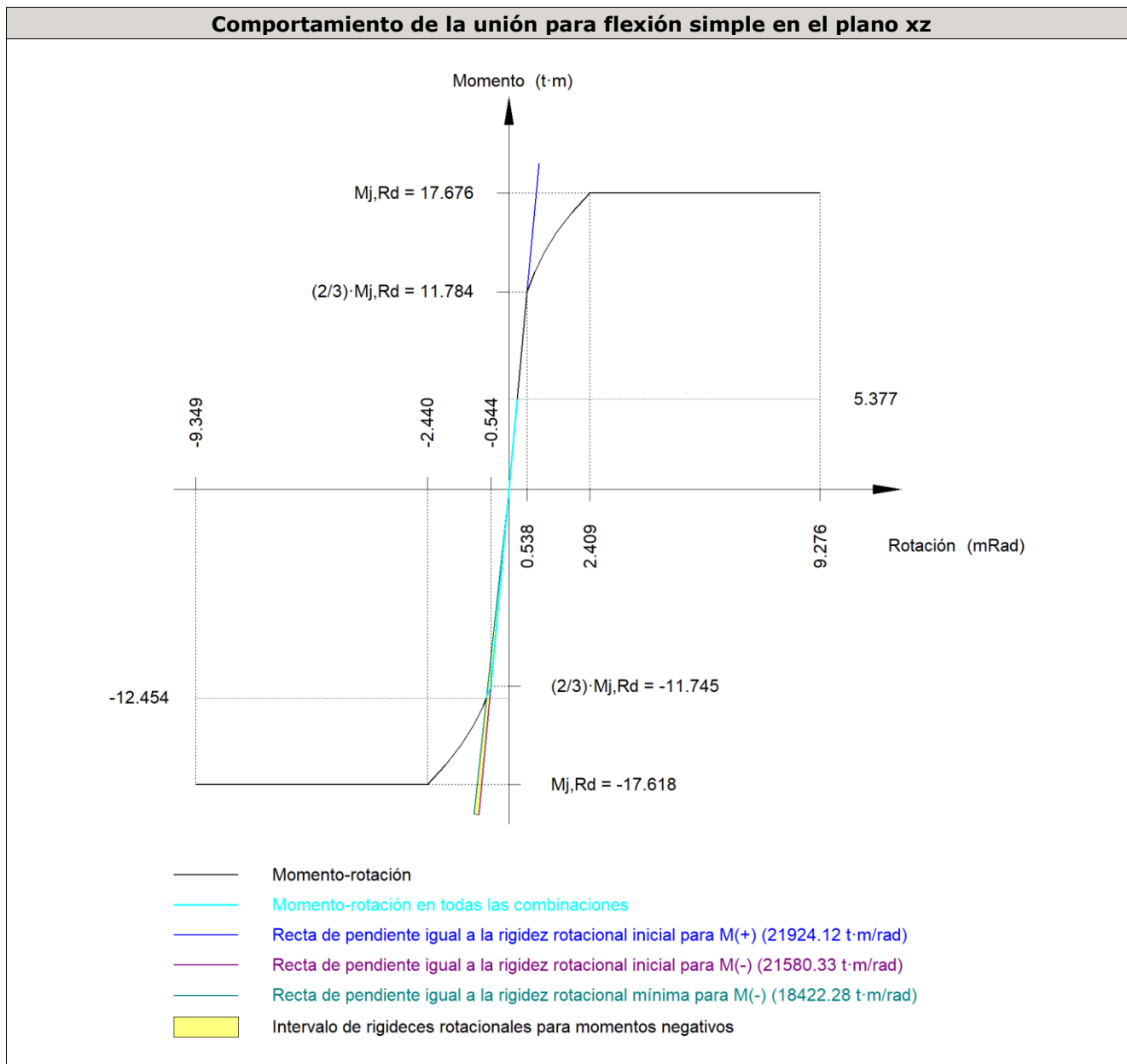
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M24x90-8.8	26.0	42	87	115	106	42.3
2	ISO 4014-M24x90-8.8	26.0	42	87	115	106	42.3
3	ISO 4014-M24x90-8.8	26.0	--	87	112	106	48.0
4	ISO 4014-M24x90-8.8	26.0	--	87	112	106	48.0
5	ISO 4014-M24x90-8.8	26.0	--	87	112	106	48.0

Disposición							
Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
6	ISO 4014-M24x90-8.8	26.0	--	87	112	106	48.0
7	ISO 4014-M24x90-8.8	26.0	42	87	114	106	42.3
8	ISO 4014-M24x90-8.8	26.0	42	87	114	106	42.3

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	3.884	144.765	2.68	Vástago	191.225	203.328	94.05	67.18	94.05
	Aplastamiento	3.884	253.980	1.53	Punzonamiento	191.225	467.100	40.94		
2	Sección transversal	3.886	144.765	2.68	Vástago	191.104	203.328	93.99	67.13	93.99
	Aplastamiento	3.886	253.928	1.53	Punzonamiento	191.104	467.100	40.91		
3	Sección transversal	3.886	144.765	2.68	Vástago	78.382	203.328	38.55	27.54	38.55
	Aplastamiento	3.886	393.600	0.99	Punzonamiento	78.382	467.100	16.78		
4	Sección transversal	3.888	144.765	2.69	Vástago	78.313	203.328	38.52	27.51	38.52
	Aplastamiento	3.888	393.600	0.99	Punzonamiento	78.313	467.100	16.77		
5	Sección transversal	3.887	144.765	2.69	Vástago	44.224	203.328	21.75	17.57	21.75
	Aplastamiento	3.887	393.600	0.99	Punzonamiento	44.224	467.100	9.47		
6	Sección transversal	3.889	144.765	2.69	Vástago	44.270	203.328	21.77	17.57	21.77
	Aplastamiento	3.889	393.600	0.99	Punzonamiento	44.270	467.100	9.48		
7	Sección transversal	11.965	144.765	8.26	Vástago	103.248	203.328	50.78	38.31	50.78
	Aplastamiento	11.965	393.600	3.04	Punzonamiento	103.248	467.100	22.10		
8	Sección transversal	11.965	144.765	8.26	Vástago	103.362	203.328	50.84	38.33	50.84
	Aplastamiento	11.965	393.600	3.04	Punzonamiento	103.362	467.100	22.13		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	21363.44	21924.12
Calculada para momentos negativos	21363.44	21580.33



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	0.94	1.80	52.40
Momento resistente	kNm	122.18	172.84	70.69
Capacidad de rotación	mRad	72.314	667	10.85

d) Medición

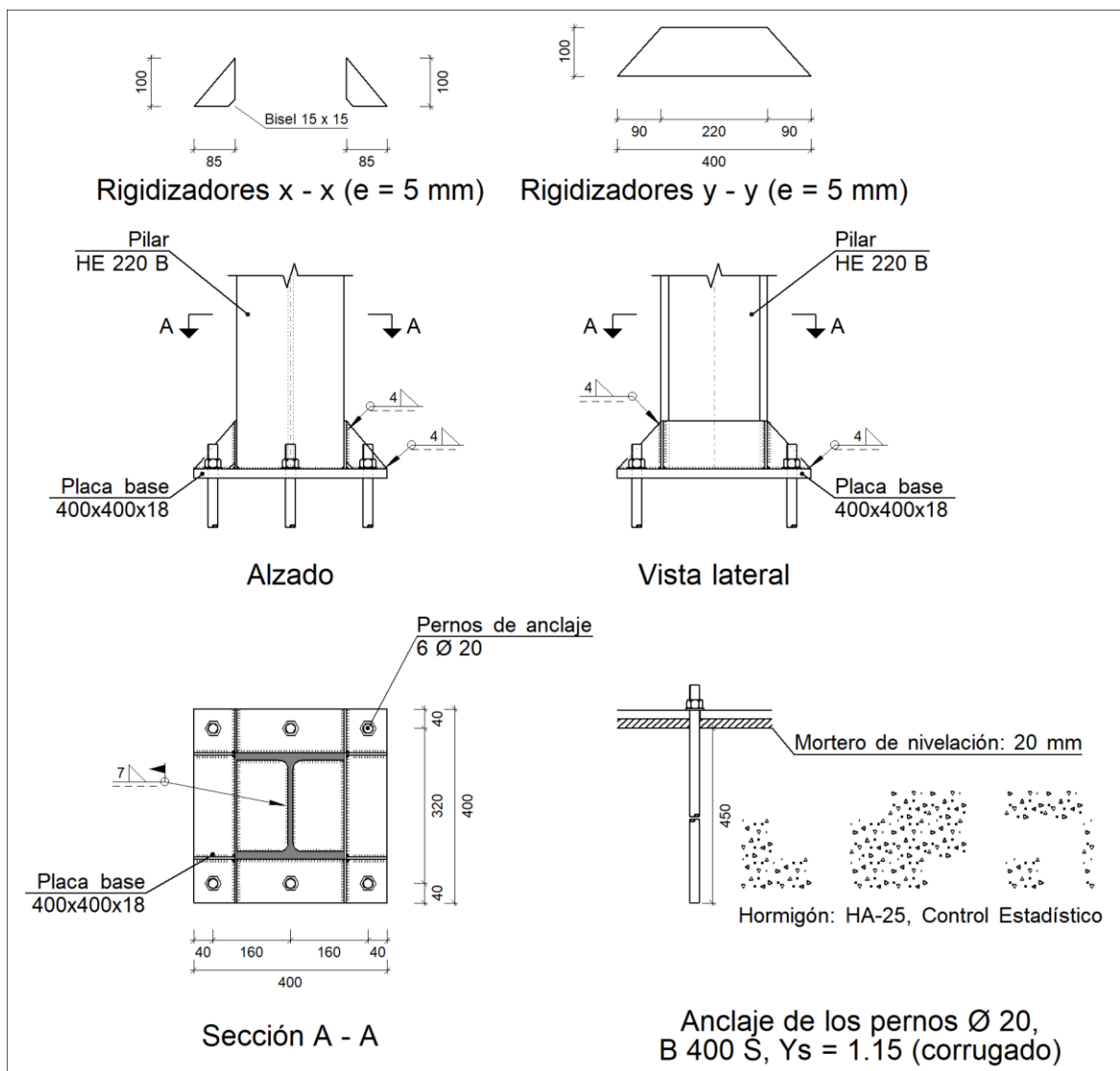
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	5	666
			9	1850

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	2	280x425x20	37.37
				Total

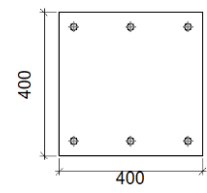
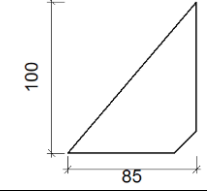
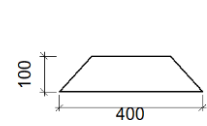
Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	8	ISO 4014-M24x90
Tuercas	Clase 8	8	ISO 4032-M24
Arandelas	Dureza 200 HV	16	ISO 7089-24

Tipo 23

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Placa base		400	400	18	6	20	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		85	100	5	-	-	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		400	100	5	-	-	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1093	9.5	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: 3 diámetros	Mínimo: 60 mm Calculado: 160 mm	Cumple

Referencia:			
Comprobación	Valores		Estado
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 45 mm		Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm		Cumple
Esbellez de rigidizadores:	Máximo: 50		
- Paralelos a X:	Calculado: 46.6		Cumple
- Paralelos a Y:	Calculado: 46.6		Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 23 cm Calculado: 45 cm		Cumple
Anclaje perno en hormigón:			
- Tracción:	Máximo: 7.842 t Calculado: 6.165 t		Cumple
- Cortante:	Máximo: 5.489 t Calculado: 0.732 t		Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 7.842 t Calculado: 7.21 t		Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 8.143 t Calculado: 5.794 t		Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 3883.31 kp/cm ² Calculado: 1884.6 kp/cm ²		Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 19.222 t Calculado: 0.676 t		Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2669.77 kp/cm ²		
- Derecha:	Calculado: 1010.93 kp/cm ²		Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1556.47 kp/cm ²		Cumple
- Arriba:	Calculado: 2247.28 kp/cm ²		Cumple
- Abajo:	Calculado: 2514.16 kp/cm ²		Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250		
- Derecha:	Calculado: 10873.9		Cumple
- Izquierda:	Calculado: 6971.95		Cumple
- Arriba:	Calculado: 4574.38		Cumple
- Abajo:	Calculado: 4072.78		Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 1940.25 kp/cm ²		Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones			

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Rigidizador x-x (y = -108): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	85	5.0	90.00	
Rigidizador x-x (y = -108): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	85	5.0	90.00	
Rigidizador x-x (y = -108): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	85	5.0	90.00	
Rigidizador x-x (y = -108): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	85	5.0	90.00	
Rigidizador x-x (y = 108): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	85	5.0	90.00	
Rigidizador x-x (y = 108): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	85	5.0	90.00	
Rigidizador x-x (y = 108): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	85	5.0	90.00	
Rigidizador x-x (y = 108): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	85	5.0	90.00	
Rigidizador y-y (x = -113): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	400	5.0	90.00	
Rigidizador y-y (x = 113): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	400	5.0	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador x-x (y = -108): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -108): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -108): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -108): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 108): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 108): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 108): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 108): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = -113): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 113): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

d) Medición

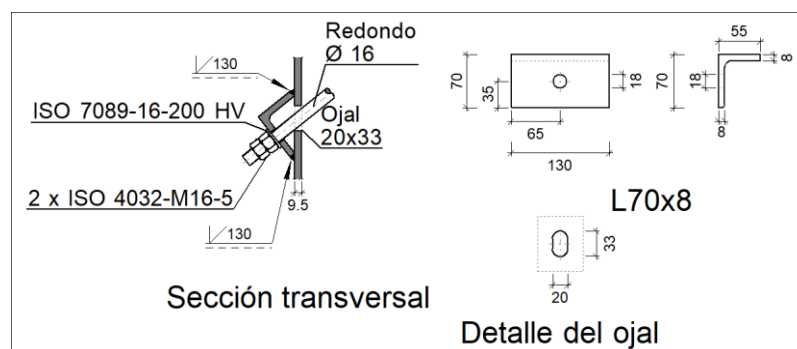
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	2436
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	1093

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	6	ISO 4032-M20
Arandelas	Dureza 200 HV	6	ISO 7089-20

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	400x400x18	22.61
	Rigidizadores pasantes	2	400/220x100/0x5	2.43
	Rigidizadores no pasantes	4	85/0x100/0x5	0.67
	Total			25.71
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	6	$\varnothing 20 - L = 508$	7.52
	Total			7.52

Tipo 24

a) Detalle



b) Comprobación

1) L70x8 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	17.77	135.48	13.12
Flector	--	--	--	69.90

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	8	130

l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.						410.0	0.85	

c) Medición

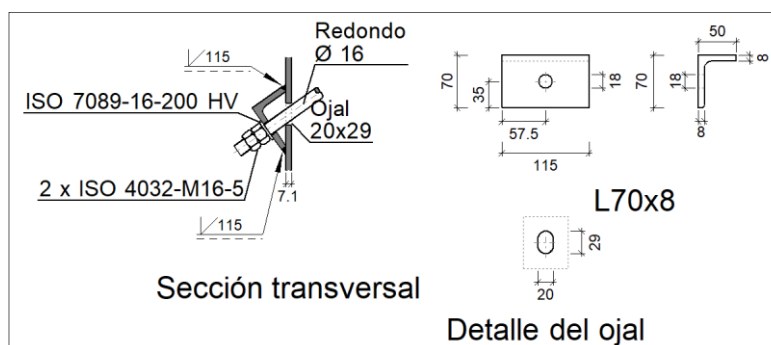
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple	8	260

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L70x8	130	1.08
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-16

Tipo 25

a) Detalle



b) Comprobación

1) L70x8 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	15.76	117.34	13.43
Flector	--	--	--	70.06

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	7	115
<i>l: Longitud efectiva</i>			

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

c) Medición

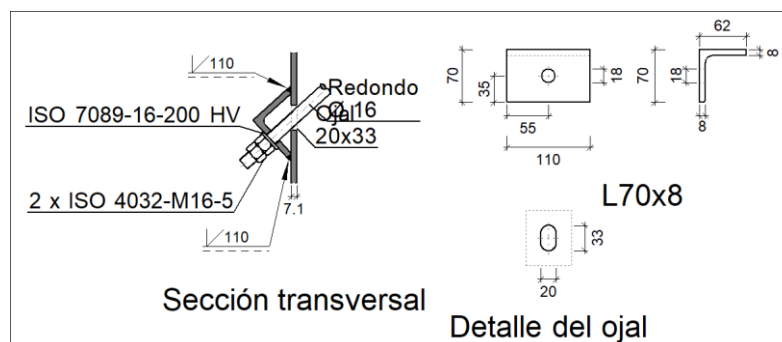
Soldaduras				
f _u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple	8	230

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L70x8	115	0.95
	Total			0.95

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-16

Tipo 26

a) Detalle



b) Comprobación

1) L70x8 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	14.41	111.29	12.94
Flector	--	--	--	66.97

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	7	110

l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

c) Medición

Soldaduras

f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple	8	220

Angulares

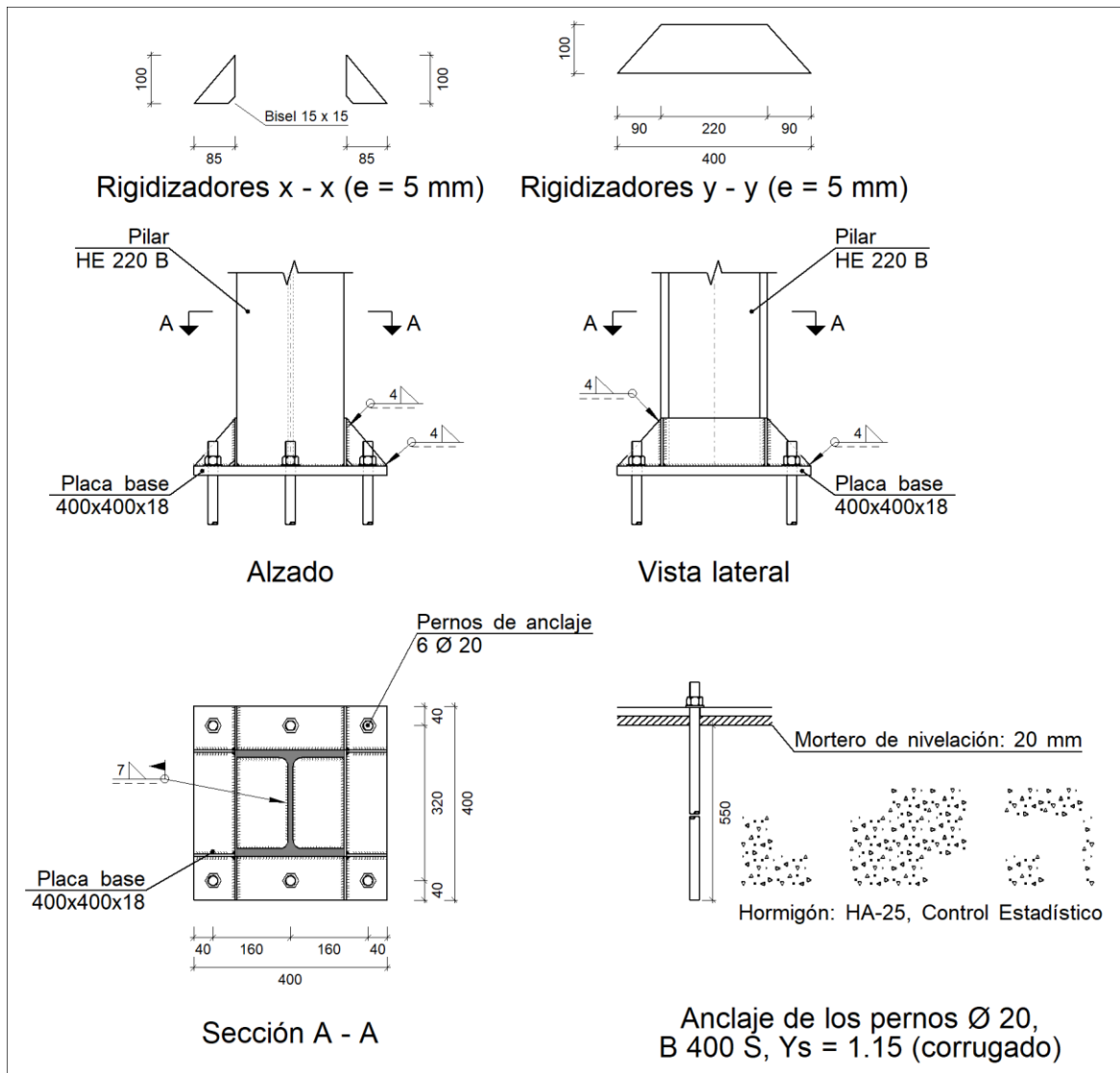
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L70x8	110	0.91
			Total	0.91

Elementos de tornillería

Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-16

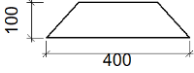
Tipo 28

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f _v (kp/cm ²)	f _u (kp/cm ²)
Placa base		400	400	18	6	20	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		85	100	5	-	-	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		400	100	5	-	-	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1093	9.5	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 160 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 45 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores:	Máximo: 50	
- Paralelos a X:	Calculado: 46.6	Cumple
- Paralelos a Y:	Calculado: 46.6	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 23 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Tracción:	Máximo: 9.585 t Calculado: 8.074 t	Cumple
- Cortante:	Máximo: 6.709 t Calculado: 0.651 t	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 9.585 t Calculado: 9.004 t	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 8.143 t Calculado: 7.543 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 3883.31 kp/cm ² Calculado: 2409.19 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 19.222 t Calculado: 0.611 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2669.77 kp/cm ²	
- Derecha:	Calculado: 1071.06 kp/cm ²	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1280.74 kp/cm ²	Cumple
- Arriba:	Calculado: 2463.79 kp/cm ²	Cumple
- Abajo:	Calculado: 2241.39 kp/cm ²	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 10428.7	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 8416.76	Cumple
- Arriba:	Calculado: 4204.35	Cumple
- Abajo:	Calculado: 4585.85	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 2525.93 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Rigidizador x-x (y = -108): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	85	5.0	90.00	
Rigidizador x-x (y = -108): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	85	5.0	90.00	
Rigidizador x-x (y = -108): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	85	5.0	90.00	
Rigidizador x-x (y = -108): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	85	5.0	90.00	
Rigidizador x-x (y = 108): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	85	5.0	90.00	
Rigidizador x-x (y = 108): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	85	5.0	90.00	
Rigidizador x-x (y = 108): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	85	5.0	90.00	
Rigidizador x-x (y = 108): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	85	5.0	90.00	
Rigidizador y-y (x = -113): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	400	5.0	90.00	
Rigidizador y-y (x = 113): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	400	5.0	90.00	
<i>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador x-x (y = -108): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -108): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -108): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -108): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 108): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 108): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 108): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 108): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = -113): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 113): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

d) Medición

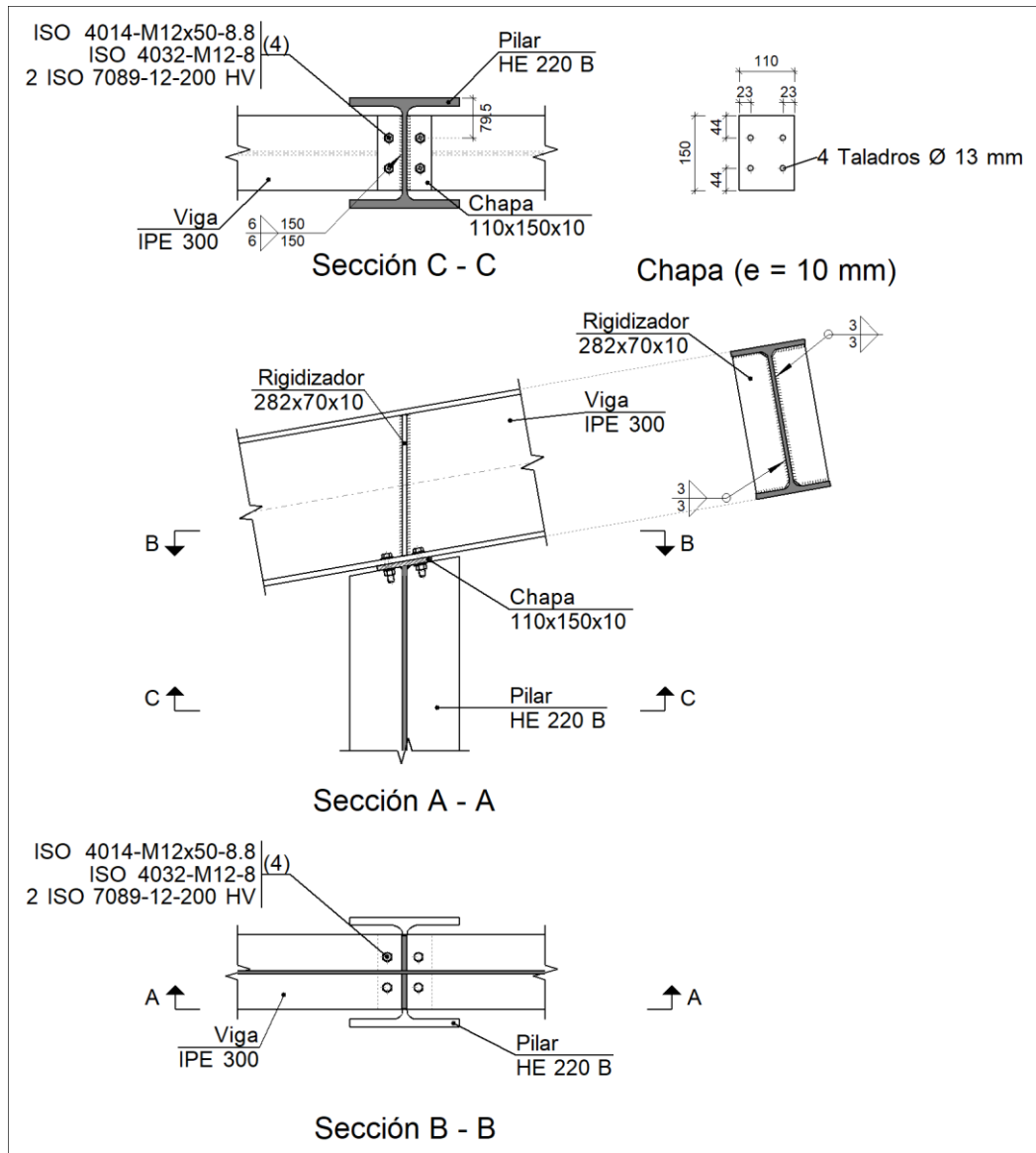
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	2436
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	1093

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	6	ISO 4032-M20
Arandelas	Dureza 200 HV	6	ISO 7089-20

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	400x400x18	22.61
	Rigidizadores pasantes	2	400/220x100/0x5	2.43
	Rigidizadores no pasantes	4	85/0x100/0x5	0.67
	Total			25.71
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	6	$\varnothing 20 - L = 608$	9.00
	Total			9.00

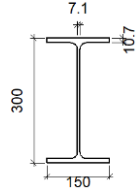
Tipo 29

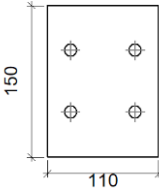
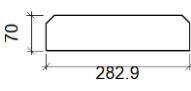
a) Detalle

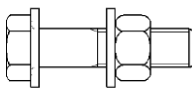


b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal		110	150	10	4	13	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		282.9	70	10	-	-	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M12x50-8.8 ISO 4032-M12-8 2 ISO 7089-12-200 HV		M12	50	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Viga IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Rigidizadores	Cortante	kN	20.01	412.65	4.85
	Tracción	kN	20.01	157.14	12.73

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador al alma	En ángulo	3	253	7.1	90.00	
Soldadura del rigidizador a las alas	En ángulo	3	52	7.1	80.00	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador al alma	0.0	0.0	13.2	22.8	5.92	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador a las alas	La comprobación no procede.							410.0	0.85

d) Medición

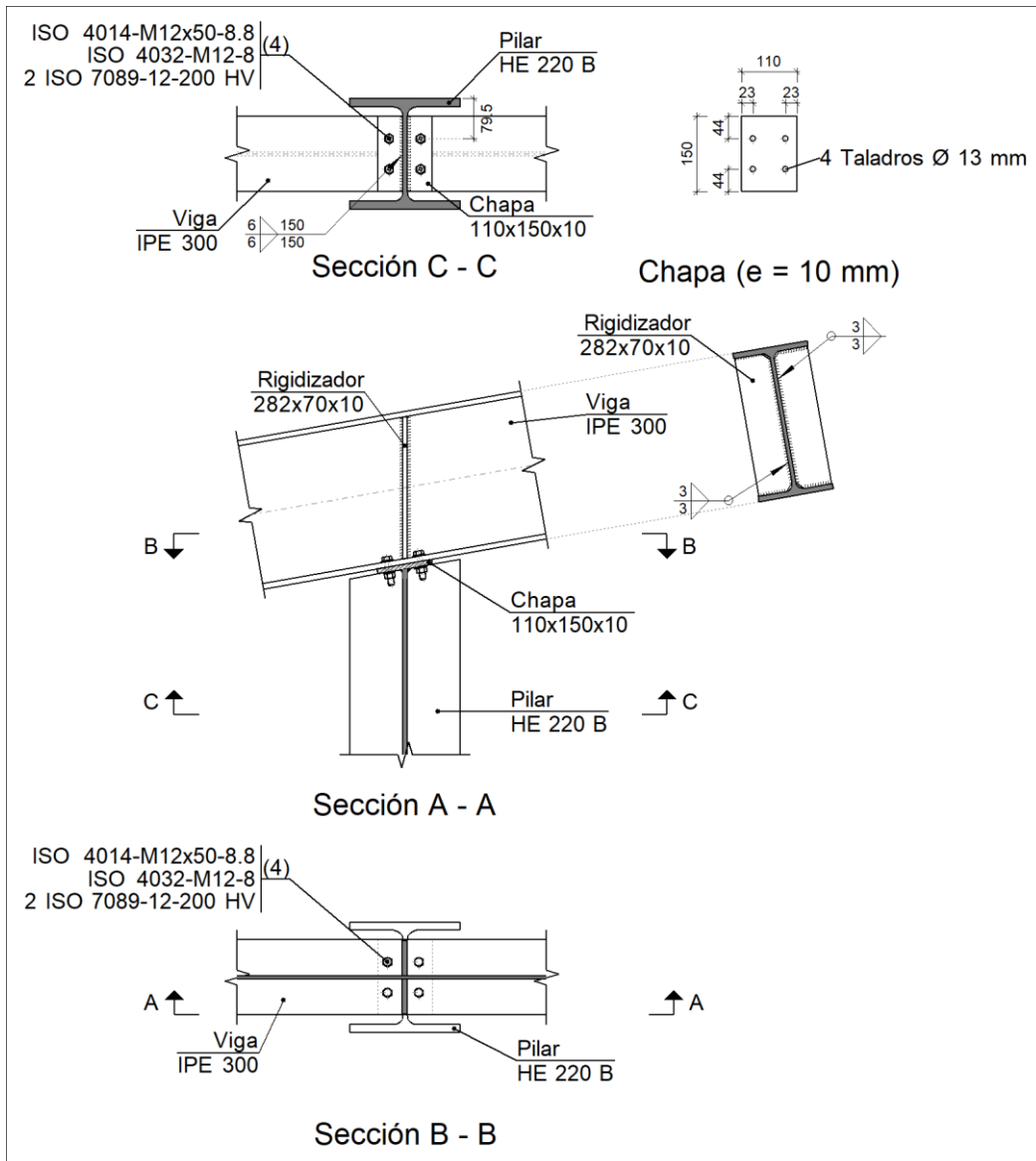
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	1452
			6	300

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	282x70x10	3.11
	Chapas	1	110x150x10	1.30
	Total			

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	4	ISO 4014-M12x50
Tuercas	Clase 8	4	ISO 4032-M12
Arandelas	Dureza 200 HV	8	ISO 7089-12

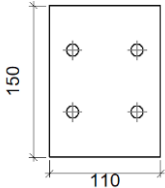
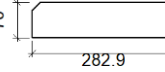
Tipo 30

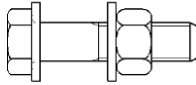
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal		110	150	10	4	13	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		282.9	70	10	-	-	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M12x50-8.8 ISO 4032-M12-8 2 ISO 7089-12-200 HV		M12	50	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Viga IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Rigidizadores	Cortante	kN	22.37	412.65	5.42
	Tracción	kN	22.37	157.14	14.24

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador al alma	En ángulo	3	253	7.1	90.00	
Soldadura del rigidizador a las alas	En ángulo	3	52	7.1	80.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia				
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f_u	β_w

	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)	(N/mm ²)	
Soldadura del rigidizador al alma	0.0	0.0	14.7	25.5	6.62	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador a las alas	La comprobación no procede.							410.0	0.85

d) Medición

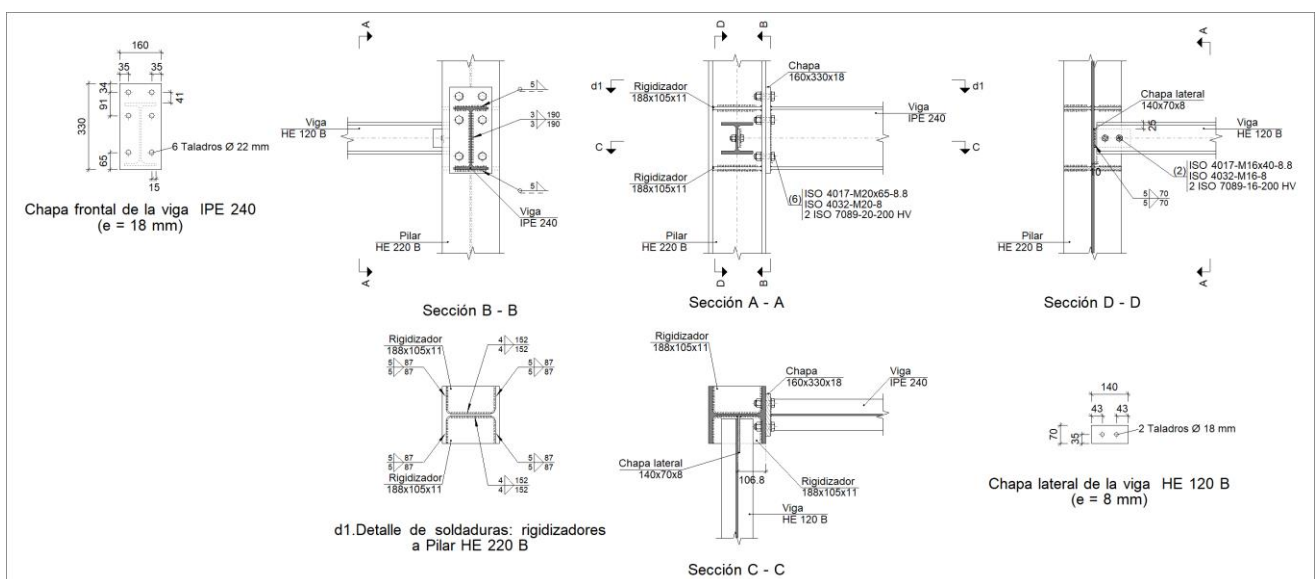
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	1452
			6	300

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	282x70x10	3.11
	Chapas	1	110x150x10	1.30
	Total			

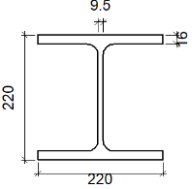
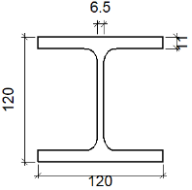
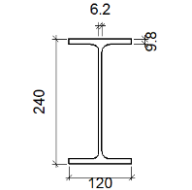
Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	4	ISO 4014-M12x50
Tuercas	Clase 8	4	ISO 4032-M12
Arandelas	Dureza 200 HV	8	ISO 7089-12

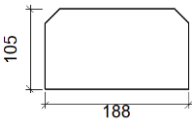
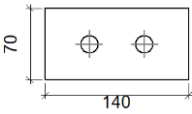
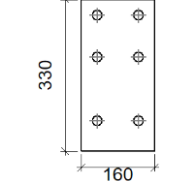
Tipo 31

a) Detalle

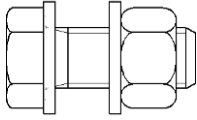
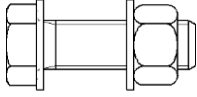


b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 120 B		120	120	11	6.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 240		240	120	9.8	6.2	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		188	105	11	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa lateral: Viga HE 120 B		140	70	8	2	18	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga IPE 240		160	330	18	6	22	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Clase	Acero	
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)		f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x40-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	40	8.8	6524.0	8154.9
ISO 4017-M20x65-8.8 ISO 4032-M20-8 2 ISO 7089-20-200 HV		M20	65	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	--	--	--	30.58	
	Cortante	kN	298.27	311.84	95.65	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	160.37	261.90	61.23	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	114.80	261.90	43.83	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	160.40	261.90	61.24	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	114.81	261.90	43.84	
Ala	Cortante	N/mm ²	54.35	261.90	20.75	
Viga IPE 240	Ala	Tracción por flexión	kN	157.07	276.85	56.74
		Tracción	kN	54.32	297.47	18.26
	Alma	Tracción	kN	89.35	169.63	52.67
Viga HE 120 B	Alma	Punzonamiento	kN	9.33	291.66	3.20
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	9.33	124.85	7.47

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	124.7	124.7	0.1	249.5	64.65	124.7	38.03	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	77.2	133.8	34.67	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	89.3	89.3	0.0	178.6	46.28	89.3	27.23	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	74.0	128.2	33.21	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	124.8	124.8	0.1	249.5	64.66	124.8	38.04	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	77.3	133.8	34.68	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	89.3	89.3	0.0	178.6	46.28	89.3	27.23	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	74.0	128.2	33.21	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga IPE 240

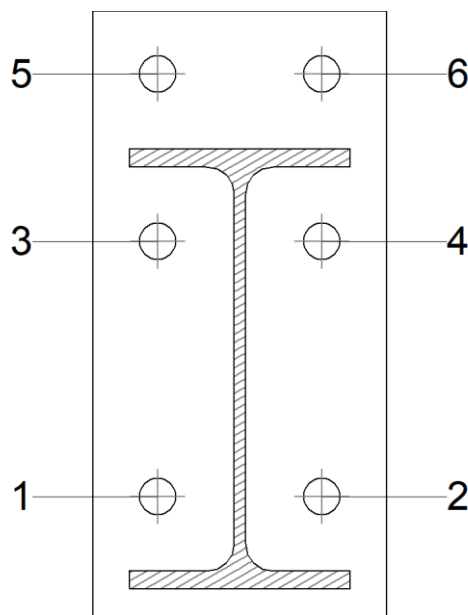
Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	157.07	188.66	83.26
Ala	Compresión	kN	199.88	308.00	64.90
	Tracción	kN	103.27	154.00	67.06
Alma	Tracción	kN	62.02	164.20	37.77

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	185.1	185.1	0.1	370.2	95.94	185.1	56.44	410.0	0.85
Soldadura del alma	131.0	131.0	65.0	285.2	73.91	131.0	39.95	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	162.6	162.6	0.0	325.2	84.26	162.6	49.57	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M20x65-8.8	22.0	--	35	139	90	35.3
2	ISO 4017-M20x65-8.8	22.0	--	35	139	90	35.3
3	ISO 4017-M20x65-8.8	22.0	--	35	91	90	35.3
4	ISO 4017-M20x65-8.8	22.0	--	35	91	90	35.3
5	ISO 4017-M20x65-8.8	22.0	34	35	91	90	34.4
6	ISO 4017-M20x65-8.8	22.0	34	35	91	90	34.4

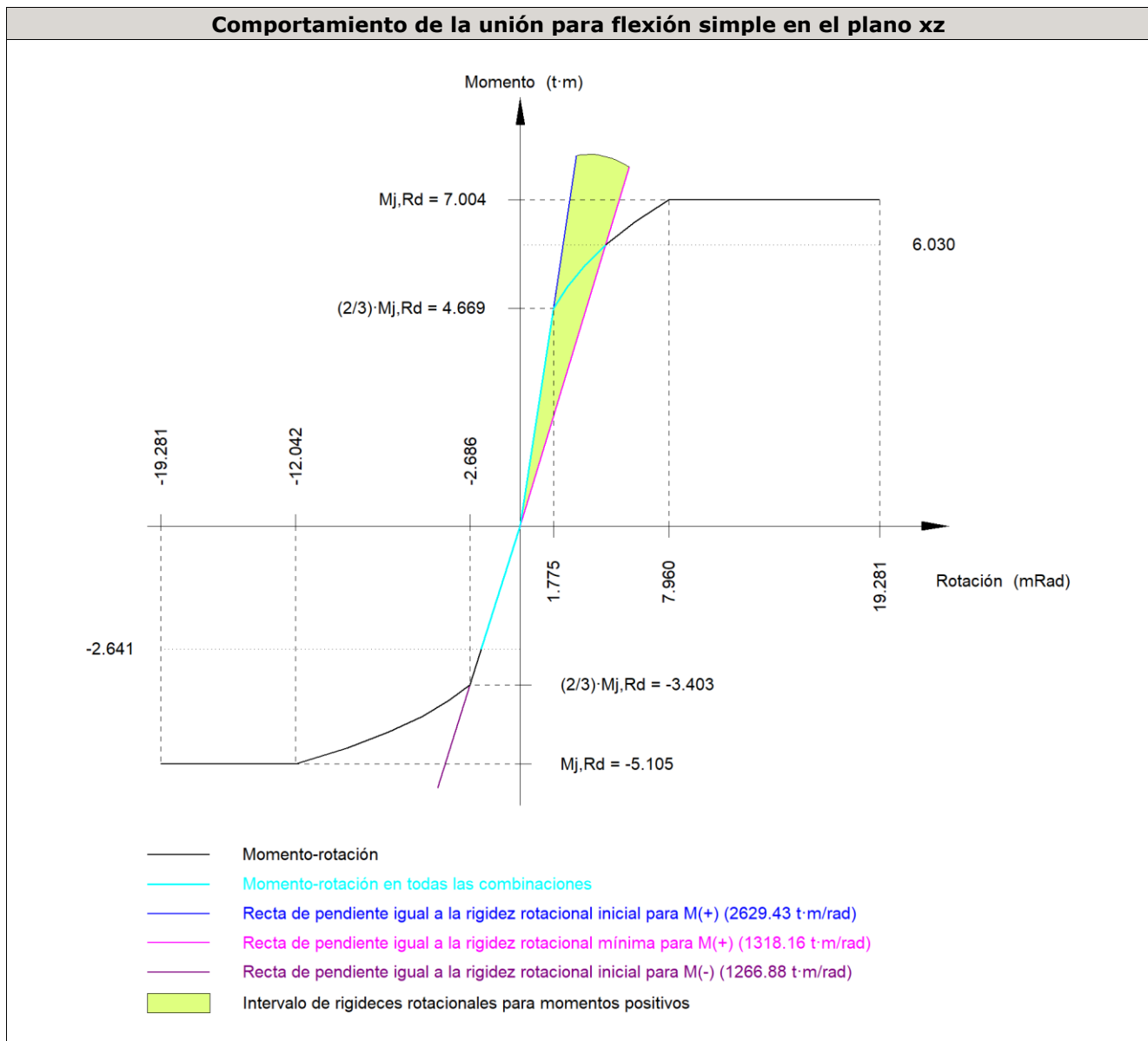
--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	38.141	78.400	48.65	Vástago	70.503	141.120	49.96	48.65	49.96

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
	Aplastamiento	38.141	262.400	14.54	Punzonamiento	70.503	311.358	22.64		
2	Sección transversal	38.141	78.400	48.65	Vástago	70.545	141.120	49.99	48.65	49.99
	Aplastamiento	38.141	262.399	14.54	Punzonamiento	70.545	311.358	22.66		
3	Sección transversal	12.337	78.400	15.74	Vástago	51.711	141.120	36.64	41.88	41.88
	Aplastamiento	12.337	262.400	4.70	Punzonamiento	51.711	311.358	16.61		
4	Sección transversal	12.341	78.400	15.74	Vástago	51.711	141.120	36.64	41.88	41.88
	Aplastamiento	12.341	262.398	4.70	Punzonamiento	51.711	311.358	16.61		
5	Sección transversal	20.367	78.400	25.98	Vástago	117.495	141.120	83.26	75.09	83.26
	Aplastamiento	20.367	136.770	14.89	Punzonamiento	117.495	311.358	37.74		
6	Sección transversal	20.367	78.400	25.98	Vástago	117.495	141.120	83.26	75.09	83.26
	Aplastamiento	20.367	136.766	14.89	Punzonamiento	117.495	311.358	37.74		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	526.11	2629.43
Calculada para momentos negativos	526.11	1266.88

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.49	1.80	82.92
Momento resistente	kNm	59.16	68.71	86.10
Capacidad de rotación	mRad	237.259	667	35.59

3) Viga HE 120 B

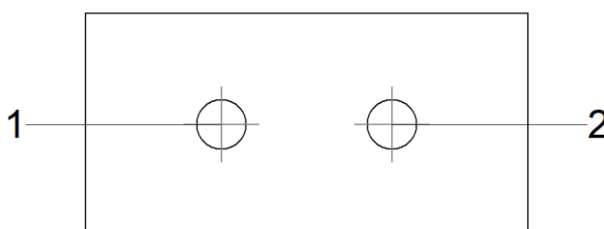
Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.66
	Tensiones combinadas	--	--	--	10.04
	Pandeo local	N/mm ²	25.98	230.97	11.25
	Aplastamiento	kN	4.93	77.37	6.38
	Desgarro	kN	9.38	62.90	14.92
Alma	Aplastamiento	kN	4.93	53.89	9.15
	Desgarro	kN	9.38	141.03	6.65

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	En ángulo	5	70	8.0	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	9.4	9.4	1.3	19.0	4.92	9.4	2.88	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x40-8.8	18.0	35	33	--	54	35.0
2	ISO 4017-M16x40-8.8	18.0	35	43	--	54	35.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	4.934	50.240	9.82	Vástago	0.000	90.432	0.00	9.82	9.82
	Aplastamiento	4.934	77.374	6.38	Punzonamiento	0.000	101.975	0.00		
2	Sección transversal	4.724	50.240	9.40	Vástago	0.000	90.432	0.00	9.40	9.40
	Aplastamiento	4.676	78.420	5.96	Punzonamiento	0.000	101.975	0.00		

d) Medición

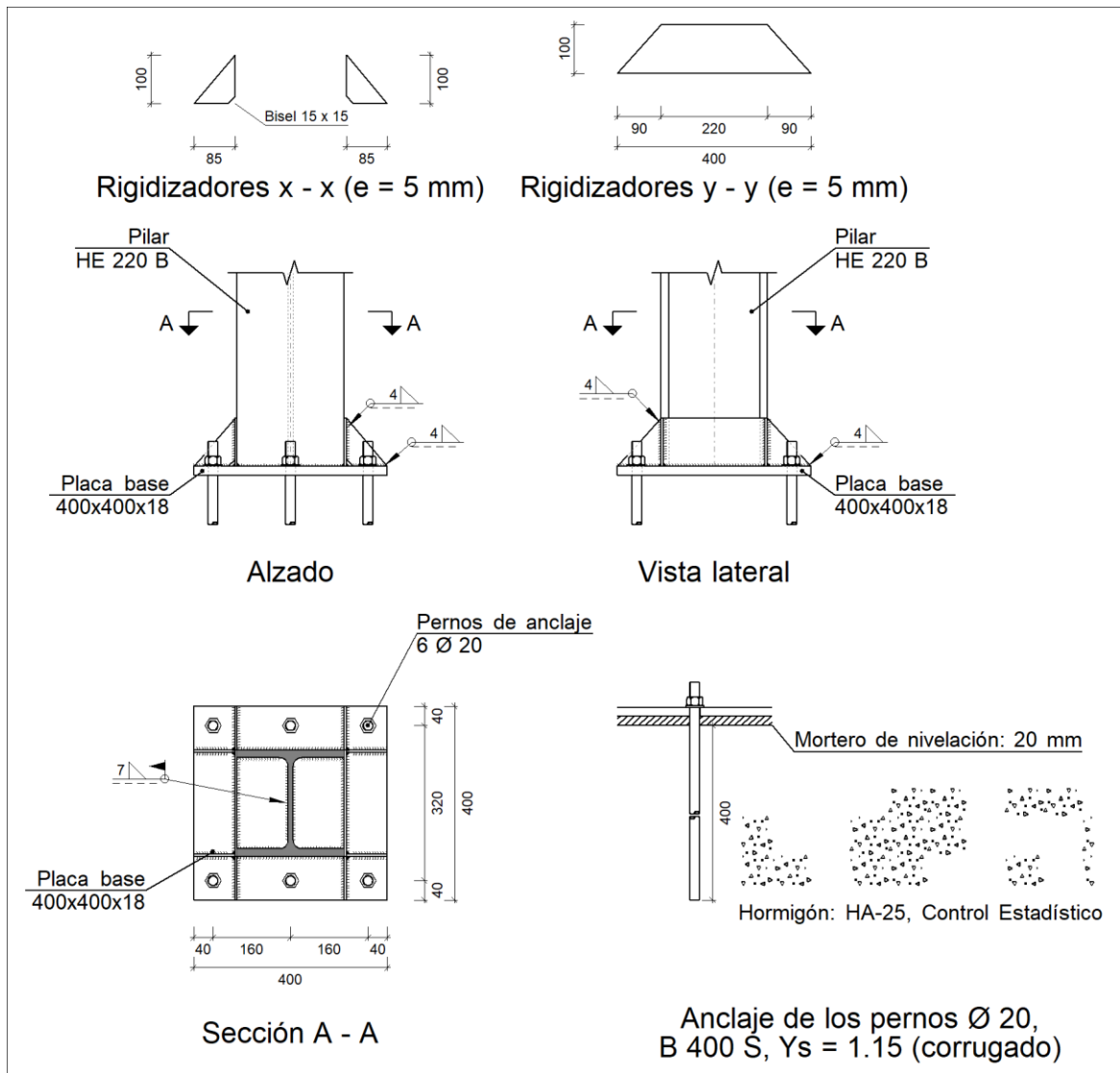
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	381
			4	1216
			5	1979

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	188x105x11	6.82
	Chapas	1	140x70x8	0.62
		1	160x330x18	7.46
	Total			

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	2	ISO 4017-M16x40
		6	ISO 4017-M20x65
Tuercas	Clase 8	2	ISO 4032-M16
		6	ISO 4032-M20
Arandelas	Dureza 200 HV	4	ISO 7089-16
		12	ISO 7089-20

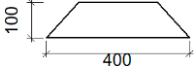
Tipo 32

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Placa base		400	400	18	6	20	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		85	100	5	-	-	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		400	100	5	-	-	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1093	9.5	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 160 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 45 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores:	Máximo: 50	
- Paralelos a X:	Calculado: 46.6	Cumple
- Paralelos a Y:	Calculado: 46.6	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 23 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Tracción:	Máximo: 6.971 t Calculado: 6.2 t	Cumple
- Cortante:	Máximo: 4.879 t Calculado: 0.477 t	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 6.971 t Calculado: 6.88 t	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 8.143 t Calculado: 5.92 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 3883.31 kp/cm ² Calculado: 1902.95 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 19.222 t Calculado: 0.431 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2669.77 kp/cm ²	
- Derecha:	Calculado: 1178.5 kp/cm ²	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 2132.65 kp/cm ²	Cumple
- Arriba:	Calculado: 2311.47 kp/cm ²	Cumple
- Abajo:	Calculado: 2344.07 kp/cm ²	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 9408.21	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 5050.27	Cumple
- Arriba:	Calculado: 4459.17	Cumple
- Abajo:	Calculado: 4408.58	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 1982.36 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Rigidizador x-x (y = -108): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	85	5.0	90.00	
Rigidizador x-x (y = -108): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	85	5.0	90.00	
Rigidizador x-x (y = -108): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	85	5.0	90.00	
Rigidizador x-x (y = -108): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	85	5.0	90.00	
Rigidizador x-x (y = 108): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	85	5.0	90.00	
Rigidizador x-x (y = 108): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	85	5.0	90.00	
Rigidizador x-x (y = 108): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	85	5.0	90.00	
Rigidizador x-x (y = 108): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	85	5.0	90.00	
Rigidizador y-y (x = -113): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	400	5.0	90.00	
Rigidizador y-y (x = 113): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	400	5.0	90.00	
<i>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador x-x (y = -108): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -108): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -108): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -108): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 108): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 108): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 108): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 108): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = -113): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 113): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

d) Medición

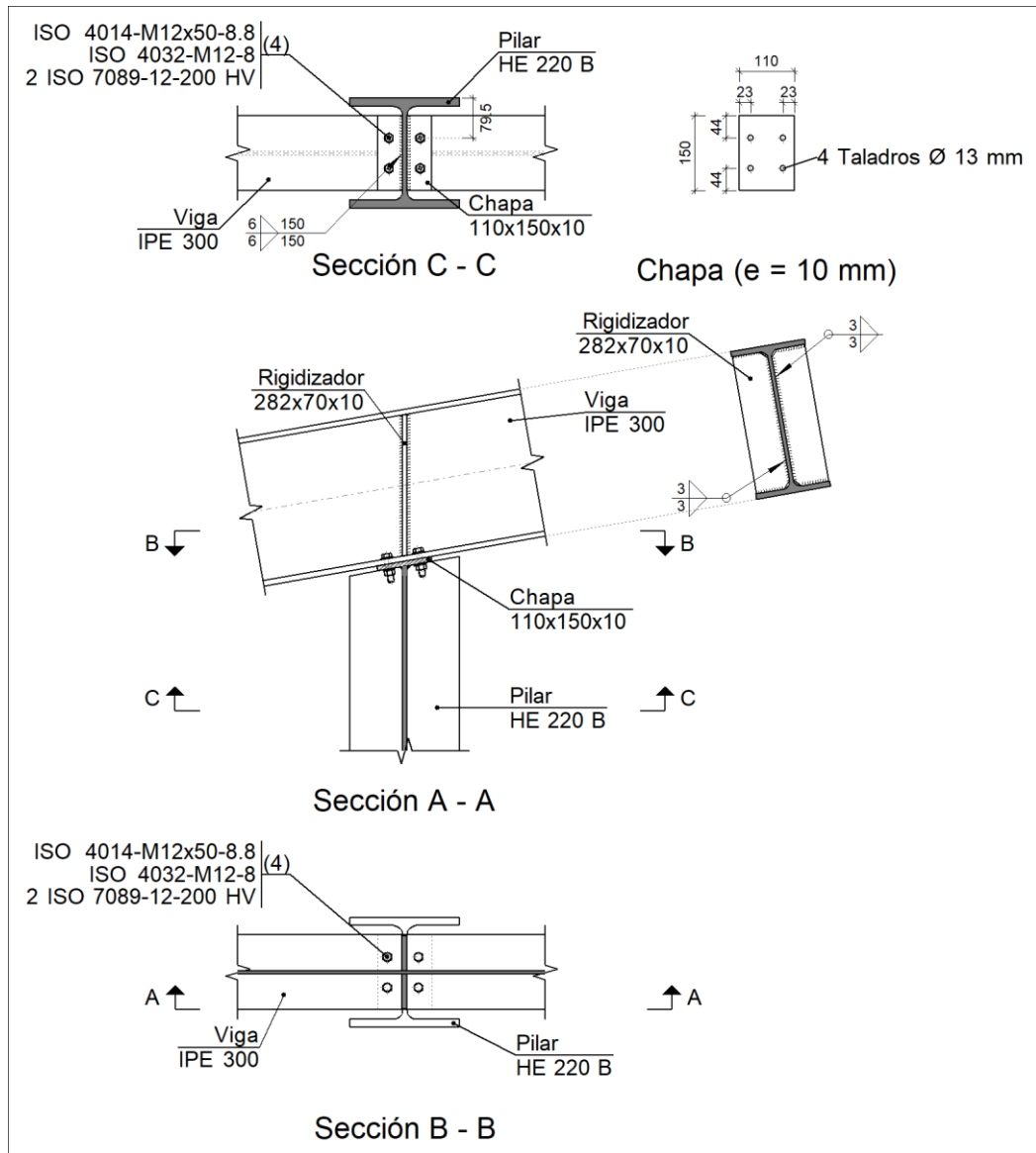
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	2436
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	1093

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	6	ISO 4032-M20
Arandelas	Dureza 200 HV	6	ISO 7089-20

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	400x400x18	22.61
	Rigidizadores pasantes	2	400/220x100/0x5	2.43
	Rigidizadores no pasantes	4	85/0x100/0x5	0.67
	Total			25.71
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	6	$\varnothing 20 - L = 458$	6.78
	Total			6.78

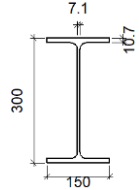
Tipo 33

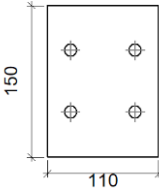
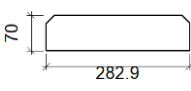
a) Detalle

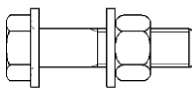


b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal		110	150	10	4	13	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		282.9	70	10	-	-	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M12x50-8.8 ISO 4032-M12-8 2 ISO 7089-12-200 HV		M12	50	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Viga IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Rigidizadores	Cortante	kN	48.72	412.65	11.81
	Tracción	kN	48.72	157.14	31.01

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador al alma	En ángulo	3	253	7.1	90.00
Soldadura del rigidizador a las alas	En ángulo	3	52	7.1	80.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador al alma	0.0	0.0	32.1	55.6	14.41	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador a las alas	La comprobación no procede.							410.0	0.85

d) Medición

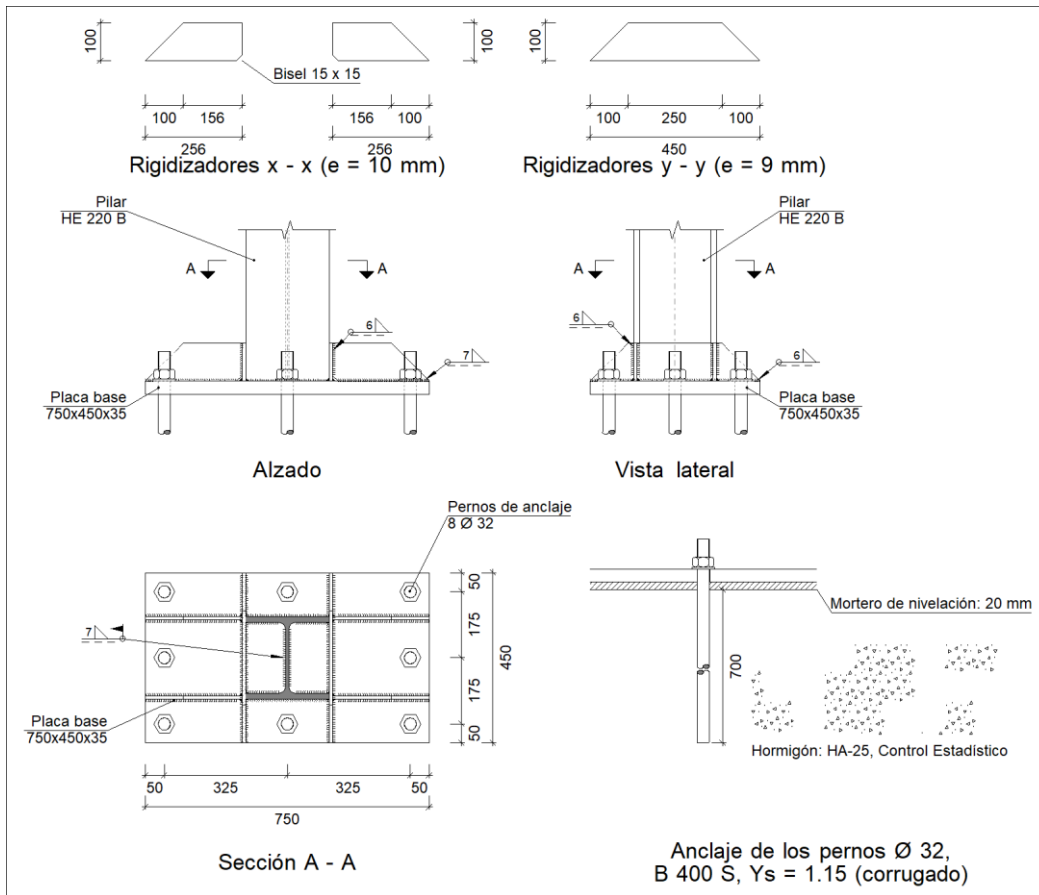
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	1452
			6	300

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	282x70x10	3.11
	Chapas	1	110x150x10	1.30
	Total			

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	4	ISO 4014-M12x50
Tuercas	Clase 8	4	ISO 4032-M12
Arandelas	Dureza 200 HV	8	ISO 7089-12

Tipo 34

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría			Taladros		Acero			
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Placa base		750	450	35	8	32	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		256	100	10	-	-	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		450	100	9	-	-	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1093	9.5	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ _∥ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 96 mm Calculado: 175 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 65 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores:	Máximo: 50	
- Paralelos a X:	Calculado: 49.1	Cumple
- Paralelos a Y:	Calculado: 29.3	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 37 cm Calculado: 70 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 19.518 t Calculado: 17.887 t	Cumple
- Cortante:	Máximo: 13.662 t Calculado: 0.662 t	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 19.518 t Calculado: 18.833 t	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 20.851 t Calculado: 16.754 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 3883.31 kp/cm ² Calculado: 2089.09 kp/cm ²	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 59.803 t Calculado: 0.621 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2669.77 kp/cm ²	
- Derecha:	Calculado: 1701.08 kp/cm ²	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1924.02 kp/cm ²	Cumple
- Arriba:	Calculado: 2260.5 kp/cm ²	Cumple
- Abajo:	Calculado: 2147.03 kp/cm ²	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1679.89	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1471.8	Cumple
- Arriba:	Calculado: 3053.9	Cumple
- Abajo:	Calculado: 2967.64	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 2457.86 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Rigidizador x-x (y = -105): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	256	10.0	90.00	
Rigidizador x-x (y = -105): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	6	85	9.0	90.00	
Rigidizador x-x (y = -105): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	256	10.0	90.00	
Rigidizador x-x (y = -105): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	6	85	9.0	90.00	
Rigidizador x-x (y = 105): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	256	10.0	90.00	
Rigidizador x-x (y = 105): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	6	85	9.0	90.00	
Rigidizador x-x (y = 105): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	256	10.0	90.00	
Rigidizador x-x (y = 105): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	6	85	9.0	90.00	
Rigidizador y-y (x = -114): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	450	9.0	90.00	
Rigidizador y-y (x = 114): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	450	9.0	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador x-x (y = -105): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -105): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador x-x (y = -105): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -105): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 105): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 105): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 105): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 105): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = -114): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 114): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

d) Medición

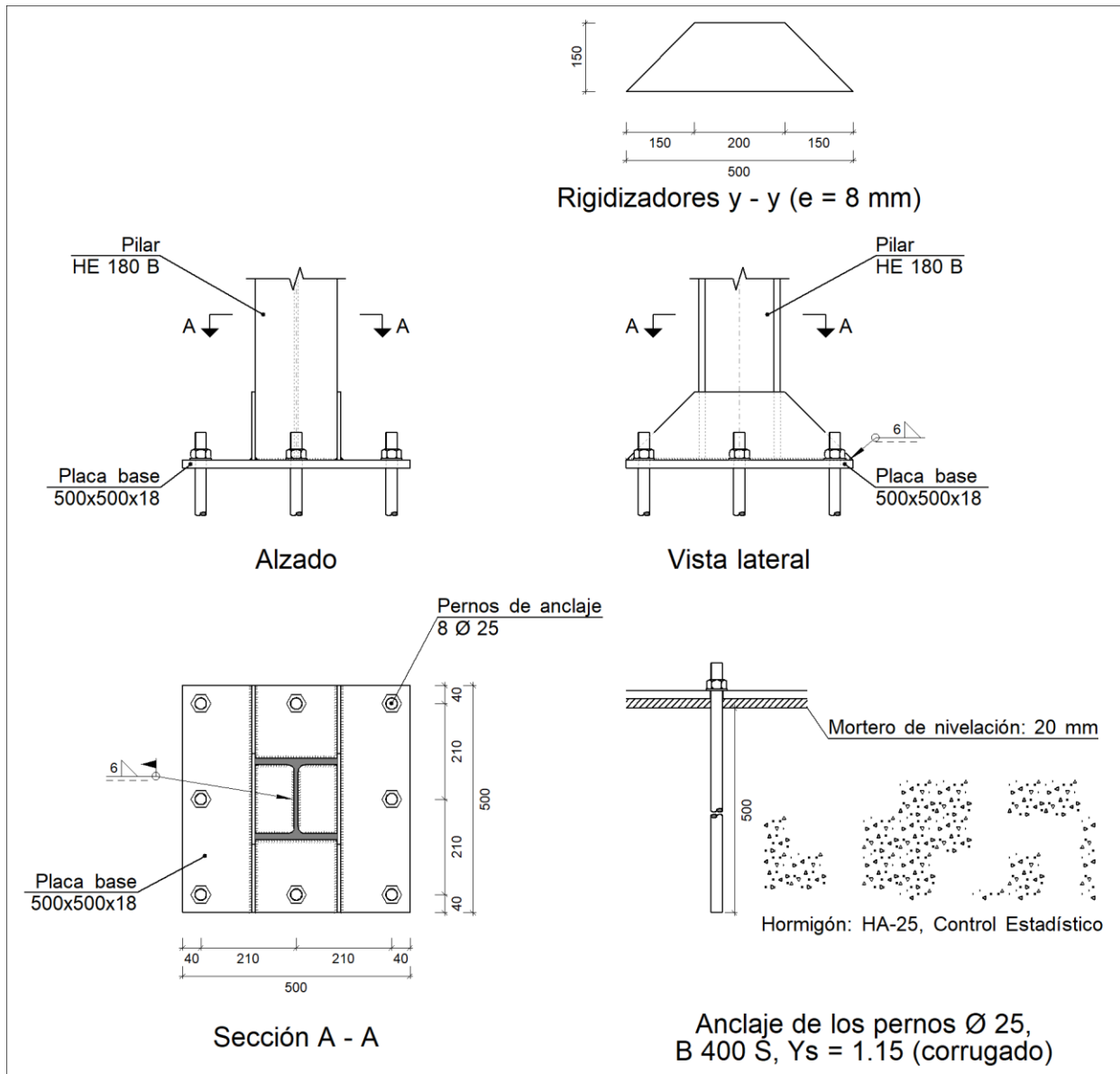
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	6	2076
			7	1928
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	1093

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	8	T32
Arandelas	8	A32

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	750x450x35	92.73
	Rigidizadores pasantes	2	450/250x100/0x9	4.95
	Rigidizadores no pasantes	4	256/156x100/0x10	6.47
	Total			104.14
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	8	Ø 32 - L = 787	39.75
	Total			39.75

Tipo 35

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría			Taladros		Acero			
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Placa base		500	500	18	8	25	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		500	150	8	-	-	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Pilar HE 180 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	6	887	8.5	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia: Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 210 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 90 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: 47.5	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 29 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 10.892 t Calculado: 9.021 t Máximo: 7.624 t Calculado: 0.779 t Máximo: 10.892 t Calculado: 10.135 t	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 12.734 t Calculado: 8.483 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 3883.31 kp/cm ² Calculado: 1748.66 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 24.028 t Calculado: 0.731 t	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2669.77 kp/cm ²	
- Derecha:	Calculado: 1850.93 kp/cm ²	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 2522.12 kp/cm ²	Cumple
- Arriba:	Calculado: 2386.01 kp/cm ²	Cumple
- Abajo:	Calculado: 2327.02 kp/cm ²	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 964.147	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 671.95	Cumple
- Arriba:	Calculado: 2817.61	Cumple
- Abajo:	Calculado: 3336.28	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 2500.23 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -94): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	500	8.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 94): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	500	8.0	90.00
<i>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i>					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -94): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 94): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

d) Medición

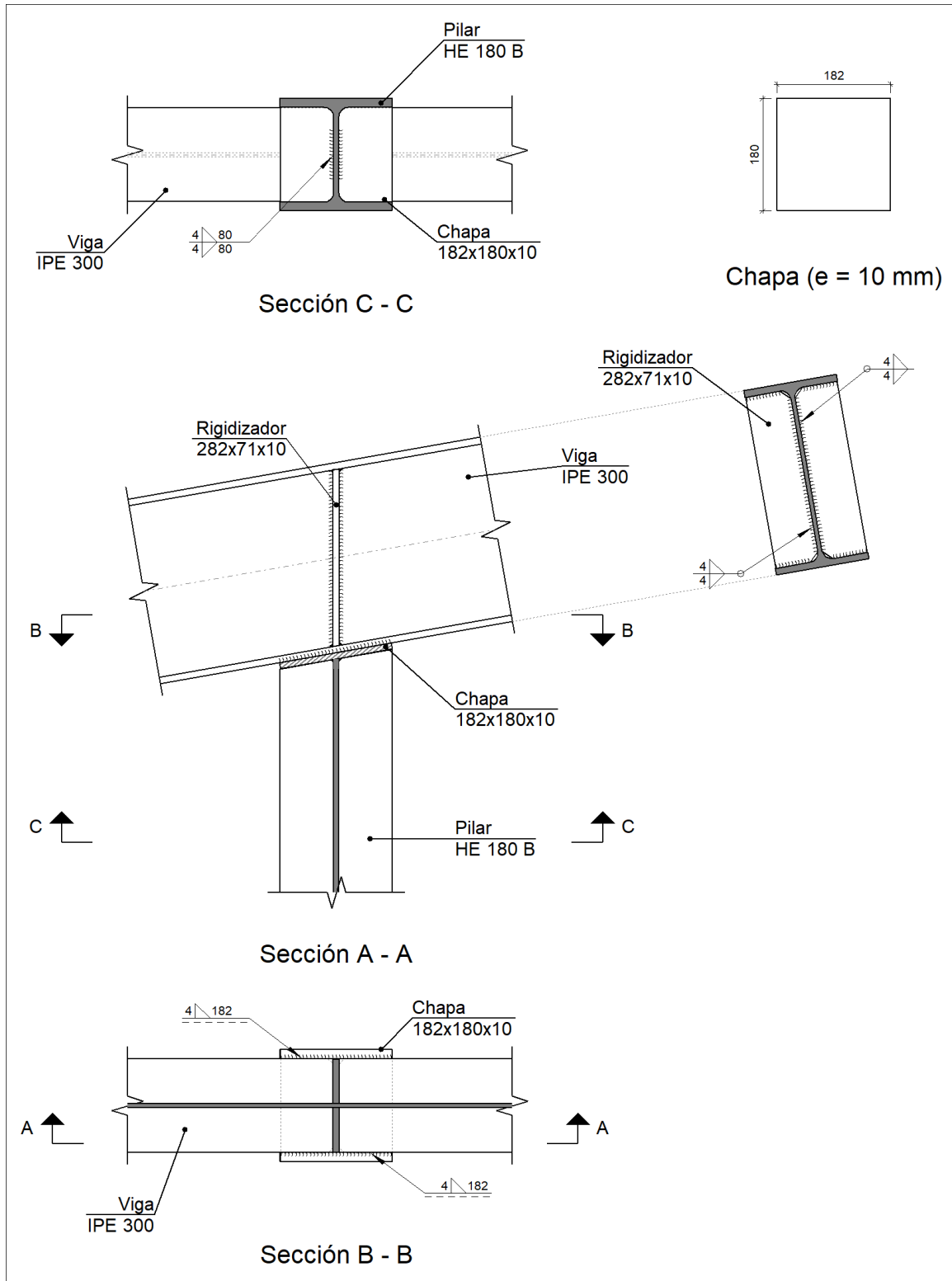
Soldaduras				
f _u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	6	1944
	En el lugar de montaje	En ángulo	6	887

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	8	T25
Arandelas	8	A25

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	500x500x18	35.32
	Rigidizadores pasantes	2	500/200x150/0x8	6.59
	Total			41.92
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	8	Ø 25 - L = 563	17.36
	Total			17.36

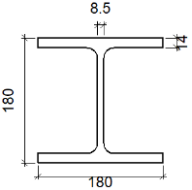
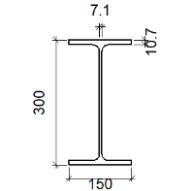
Tipo 36

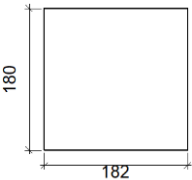
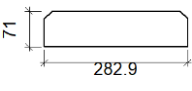
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Canto total (mm)	Geometría			Acero		
				Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 180 B		180	180	14	8.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal		182	180	10	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		282.9	71	10	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Viga IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Rigidizadores	Cortante	kN	33.58	412.65	8.14
	Tracción	kN	33.58	159.76	21.02

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador al alma	En ángulo	4	253	7.1	90.00	
Soldadura del rigidizador a las alas	En ángulo	4	52	7.1	80.00	

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador al alma	0.0	0.0	16.6	28.8	7.45	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador a las alas	La comprobación no procede.							410.0	0.85

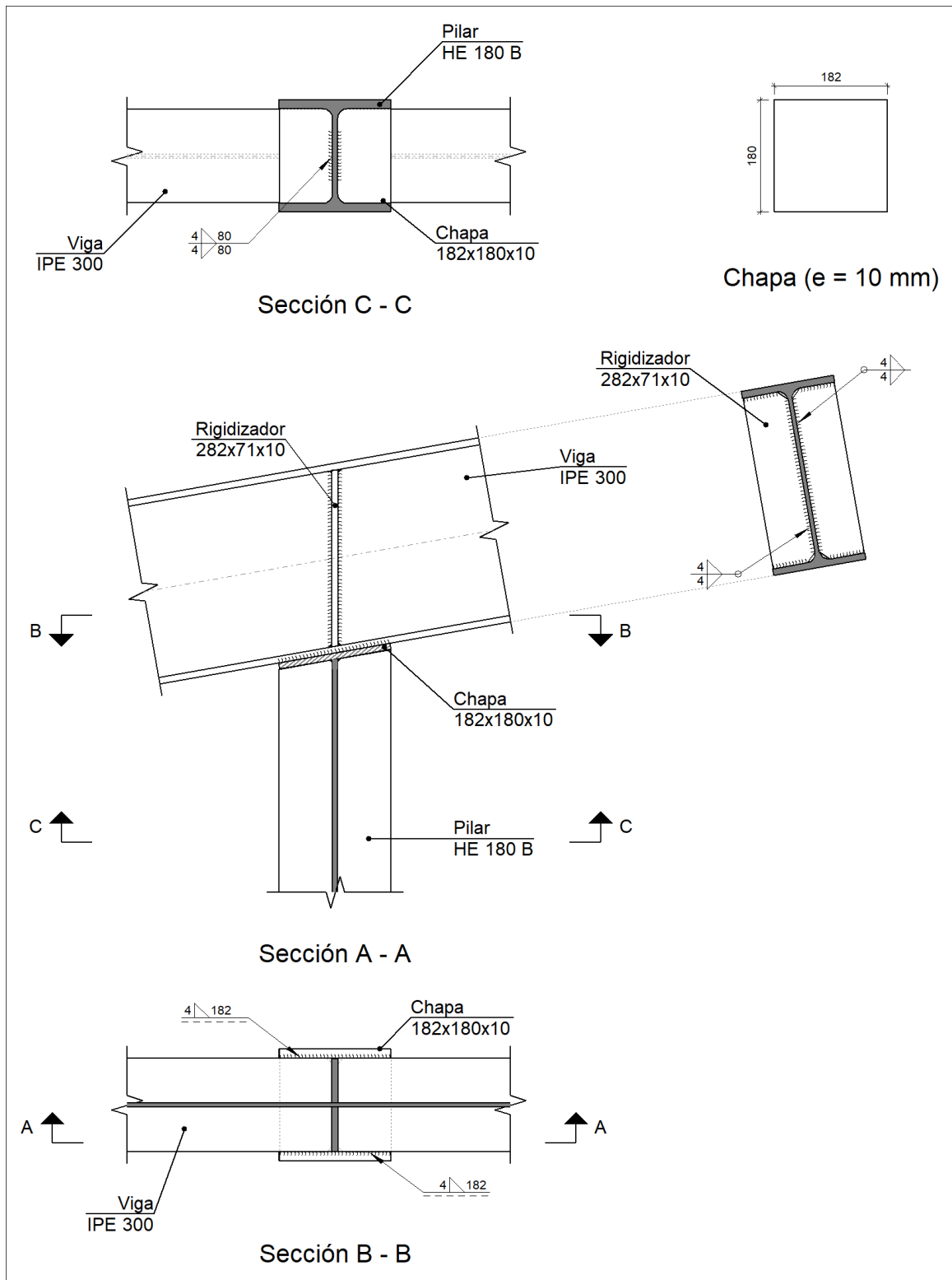
d) Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1984

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	282x71x10	3.15
	Chapas	1	182x180x10	2.57
				Total

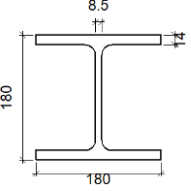
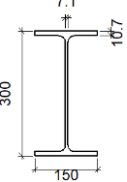
Tipo 37

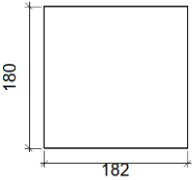
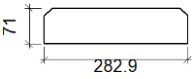
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 180 B		180	180	14	8.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal		182	180	10	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		282.9	71	10	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Viga IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Rigidizadores	Cortante	kN	34.45	412.65	8.35
	Tracción	kN	34.45	159.76	21.56

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador al alma	En ángulo	4	253	7.1	90.00
Soldadura del rigidizador a las alas	En ángulo	4	52	7.1	80.00

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador al alma	0.0	0.0	17.0	29.5	7.64	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador a las alas	La comprobación no procede.							410.0	0.85

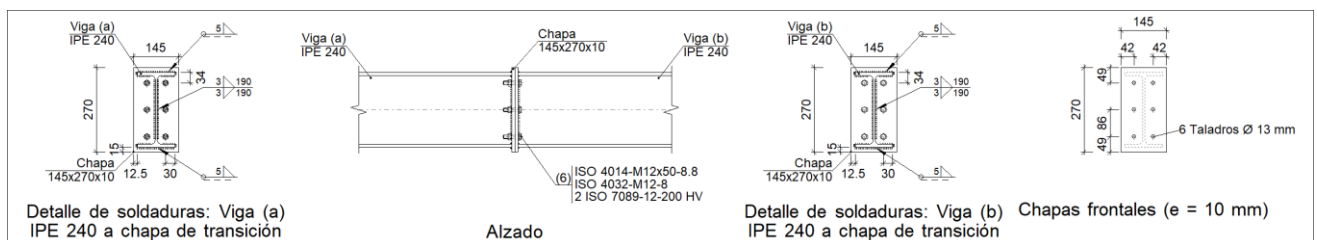
d) Medición

Soldaduras				
f _u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1984

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	282x71x10	3.15
	Chapas	1	182x180x10	2.57
	Total			

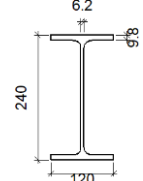
Tipo 38

a) Detalle

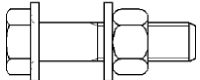


b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f _v (kp/cm ²)	f _u (kp/cm ²)

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 240		240	120	9.8	6.2	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal		145	270	10	6	13	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Clase	Acero	
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)		f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M12x50-8.8 ISO 4032-M12-8 2 ISO 7089-12-200 HV		M12	50	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Viga (a) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	29.65	97.11	30.53
Ala	Aplastamiento	kN	38.58	308.00	12.53
	Tracción	kN	8.30	154.00	5.39
Alma	Tracción	kN	13.04	96.04	13.58

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	

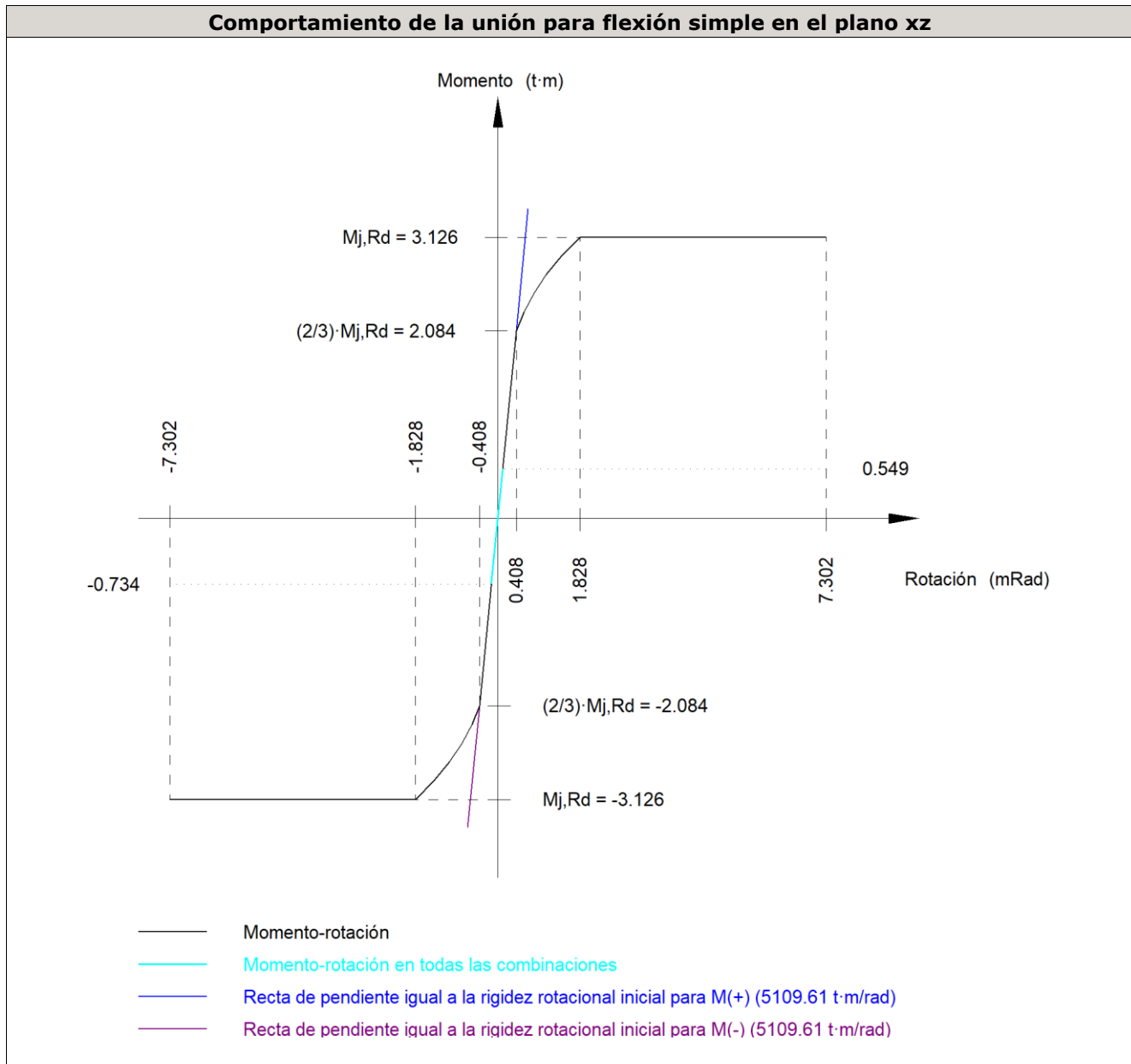
Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	27.0	27.0	0.2	53.9	13.98	27.0	8.22	410.0	0.85
Soldadura del alma	40.2	40.2	18.8	86.8	22.50	40.2	12.27	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	30.0	30.0	0.1	60.0	15.56	30.0	9.15	410.0	0.85

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	2231.26	5109.61
Calculada para momentos negativos	2231.26	5109.61

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.69	1.80	94.14
Momento resistente	kNm	7.20	30.67	23.48
Capacidad de rotación	mRad	19.675	667	2.95

2) Viga (b) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	29.65	97.11	30.53
Ala	Compresión	kN	38.58	308.00	12.53
	Tracción	kN	8.30	154.00	5.39
Alma	Tracción	kN	13.04	96.04	13.58

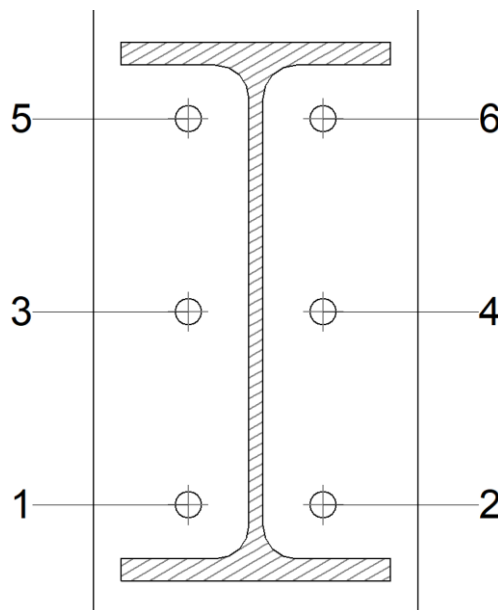
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	27.0	27.0	0.2	53.9	13.98	27.0	8.22	410.0	0.85
Soldadura del alma	40.2	40.2	18.8	86.8	22.50	40.2	12.27	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	30.0	30.0	0.1	60.0	15.56	30.0	9.15	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



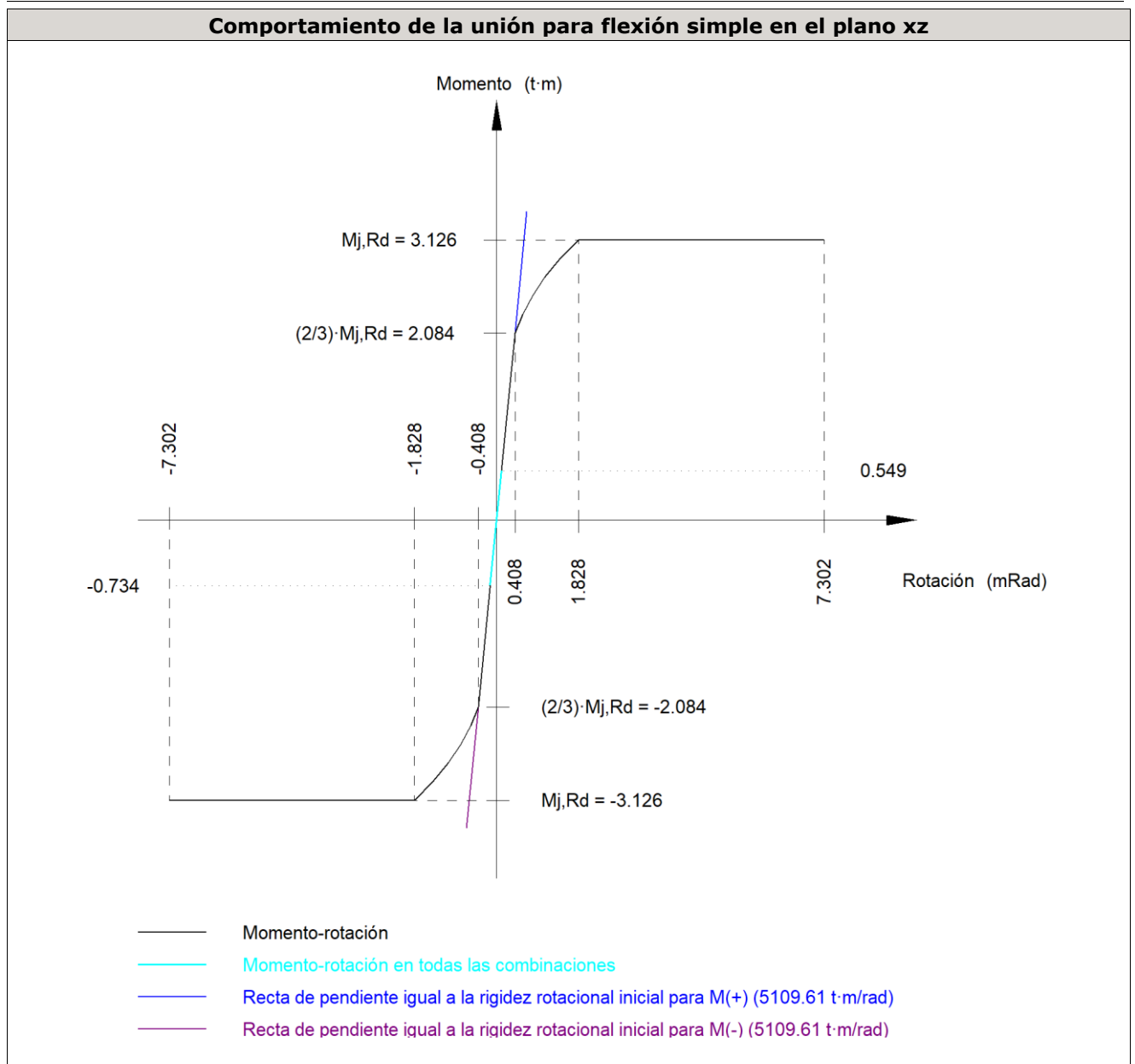
Disposición								
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)	
1	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0	
2	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0	
3	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	27.0	
4	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	27.0	
5	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0	
6	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0	

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	36.152	36.191	99.89	Vástago	14.304	48.557	29.46	99.89	99.89
	Aplastamiento	44.366	98.400	45.09	Punzonamiento	14.304	117.563	12.17		
2	Sección transversal	7.392	36.191	20.42	Vástago	14.824	48.557	30.53	31.70	31.70
	Aplastamiento	7.392	98.400	7.51	Punzonamiento	14.824	117.563	12.61		
3	Sección transversal	20.957	36.191	57.91	Vástago	9.894	48.557	20.38	57.91	57.91
	Aplastamiento	20.957	98.400	21.30	Punzonamiento	9.894	117.563	8.42		
4	Sección transversal	7.392	36.191	20.42	Vástago	10.565	48.557	21.76	29.09	29.09
	Aplastamiento	7.392	98.400	7.51	Punzonamiento	10.565	117.563	8.99		
5	Sección transversal	11.598	36.191	32.05	Vástago	8.839	48.557	18.20	32.05	32.05
	Aplastamiento	11.598	98.400	11.79	Punzonamiento	8.839	117.563	7.52		
6	Sección transversal	7.392	36.191	20.42	Vástago	9.878	48.557	20.34	32.49	32.49
	Aplastamiento	7.392	98.400	7.51	Punzonamiento	9.878	117.563	8.40		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	2231.26	5109.61
Calculada para momentos negativos	2231.26	5109.61

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.69	1.80	94.14
Momento resistente	kNm	7.20	30.67	23.48
Capacidad de rotación	mRad	19.675	667	2.95

d) Medición

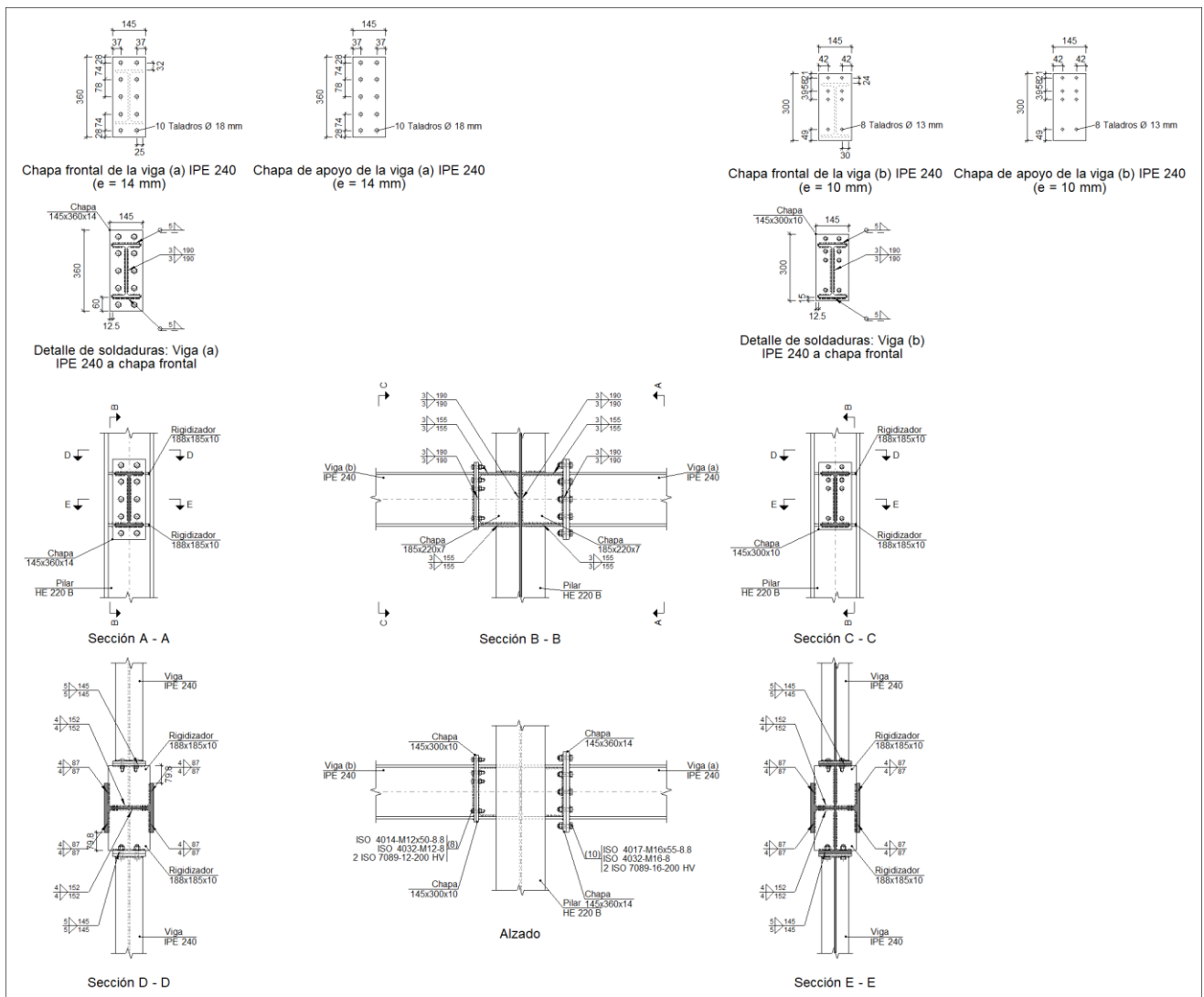
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	762
			5	894

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	2	145x270x10	6.15
				Total

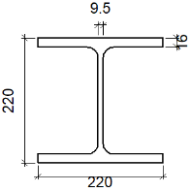
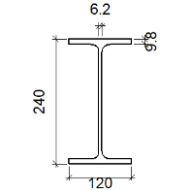
Elementos de tornillería				
Tipo	Material	Cantidad	Descripción	
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4014-M12x50	
Tuercas	Clase 8	6	ISO 4032-M12	
Arandelas	Dureza 200 HV	12	ISO 7089-12	

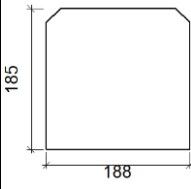
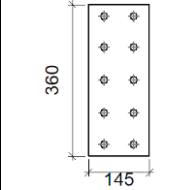
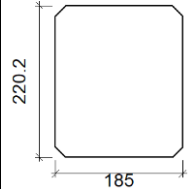
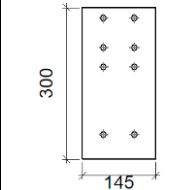
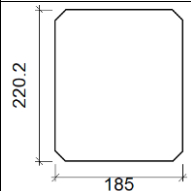
Tipo 39

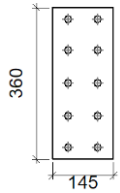
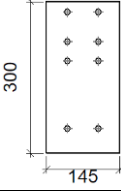
a) Detalle

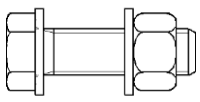
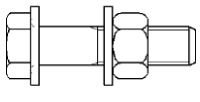


b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 240		240	120	9.8	6.2	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		188	185	10	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa de apoyo de la viga Viga (a) IPE 240		145	360	14	10	18	S275	2803.3	4179.4
Chapa vertical de la viga Viga (a) IPE 240		185	220.2	7	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa de apoyo de la viga Viga (b) IPE 240		145	300	10	8	13	S275	2803.3	4179.4
Chapa vertical de la viga Viga (b) IPE 240		185	220.2	7	-	-	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal: Viga (a) IPE 240		145	360	14	10	18	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga (b) IPE 240		145	300	10	8	13	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x55-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	55	8.8	6524.0	8154.9
ISO 4014-M12x50-8.8 ISO 4032-M12-8 2 ISO 7089-12-200 HV		M12	50	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	30.58
	Cortante	kN	0.54	310.54	0.17
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	255.56	261.90	97.58
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	257.66	261.90	98.38
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	225.19	261.90	85.98
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	225.46	261.90	86.08
Chapa frontal [Viga (a) IPE 240]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (a) IPE 240]	Cortante	kN	138.78	164.06	84.59
Chapa frontal [Viga (b) IPE 240]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00

		Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
	Chapa vertical [Viga (b) IPE 240]	Cortante	kN	139.07	164.06	84.77
	Ala	Desgarro	N/mm ²	89.95	261.90	34.35
		Cortante	N/mm ²	100.60	261.90	38.41
Viga (a) IPE 240	Rigidizadores	Tracción	kN	66.13	157.14	42.08
	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	97.79	127.33	76.80
	Chapa vertical	Tracción	kN	48.90	99.45	49.17
Viga (b) IPE 240	Rigidizadores	Tracción	kN	52.25	157.14	33.25
	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	73.64	75.91	97.01
	Chapa vertical	Tracción	kN	36.82	71.95	51.18

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	4	87	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	5	145	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	4	87	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	5	145	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	4	87	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	5	145	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	4	87	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	5	145	10.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	190	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	190	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	190	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	190	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	184.4	319.5	82.78	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	0.2	0.3	0.07	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	107.1	107.1	0.2	214.1	55.49	107.1	32.64	410.0	0.85

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	186.0	322.1	83.47	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.1	0.2	0.06	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	110.2	110.2	0.1	220.5	57.13	110.2	33.61	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	162.5	281.5	72.94	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	0.3	0.4	0.11	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	95.9	95.9	0.1	191.8	49.71	95.9	29.24	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	162.7	281.8	73.03	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.3	0.4	0.11	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	96.4	96.4	0.1	192.8	49.96	96.4	29.39	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	65.7	113.8	29.49	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	65.7	113.8	29.49	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	149.2	258.5	66.98	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	72.9	126.2	32.70	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	58.7	101.7	26.36	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	58.7	101.7	26.36	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	149.5	259.0	67.12	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	63.8	110.5	28.64	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga (a) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	97.79	126.83	77.10
Ala	Compresión	kN	163.52	308.00	53.09
	Tracción	kN	66.31	154.00	43.06
Alma	Tracción	kN	31.90	106.41	29.98

Cordones de soldadura

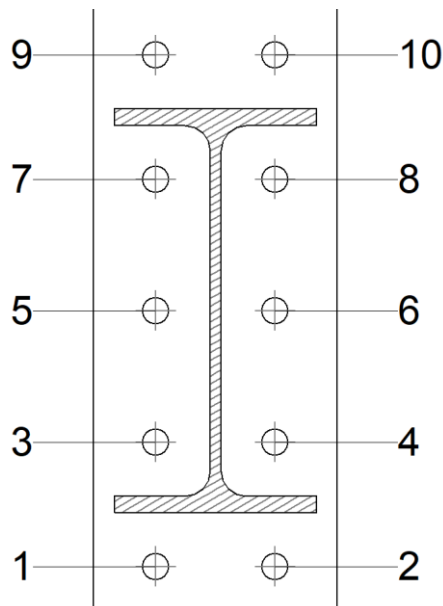
Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00	

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	132.8	132.8	0.2	265.6	68.83	132.8	40.49	410.0	0.85
Soldadura del alma	91.8	91.8	65.4	215.7	55.90	92.7	28.26	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	134.2	134.2	0.1	268.3	69.54	134.2	40.91	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



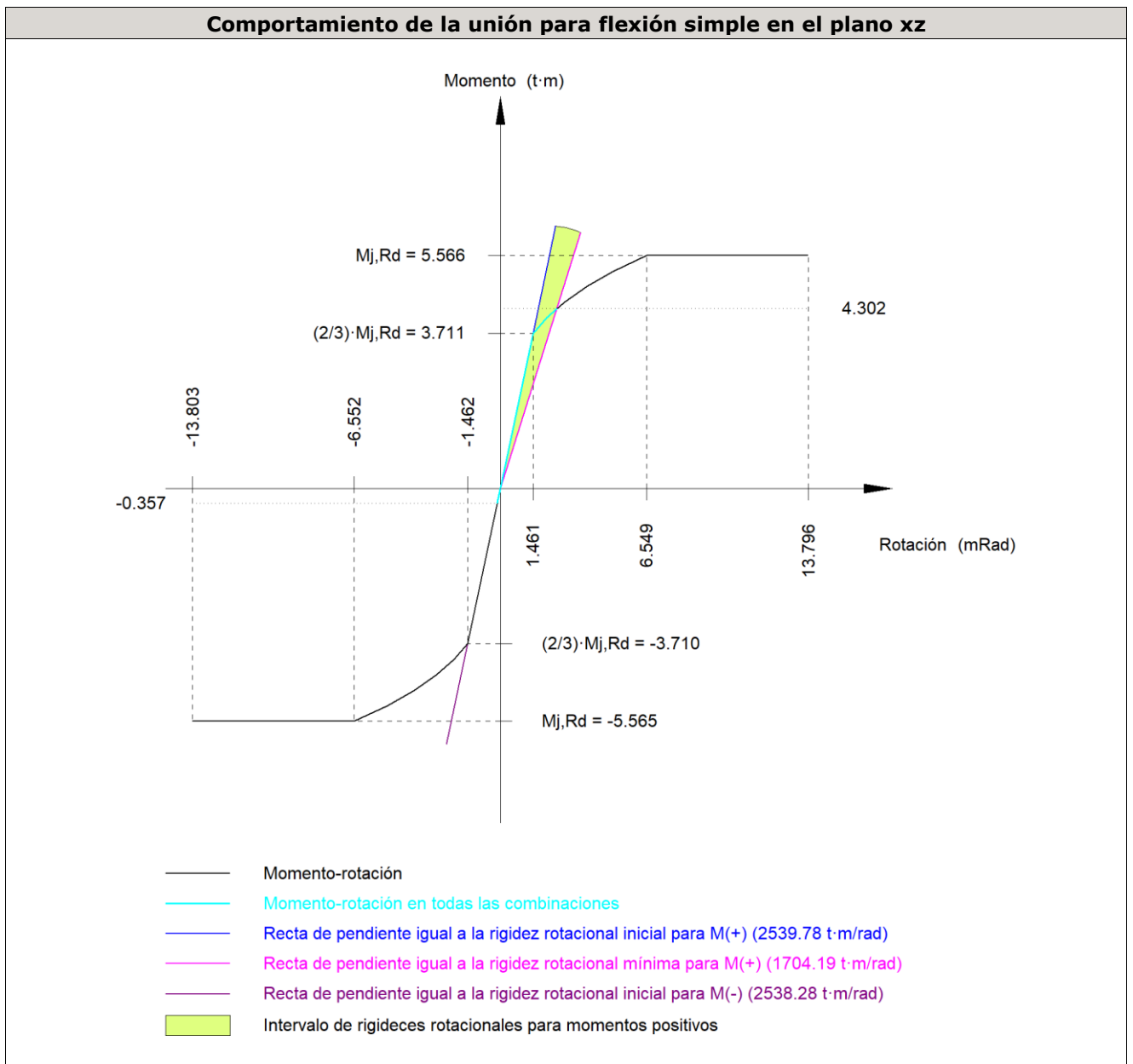
Disposición								
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)	
1	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	28	37	74	71	27.9	
2	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	28	37	74	71	27.9	
3	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	--	37	74	71	32.0	
4	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	--	37	74	71	32.0	
5	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	--	37	78	71	32.0	
6	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	--	37	78	71	32.0	
7	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	--	37	74	71	32.0	
8	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	--	37	74	71	32.0	
9	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	28	37	74	71	27.9	
10	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	28	37	74	71	27.9	

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	29.184	50.240	58.09	Vástago	5.798	90.432	6.41	58.09	58.09
	Aplastamiento	29.184	183.680	15.89	Punzonamiento	5.798	219.639	2.64		
2	Sección transversal	29.184	50.240	58.09	Vástago	7.535	90.432	8.33	58.09	58.09
	Aplastamiento	29.184	183.680	15.89	Punzonamiento	7.535	219.639	3.43		
3	Sección transversal	24.993	50.240	49.75	Vástago	2.796	90.432	3.09	49.75	49.75
	Aplastamiento	24.993	183.680	13.61	Punzonamiento	2.796	219.639	1.27		
4	Sección transversal	22.989	50.240	45.76	Vástago	4.070	90.432	4.50	45.76	45.76
	Aplastamiento	22.989	183.680	12.52	Punzonamiento	4.070	219.639	1.85		
5	Sección transversal	4.505	50.240	8.97	Vástago	20.906	90.432	23.12	16.51	23.12
	Aplastamiento	4.505	183.680	2.45	Punzonamiento	20.906	219.639	9.52		
6	Sección transversal	0.000	50.240	0.00	Vástago	23.336	90.432	25.80	18.43	25.80
					Punzonamiento	23.336	219.639	10.62		
7	Sección transversal	5.638	50.240	11.22	Vástago	33.081	90.432	36.58	26.13	36.58
	Aplastamiento	5.638	183.680	3.07	Punzonamiento	33.081	219.639	15.06		
8	Sección transversal	0.000	50.240	0.00	Vástago	34.968	90.432	38.67	27.62	38.67
					Punzonamiento	34.968	219.639	15.92		
9	Sección transversal	5.638	50.240	11.22	Vástago	67.109	90.432	74.21	53.01	74.21
	Aplastamiento	5.638	94.909	5.94	Punzonamiento	67.109	219.639	30.55		
10	Sección transversal	3.685	50.240	7.34	Vástago	69.724	90.432	77.10	55.07	77.10
	Aplastamiento	3.685	94.903	3.88	Punzonamiento	69.724	219.639	31.74		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	404.25	2539.78
Calculada para momentos negativos	404.25	2538.28

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.78	1.80	99.07
Momento resistente	kNm	42.20	54.60	77.28
Capacidad de rotación	mRad	182.969	667	27.45

3) Viga (b) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	73.64	75.50	97.53
Ala	Compresión	kN	154.82	308.00	50.26
	Tracción	kN	52.42	154.00	34.04
Alma	Tracción	kN	43.19	98.86	43.68

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

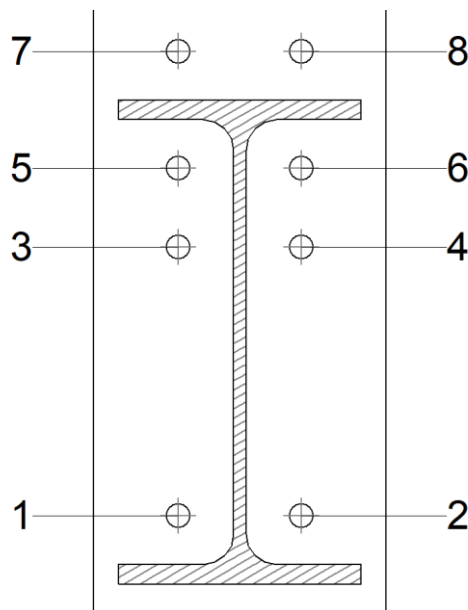
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	108.9	108.9	0.1	217.9	56.47	108.9	33.21	410.0	0.85
Soldadura del alma	137.1	137.1	58.6	292.3	75.75	137.1	41.78	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	108.5	108.5	0.1	217.0	56.22	108.5	33.07	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición

Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	133	61	24.1
2	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	133	61	24.1
3	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	39	61	27.0
4	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	39	61	27.0
5	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	39	61	24.1

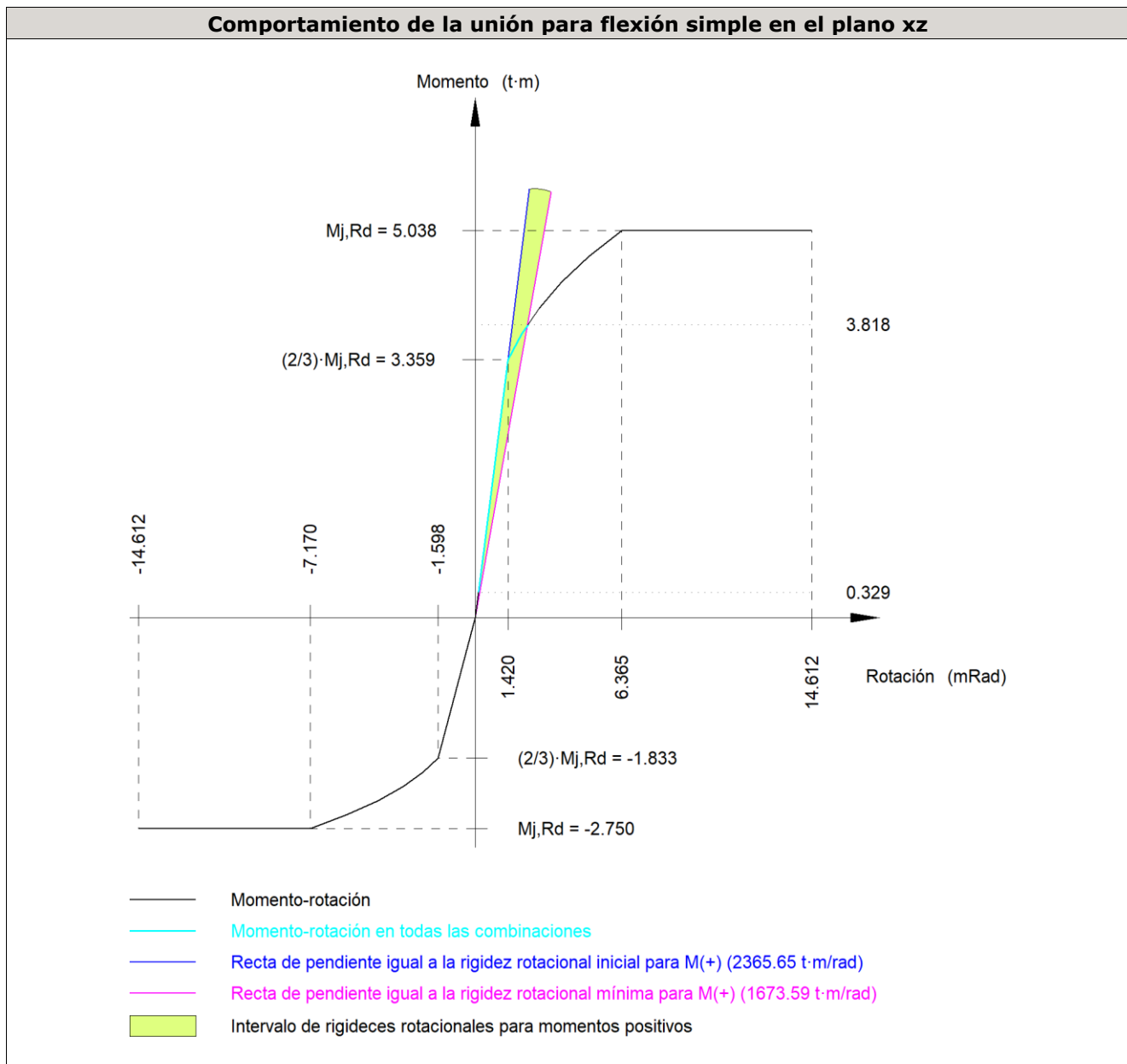
Disposición							
Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
6	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	39	61	24.1
7	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	21	42	58	61	20.9
8	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	21	42	58	61	20.9

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	20.229	36.191	55.90	Vástago	2.543	48.557	5.24	55.90	55.90
	Aplastamiento	20.229	98.400	20.56	Punzonamiento	2.543	117.563	2.16		
2	Sección transversal	32.150	36.191	88.83	Vástago	0.879	48.557	1.81	88.83	88.83
	Aplastamiento	51.733	98.400	52.57	Punzonamiento	0.879	117.563	0.75		
3	Sección transversal	8.381	36.191	23.16	Vástago	33.050	48.557	68.06	71.76	71.76
	Aplastamiento	8.381	73.800	11.36	Punzonamiento	33.050	117.563	28.11		
4	Sección transversal	8.373	36.191	23.14	Vástago	32.520	48.557	66.97	70.95	70.95
	Aplastamiento	8.373	73.800	11.35	Punzonamiento	32.520	117.563	27.66		
5	Sección transversal	8.381	36.191	23.16	Vástago	27.716	48.557	57.08	63.91	63.91
	Aplastamiento	8.381	98.400	8.52	Punzonamiento	27.716	117.563	23.58		
6	Sección transversal	8.373	36.191	23.14	Vástago	27.370	48.557	56.37	63.37	63.37
	Aplastamiento	8.373	98.400	8.51	Punzonamiento	27.370	117.563	23.28		
7	Sección transversal	8.381	36.191	23.16	Vástago	47.359	48.557	97.53	92.81	97.53
	Aplastamiento	8.381	52.732	15.89	Punzonamiento	47.359	117.563	40.28		
8	Sección transversal	8.373	36.191	23.14	Vástago	46.914	48.557	96.62	92.12	96.62
	Aplastamiento	8.373	52.732	15.88	Punzonamiento	46.914	117.563	39.91		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	588.95	2365.65
Calculada para momentos negativos	588.95	1146.31

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.69	1.80	94.14
Momento resistente	kNm	37.46	49.43	75.78
Capacidad de rotación	mRad	156.134	667	23.42

d) Medición

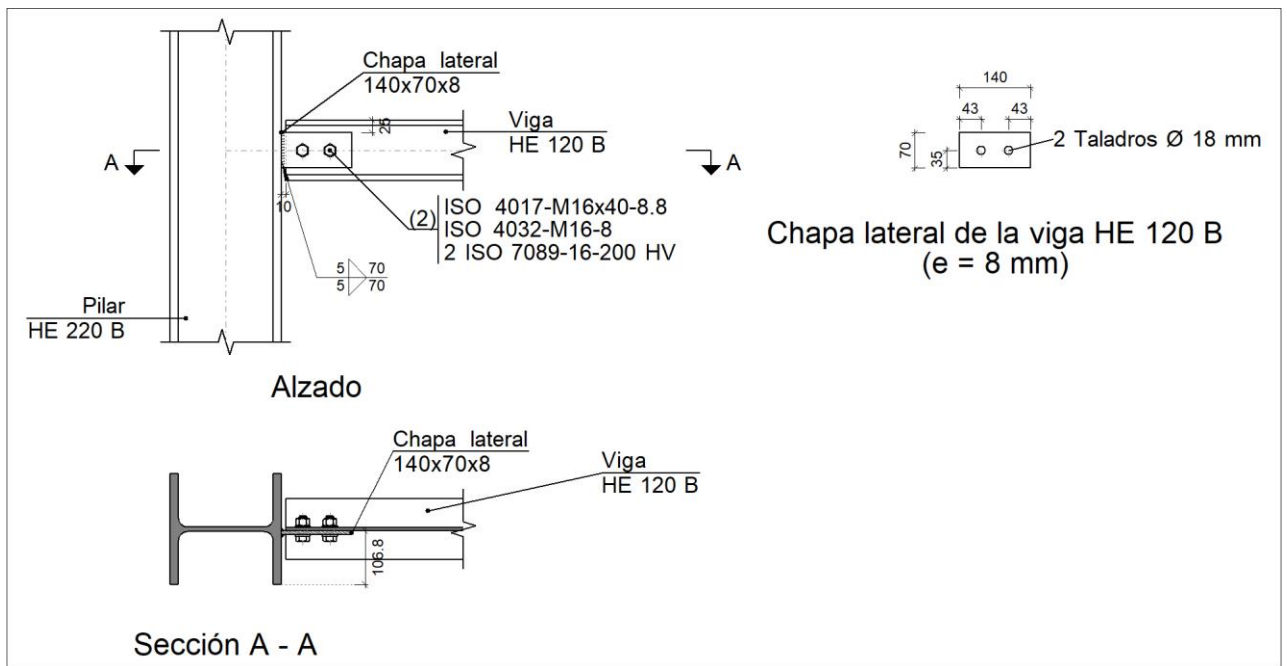
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	3523
			4	2612
			5	2054

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	188x185x10	10.92
	Chapas	2	185x220x7	4.48
		2	145x300x10	6.83
		2	145x360x14	11.47
	Total			

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	8	ISO 4014-M12x50
		10	ISO 4017-M16x55
Tuercas	Clase 8	8	ISO 4032-M12
		10	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	16	ISO 7089-12
		20	ISO 7089-16

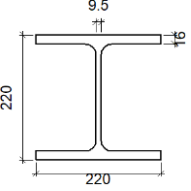
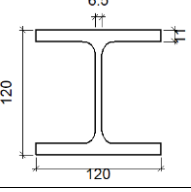
Tipo 40

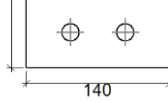
a) Detalle

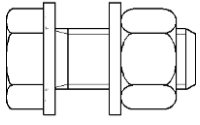


b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f _v (kp/cm ²)	f _u (kp/cm ²)

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 120 B		120	120	11	6.5	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa lateral: Viga HE 120 B		140	70	8	2	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x40-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	40	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

2) Viga HE 120 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.66
	Tensiones combinadas	--	--	--	18.77
	Pandeo local	N/mm ²	43.95	230.97	19.03

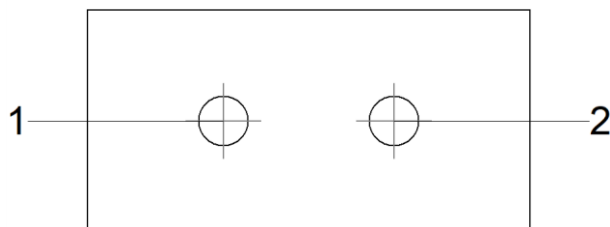
	Aplastamiento	kN	11.15	78.44	14.22
	Desgarro	kN	22.08	62.90	35.11
Alma	Aplastamiento	kN	11.15	52.46	21.25
	Desgarro	kN	22.08	141.03	15.66

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	En ángulo	5	70	8.0	90.00	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	22.3	22.3	1.3	44.6	11.57	22.3	6.80	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x40-8.8	18.0	35	33	--	54	35.0
2	ISO 4017-M16x40-8.8	18.0	35	43	--	54	35.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	11.151	50.240	22.20	Vástago	0.000	90.432	0.00	22.20	22.20

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprovado (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprovado (%)	Aprov. (%)	
0	Aplastamiento	11.151	78.439	14.22	Punzonamiento	0.000	101.975	0.00		
	Sección transversal	11.056	50.240	22.01	Vástago	0.000	90.432	0.00	22.01	22.01
2	Aplastamiento	11.056	83.489	13.24	Punzonamiento	0.000	101.975	0.00		

d) Medición

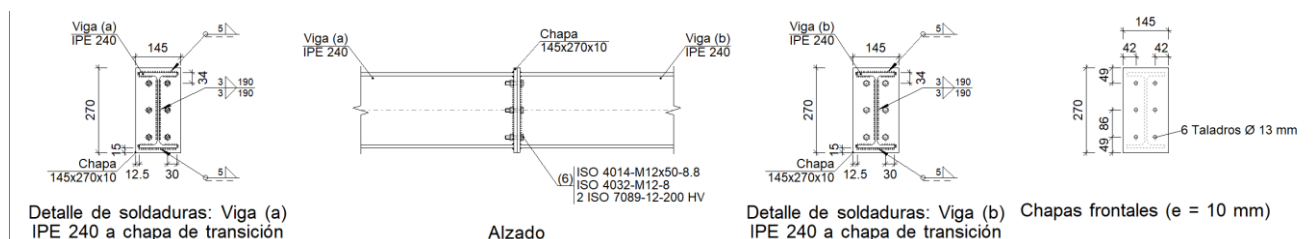
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	5	140

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	1	140x70x8	0.62
	Total			0.62

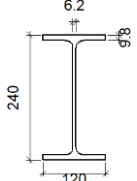
Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	2	ISO 4017-M16x40
Tuercas	Clase 8	2	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	4	ISO 7089-16

Tipo 41

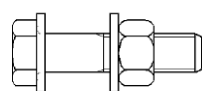
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 240		240	120	9.8	6.2	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal		145	270	10	6	13	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Clase	Acero	
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)		f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M12x50-8.8 ISO 4032-M12-8 2 ISO 7089-12-200 HV		M12	50	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Viga (a) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	17.44	97.11	17.96
Ala	Aplastamiento	kN	25.51	308.00	8.28
	Tracción	kN	4.88	154.00	3.17
Alma	Tracción	kN	7.67	96.04	7.99

Cordones de soldadura

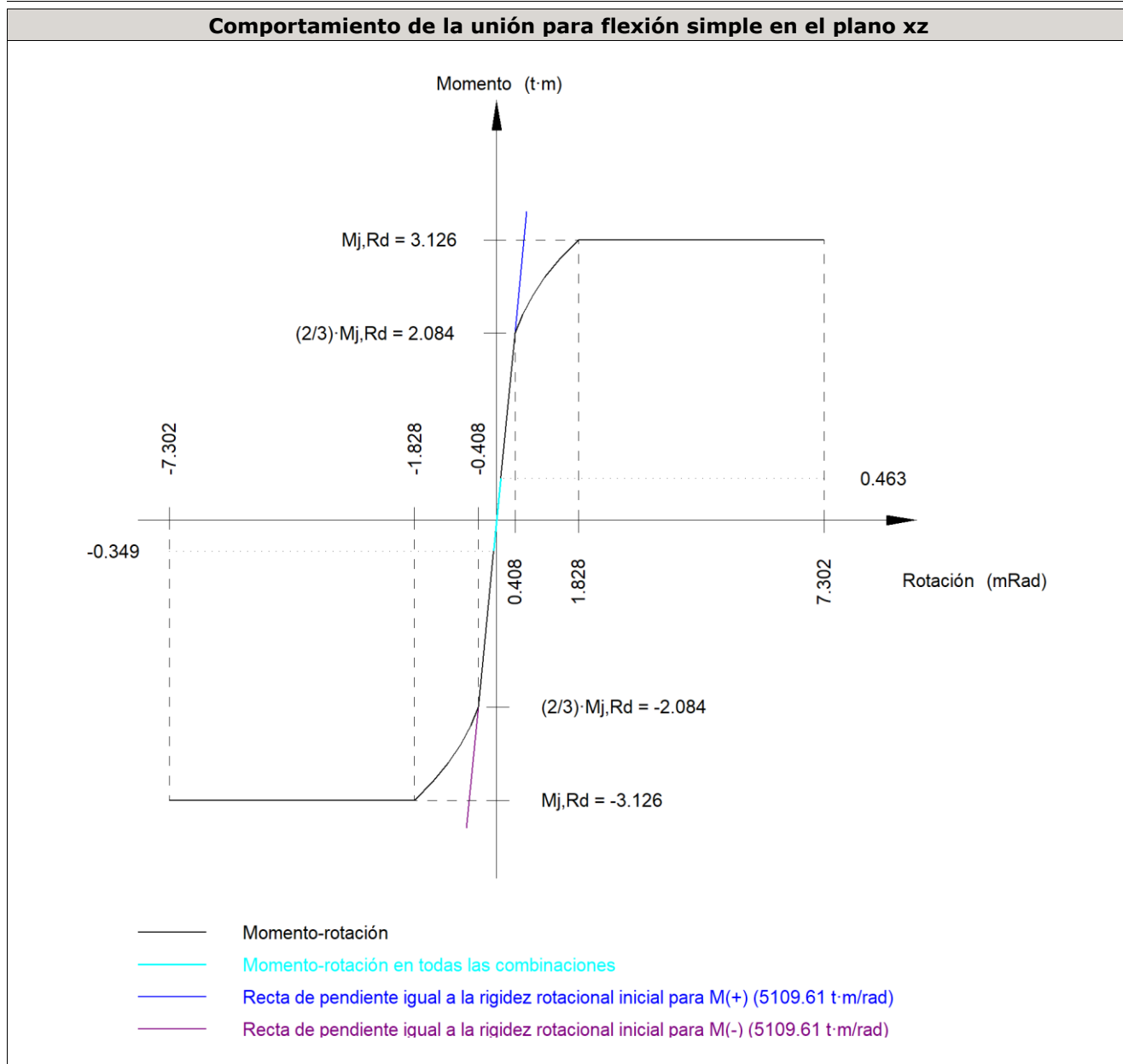
Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	18.6	18.6	0.3	37.2	9.65	18.6	5.67	410.0	0.85
Soldadura del alma	23.7	23.7	29.2	69.3	17.95	23.7	7.22	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	20.3	20.3	0.3	40.6	10.52	20.3	6.19	410.0	0.85

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	2231.26	5109.61
Calculada para momentos negativos	2231.26	5109.61

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.69	1.80	94.14
Momento resistente	kNm	4.54	30.67	14.81
Capacidad de rotación	mRad	12.405	667	1.86

2) Viga (b) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	17.44	97.11	17.96
Ala	Compresión	kN	25.51	308.00	8.28
	Tracción	kN	4.88	154.00	3.17
Alma	Tracción	kN	7.67	96.04	7.99

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

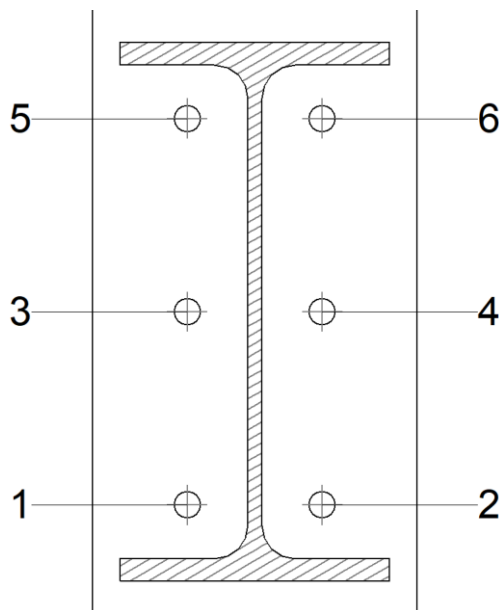
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	18.6	18.6	0.3	37.2	9.65	18.6	5.67	410.0	0.85
Soldadura del alma	23.7	23.7	29.2	69.3	17.95	23.7	7.22	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	20.3	20.3	0.3	40.6	10.52	20.3	6.19	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición

Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0
2	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0
3	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	27.0
4	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	27.0
5	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0

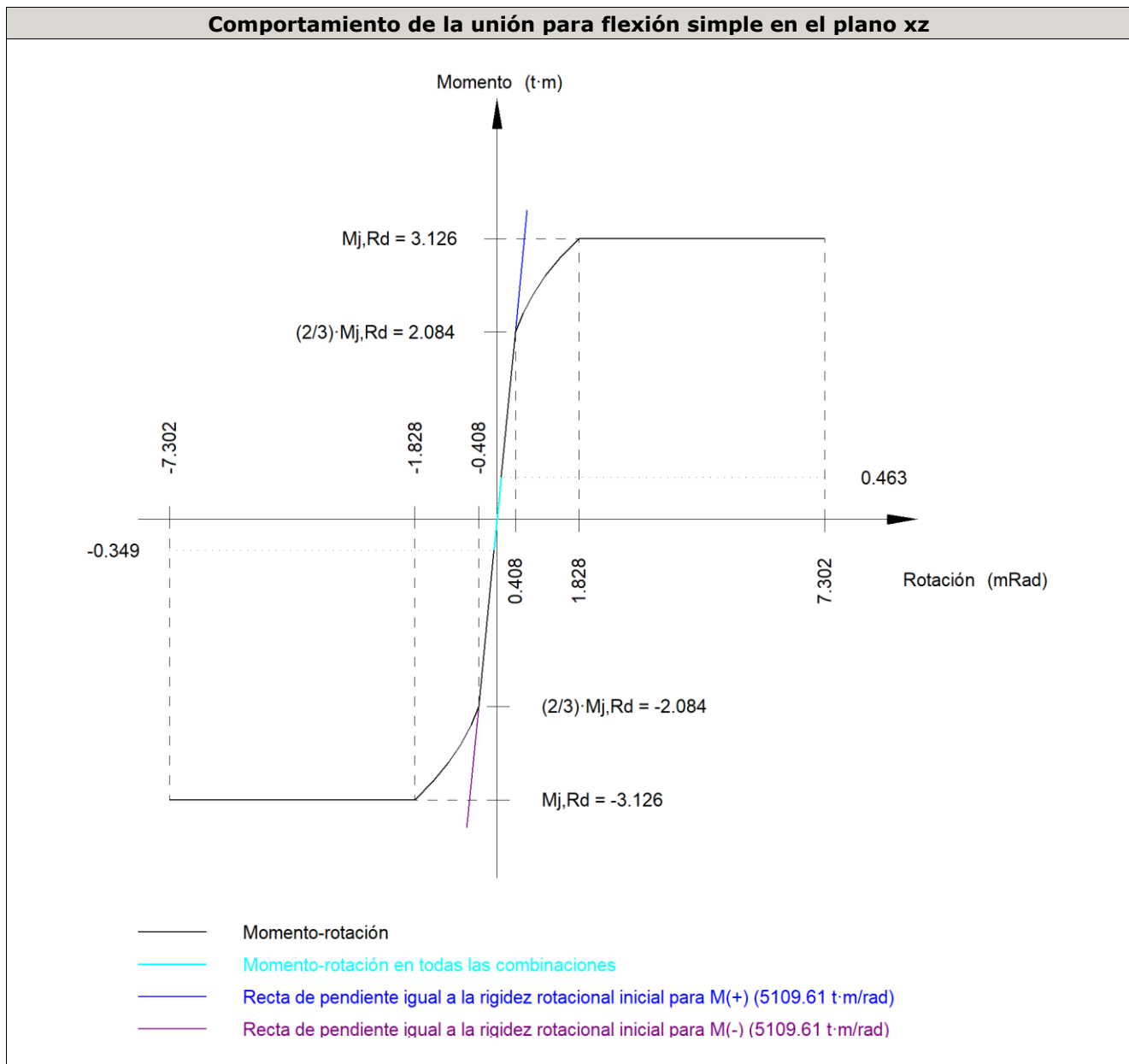
Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
6	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia											
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante		Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	6.067	36.191	16.76	Vástago	6.600	48.557	13.59	19.34	19.34	
	Aplastamiento	6.067	98.400	6.17	Punzonamiento	6.600	117.563	5.61			
2	Sección transversal	6.067	36.191	16.76	Vástago	7.548	48.557	15.55	20.80	20.80	
	Aplastamiento	6.067	98.400	6.17	Punzonamiento	7.548	117.563	6.42			
3	Sección transversal	15.825	36.191	43.73	Vástago	5.734	48.557	11.81	43.73	43.73	
	Aplastamiento	15.825	98.400	16.08	Punzonamiento	5.734	117.563	4.88			
4	Sección transversal	6.067	36.191	16.76	Vástago	6.194	48.557	12.76	24.47	24.47	
	Aplastamiento	6.067	98.400	6.17	Punzonamiento	6.194	117.563	5.27			
5	Sección transversal	31.223	36.191	86.27	Vástago	8.365	48.557	17.23	86.27	86.27	
	Aplastamiento	31.223	98.400	31.73	Punzonamiento	8.365	117.563	7.12			
6	Sección transversal	6.067	36.191	16.76	Vástago	8.722	48.557	17.96	28.19	28.19	
	Aplastamiento	6.067	98.400	6.17	Punzonamiento	8.722	117.563	7.42			

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	2231.26	5109.61
Calculada para momentos negativos	2231.26	5109.61

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.69	1.80	94.14
Momento resistente	kNm	4.54	30.67	14.81
Capacidad de rotación	mRad	12.405	667	1.86

d) Medición

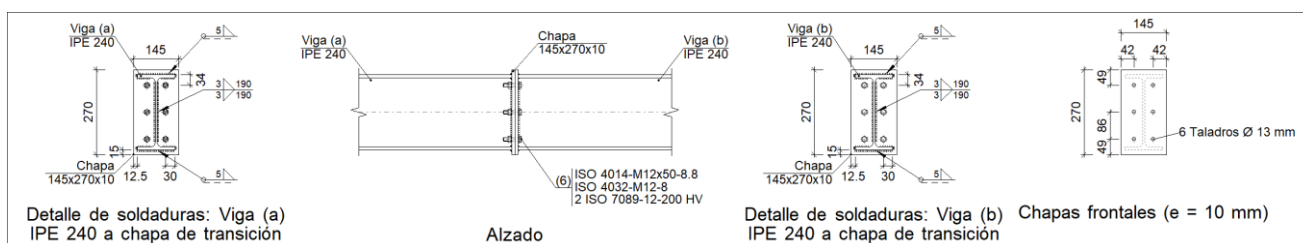
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	762
			5	894

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	2	145x270x10	6.15
	Total			6.15

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4014-M12x50
Tuercas	Clase 8	6	ISO 4032-M12
Arandelas	Dureza 200 HV	12	ISO 7089-12

Tipo 42

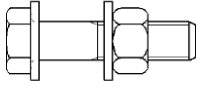
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 240		240	120	9.8	6.2	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal		145	270	10	6	13	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M12x50-8.8 ISO 4032-M12-8 2 ISO 7089-12-200 HV		M12	50	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Viga (a) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	42.00	97.11	43.25
Ala	Aplastamiento	kN	60.16	308.00	19.53
	Tracción	kN	11.76	154.00	7.64
Alma	Tracción	kN	18.48	96.04	19.24

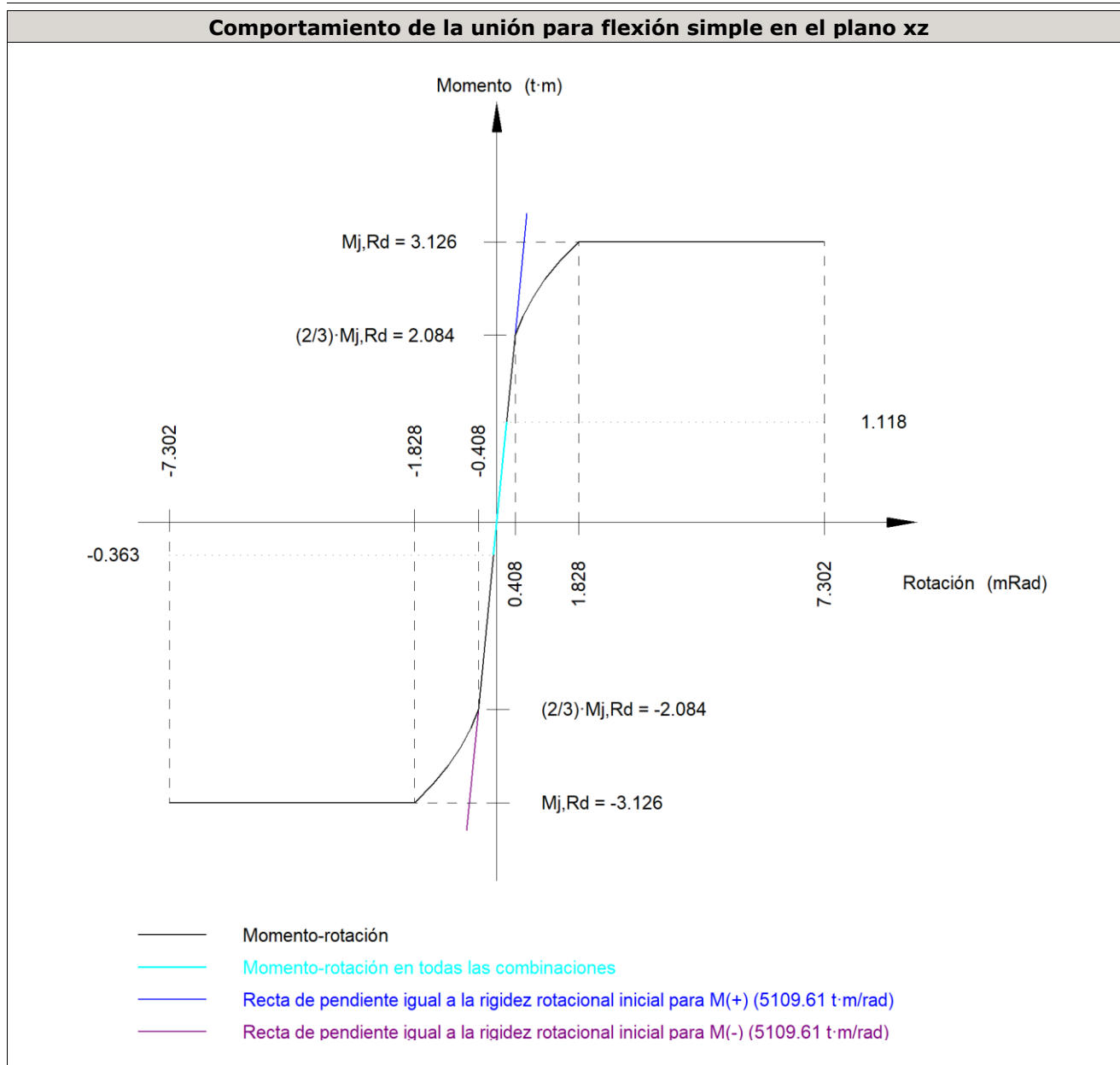
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	42.5	42.5	0.3	85.1	22.05	42.5	12.97	410.0	0.85
Soldadura del alma	57.0	57.0	33.7	128.1	33.19	57.0	17.38	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	36.9	36.9	0.3	73.8	19.13	36.9	11.25	410.0	0.85

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	2231.26	5109.61
Calculada para momentos negativos	2231.26	5109.61



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.69	1.80	94.14
Momento resistente	kNm	10.97	30.67	35.78
Capacidad de rotación	mRad	29.976	667	4.50

2) Viga (b) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	42.00	97.11	43.25
Ala	Compresión	kN	60.16	308.00	19.53
	Tracción	kN	11.76	154.00	7.64
Alma	Tracción	kN	18.48	96.04	19.24

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

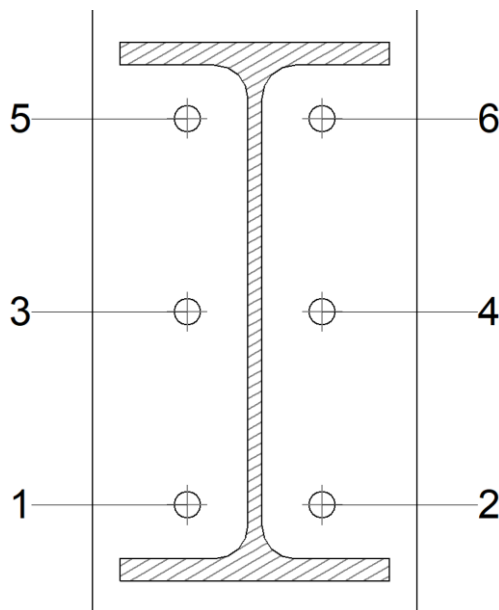
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	42.5	42.5	0.3	85.1	22.05	42.5	12.97	410.0	0.85
Soldadura del alma	57.0	57.0	33.7	128.1	33.19	57.0	17.38	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	36.9	36.9	0.3	73.8	19.13	36.9	11.25	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición

Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0
2	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0
3	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	27.0
4	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	27.0
5	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0

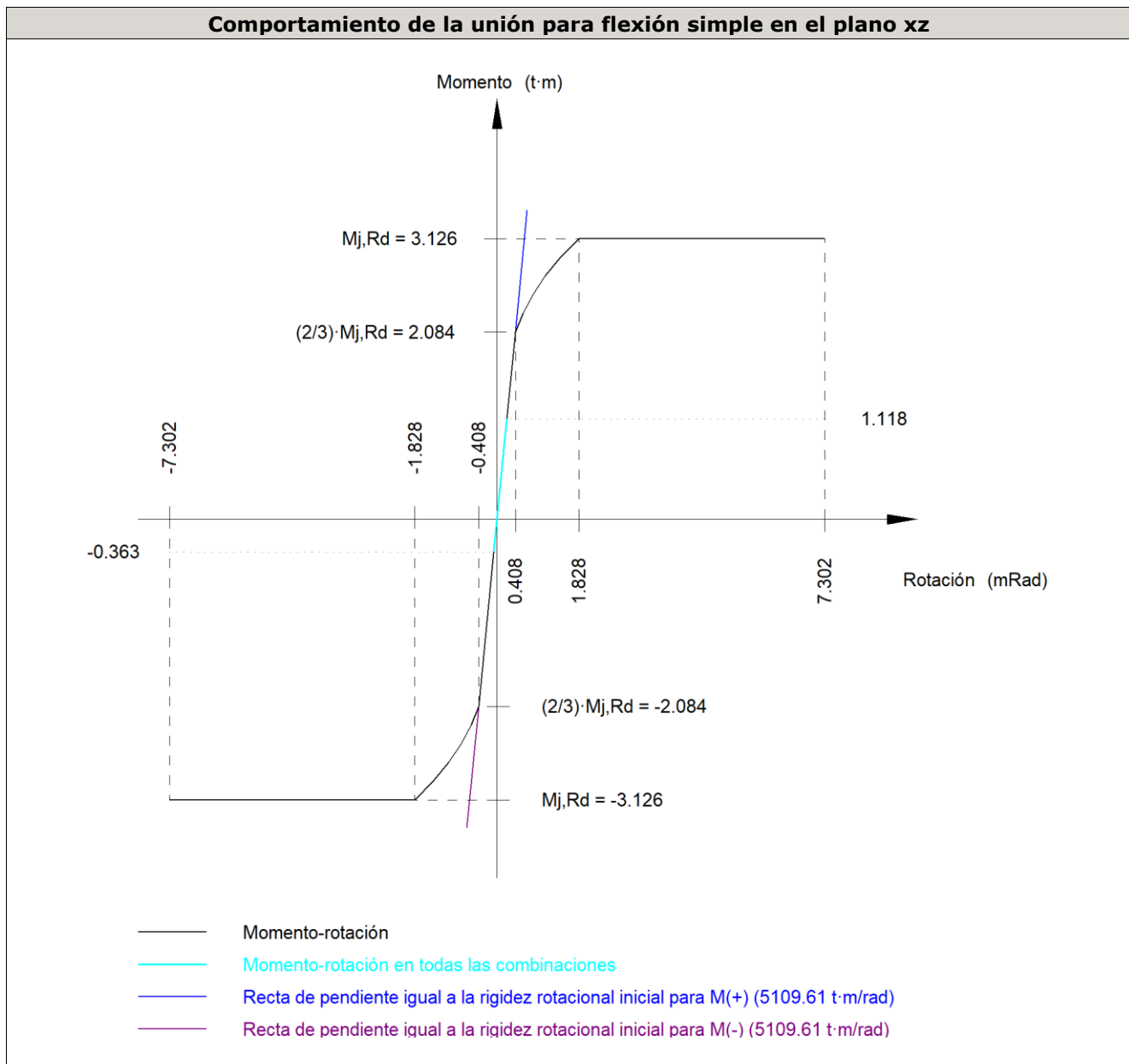
Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
6	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia											
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante		Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	7.054	36.191	19.49	Vástago	6.932	48.557	14.28	22.30	22.30	
	Aplastamiento	7.054	98.400	7.17	Punzonamiento	6.932	117.563	5.90			
2	Sección transversal	30.605	36.191	84.57	Vástago	6.662	48.557	13.72	84.57	84.57	
	Aplastamiento	30.605	98.400	31.10	Punzonamiento	6.662	117.563	5.67			
3	Sección transversal	7.054	36.191	19.49	Vástago	14.797	48.557	30.47	39.49	39.49	
	Aplastamiento	7.054	98.400	7.17	Punzonamiento	14.797	117.563	12.59			
4	Sección transversal	14.609	36.191	40.37	Vástago	14.107	48.557	29.05	40.37	40.37	
	Aplastamiento	14.609	98.400	14.85	Punzonamiento	14.107	117.563	12.00			
5	Sección transversal	7.054	36.191	19.49	Vástago	21.002	48.557	43.25	48.62	48.62	
	Aplastamiento	7.054	98.400	7.17	Punzonamiento	21.002	117.563	17.86			
6	Sección transversal	21.004	36.191	58.04	Vástago	20.468	48.557	42.15	58.04	58.04	
	Aplastamiento	21.004	98.400	21.35	Punzonamiento	20.468	117.563	17.41			

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	2231.26	5109.61
Calculada para momentos negativos	2231.26	5109.61

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.69	1.80	94.14
Momento resistente	kNm	10.97	30.67	35.78
Capacidad de rotación	mRad	29.976	667	4.50

d) Medición

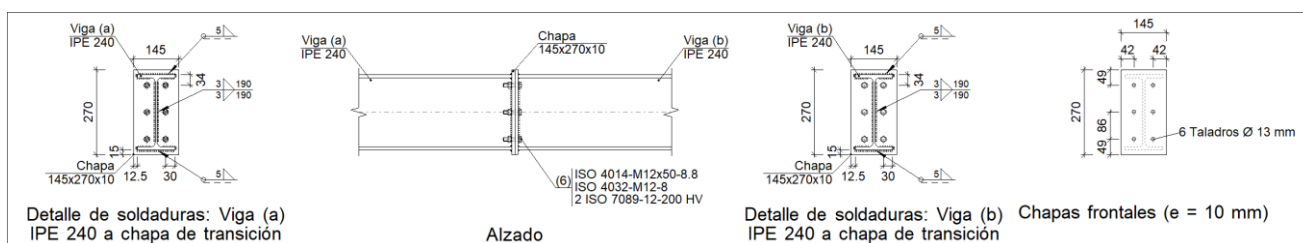
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	762
			5	894

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	2	145x270x10	6.15
	Total			6.15

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4014-M12x50
Tuercas	Clase 8	6	ISO 4032-M12
Arandelas	Dureza 200 HV	12	ISO 7089-12

Tipo 43

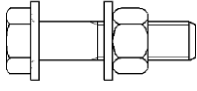
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 240		240	120	9.8	6.2	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal		145	270	10	6	13	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M12x50-8.8 ISO 4032-M12-8 2 ISO 7089-12-200 HV		M12	50	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Viga (a) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	38.48	97.11	39.63
Ala	Aplastamiento	kN	64.11	308.00	20.81
	Tracción	kN	10.78	154.00	7.00
Alma	Tracción	kN	16.93	96.04	17.63

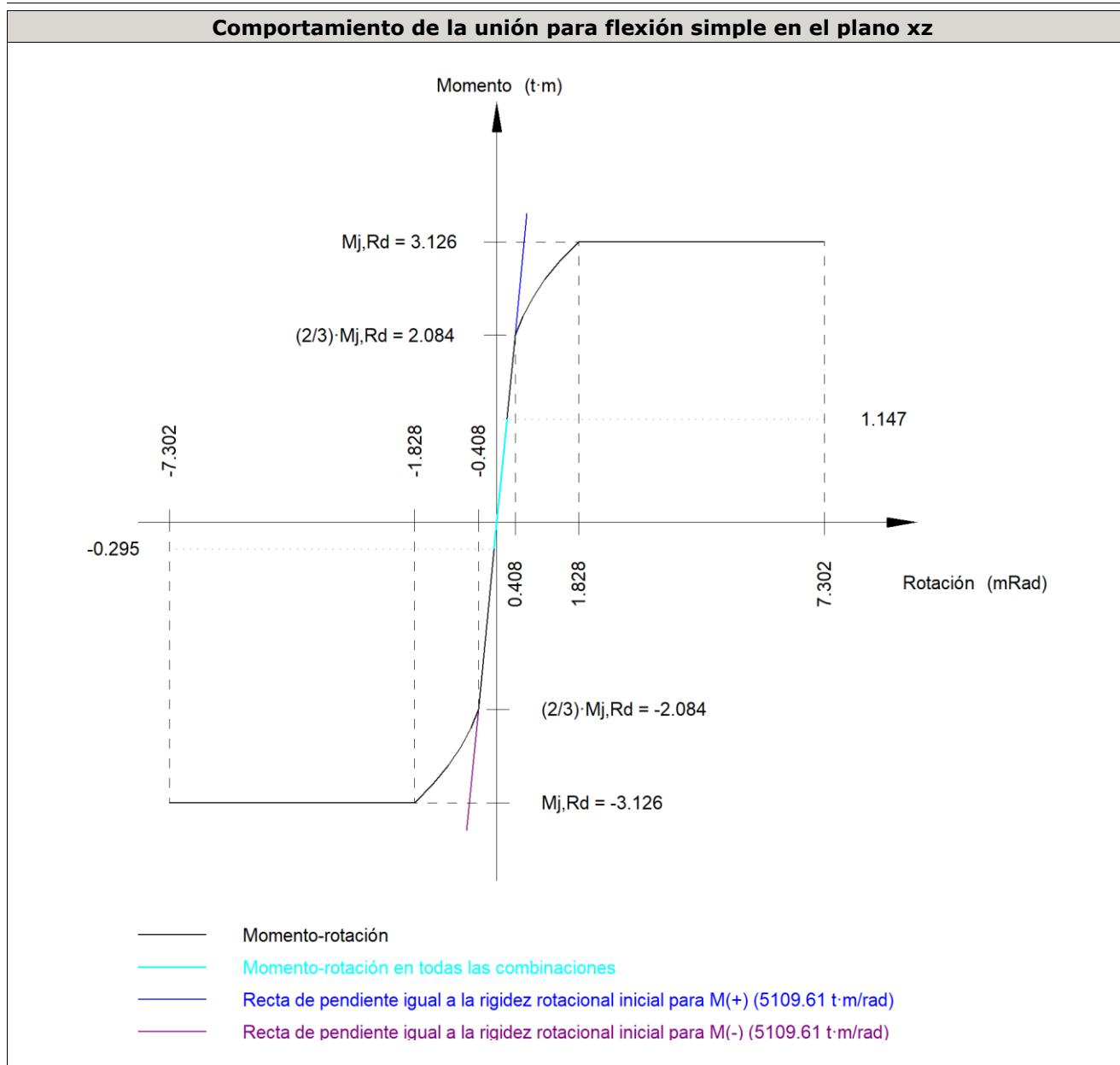
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	39.0	39.0	0.1	77.9	20.20	39.0	11.88	410.0	0.85
Soldadura del alma	48.3	48.3	50.5	130.3	33.77	52.2	15.92	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	38.1	38.1	0.1	76.2	19.75	38.1	11.62	410.0	0.85

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	2231.26	5109.61
Calculada para momentos negativos	2231.26	5109.61



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.69	1.80	94.14
Momento resistente	kNm	11.25	30.67	36.69
Capacidad de rotación	mRad	30.740	667	4.61

2) Viga (b) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	38.48	97.11	39.63
Ala	Compresión	kN	64.11	308.00	20.81
	Tracción	kN	10.78	154.00	7.00
Alma	Tracción	kN	16.93	96.04	17.63

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

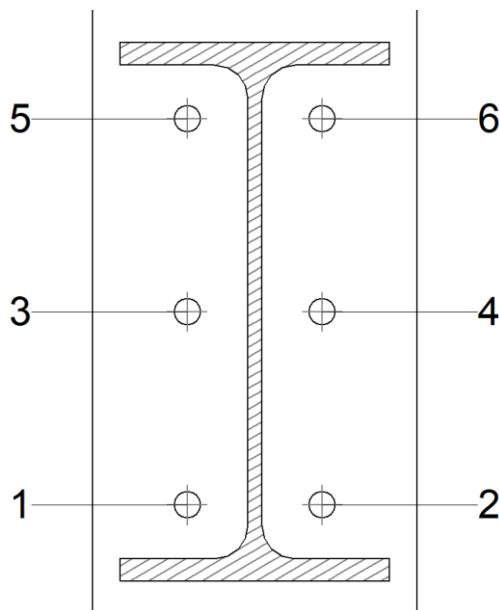
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	39.0	39.0	0.1	77.9	20.20	39.0	11.88	410.0	0.85
Soldadura del alma	48.3	48.3	50.5	130.3	33.77	52.2	15.92	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	38.1	38.1	0.1	76.2	19.75	38.1	11.62	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición

Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0
2	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0
3	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	27.0
4	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	27.0
5	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0

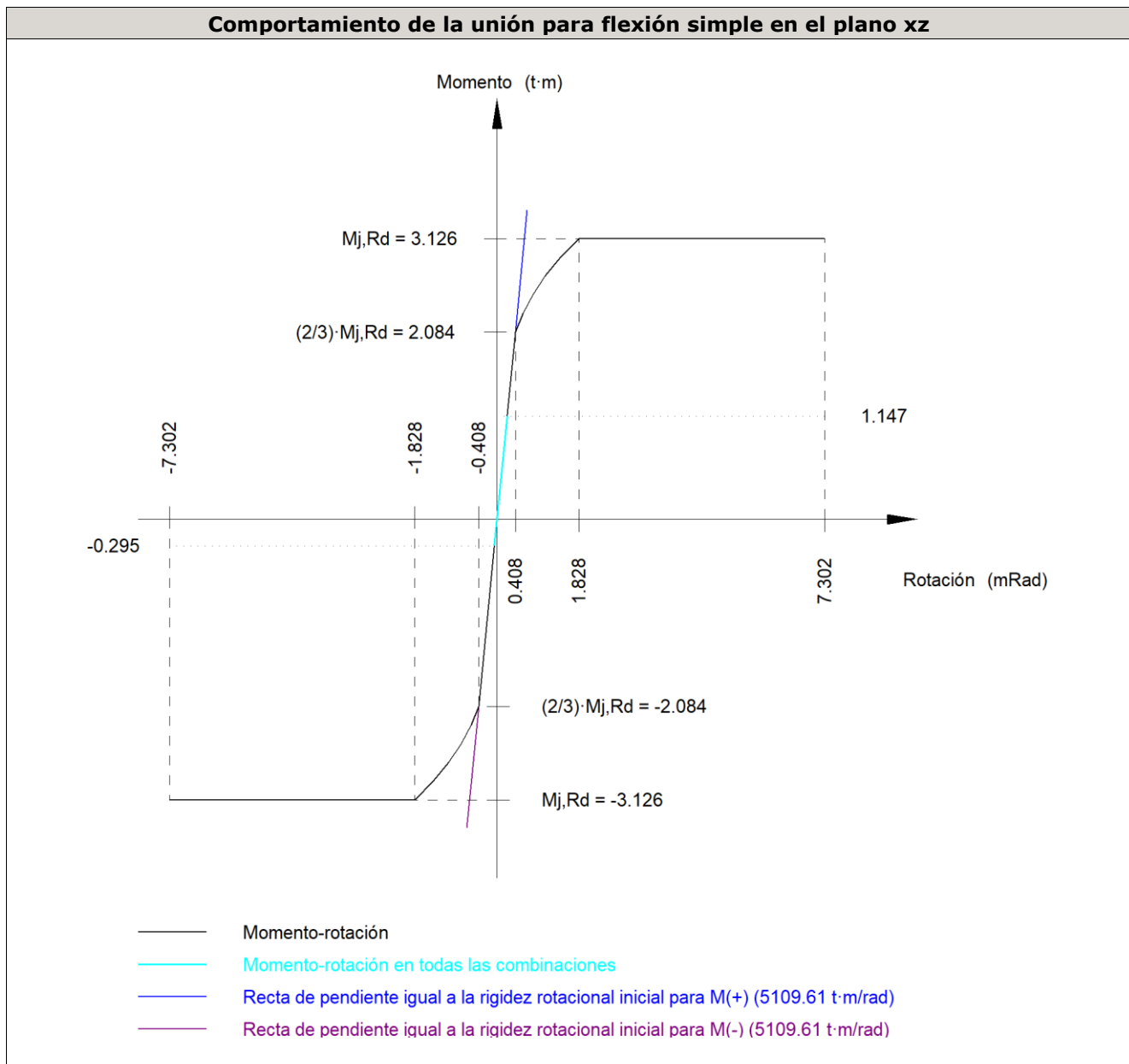
Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
6	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia											
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante		Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	9.626	36.191	26.60	Vástago	7.641	48.557	15.74	28.97	28.97	
	Aplastamiento	9.626	98.400	9.78	Punzonamiento	7.641	117.563	6.50			
2	Sección transversal	33.698	36.191	93.11	Vástago	6.808	48.557	14.02	93.11	93.11	
	Aplastamiento	45.371	98.400	46.11	Punzonamiento	6.808	117.563	5.79			
3	Sección transversal	9.626	36.191	26.60	Vástago	13.413	48.557	27.62	44.80	44.80	
	Aplastamiento	9.626	98.400	9.78	Punzonamiento	13.413	117.563	11.41			
4	Sección transversal	13.259	36.191	36.63	Vástago	12.876	48.557	26.52	44.21	44.21	
	Aplastamiento	13.259	98.400	13.47	Punzonamiento	12.876	117.563	10.95			
5	Sección transversal	9.626	36.191	26.60	Vástago	19.242	48.557	39.63	52.75	52.75	
	Aplastamiento	9.626	98.400	9.78	Punzonamiento	19.242	117.563	16.37			
6	Sección transversal	32.700	36.191	90.35	Vástago	18.825	48.557	38.77	90.35	90.35	
	Aplastamiento	32.700	98.400	33.23	Punzonamiento	18.825	117.563	16.01			

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	2231.26	5109.61
Calculada para momentos negativos	2231.26	5109.61

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.69	1.80	94.14
Momento resistente	kNm	11.25	30.67	36.69
Capacidad de rotación	mRad	30.740	667	4.61

d) Medición

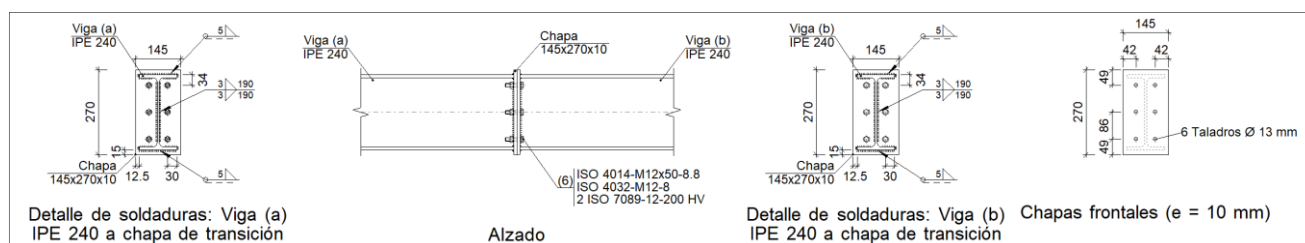
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	762
			5	894

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	2	145x270x10	6.15
	Total			6.15

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4014-M12x50
Tuercas	Clase 8	6	ISO 4032-M12
Arandelas	Dureza 200 HV	12	ISO 7089-12

Tipo 44

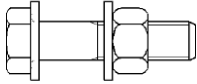
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 240		240	120	9.8	6.2	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal		145	270	10	6	13	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M12x50-8.8 ISO 4032-M12-8 2 ISO 7089-12-200 HV		M12	50	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Viga (a) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	41.06	97.11	42.28
Ala	Aplastamiento	kN	54.84	308.00	17.80
	Tracción	kN	11.50	154.00	7.47
Alma	Tracción	kN	18.07	96.04	18.81

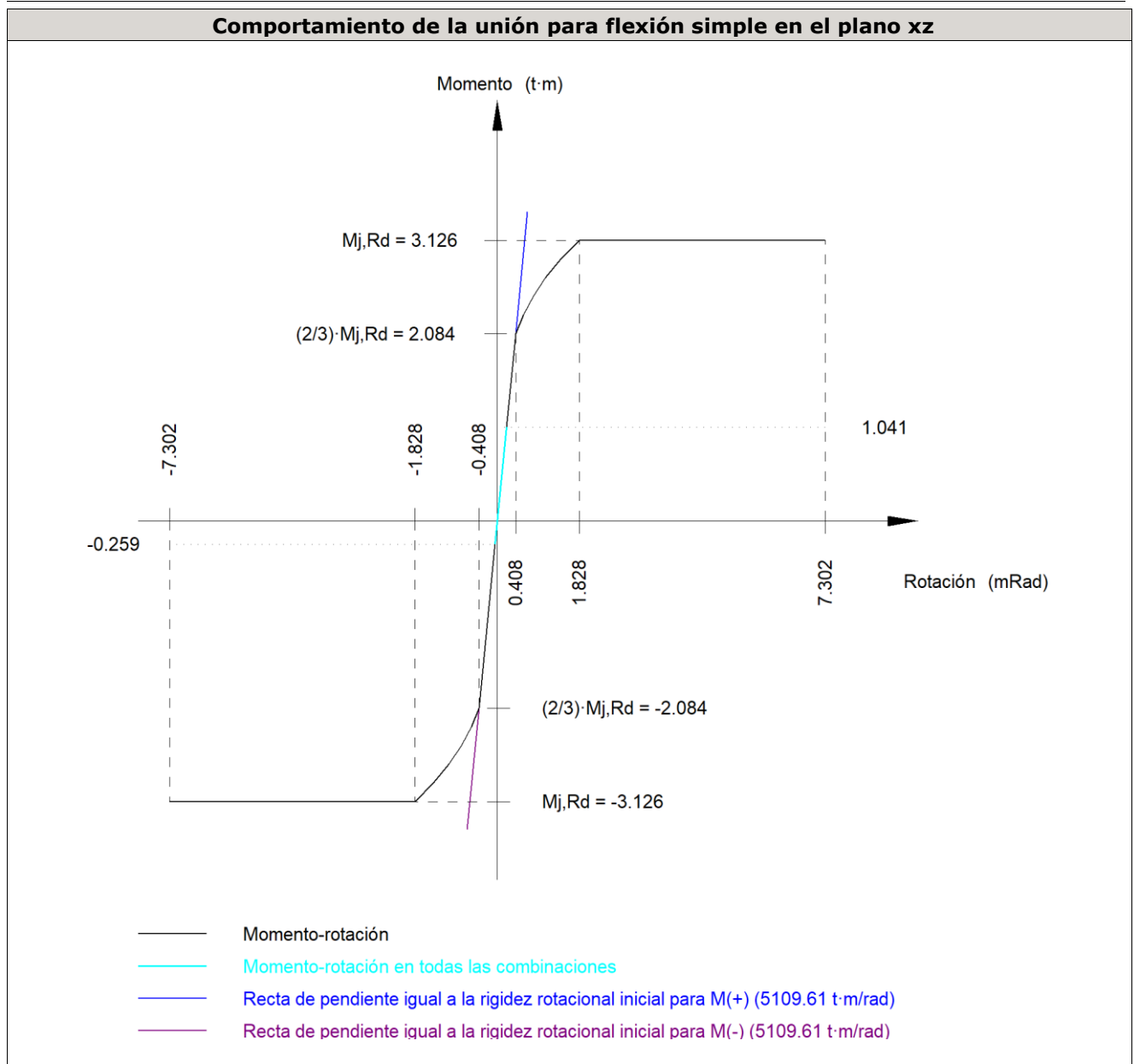
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	41.6	41.6	0.2	83.2	21.55	41.6	12.68	410.0	0.85
Soldadura del alma	55.7	55.7	44.4	135.4	35.09	55.7	16.99	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	35.6	35.6	0.2	71.3	18.47	35.6	10.87	410.0	0.85

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	2231.26	5109.61
Calculada para momentos negativos	2231.26	5109.61



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.69	1.80	94.14
Momento resistente	kNm	10.21	30.67	33.30
Capacidad de rotación	mRad	27.894	667	4.18

2) Viga (b) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	41.06	97.11	42.28
Ala	Compresión	kN	54.84	308.00	17.80
	Tracción	kN	11.50	154.00	7.47
Alma	Tracción	kN	18.07	96.04	18.81

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

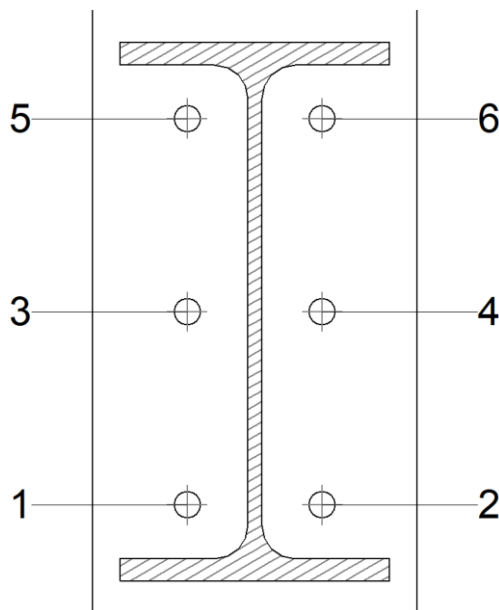
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	41.6	41.6	0.2	83.2	21.55	41.6	12.68	410.0	0.85
Soldadura del alma	55.7	55.7	44.4	135.4	35.09	55.7	16.99	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	35.6	35.6	0.2	71.3	18.47	35.6	10.87	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición

Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0
2	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0
3	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	27.0
4	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	27.0
5	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0

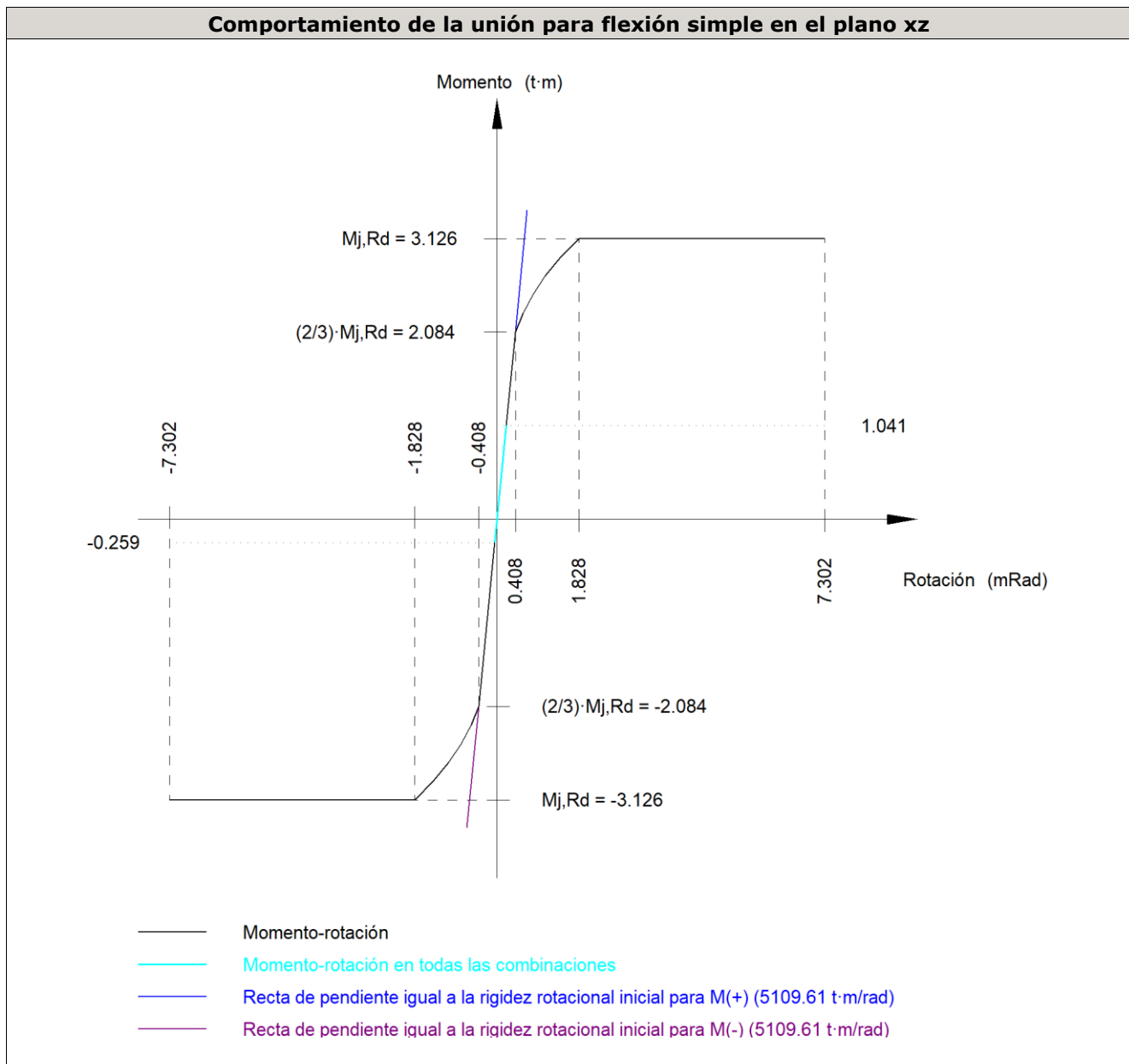
Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
6	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia											
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante		Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	34.044	36.191	94.07	Vástago	3.348	48.557	6.89	94.07	94.07	
	Aplastamiento	45.370	98.400	46.11	Punzonamiento	3.348	117.563	2.85			
2	Sección transversal	11.192	36.191	30.92	Vástago	3.628	48.557	7.47	30.94	30.94	
	Aplastamiento	11.192	98.400	11.37	Punzonamiento	3.628	117.563	3.09			
3	Sección transversal	22.152	36.191	61.21	Vástago	13.677	48.557	28.17	61.21	61.21	
	Aplastamiento	22.152	98.400	22.51	Punzonamiento	13.677	117.563	11.63			
4	Sección transversal	9.564	36.191	26.43	Vástago	14.575	48.557	30.02	45.16	45.16	
	Aplastamiento	9.564	98.400	9.72	Punzonamiento	14.575	117.563	12.40			
5	Sección transversal	25.451	36.191	70.32	Vástago	19.834	48.557	40.85	70.32	70.32	
	Aplastamiento	25.451	98.400	25.86	Punzonamiento	19.834	117.563	16.87			
6	Sección transversal	9.564	36.191	26.43	Vástago	20.530	48.557	42.28	53.55	53.55	
	Aplastamiento	9.564	98.400	9.72	Punzonamiento	20.530	117.563	17.46			

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	2231.26	5109.61
Calculada para momentos negativos	2231.26	5109.61

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.69	1.80	94.14
Momento resistente	kNm	10.21	30.67	33.30
Capacidad de rotación	mRad	27.894	667	4.18

d) Medición

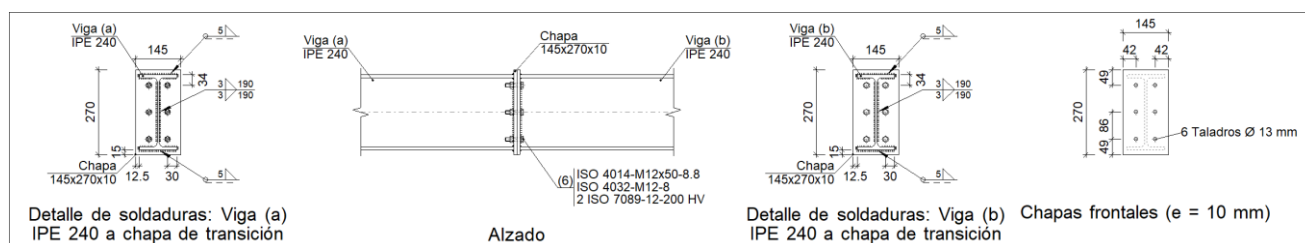
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	762
			5	894

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	2	145x270x10	6.15
	Total			6.15

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4014-M12x50
Tuercas	Clase 8	6	ISO 4032-M12
Arandelas	Dureza 200 HV	12	ISO 7089-12

Tipo 45

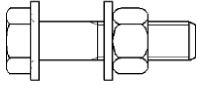
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 240		240	120	9.8	6.2	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal		145	270	10	6	13	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M12x50-8.8 ISO 4032-M12-8 2 ISO 7089-12-200 HV		M12	50	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Viga (a) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	69.59	97.11	71.66
Ala	Aplastamiento	kN	114.35	308.00	37.13
	Tracción	kN	19.49	154.00	12.65
Alma	Tracción	kN	30.62	96.04	31.88

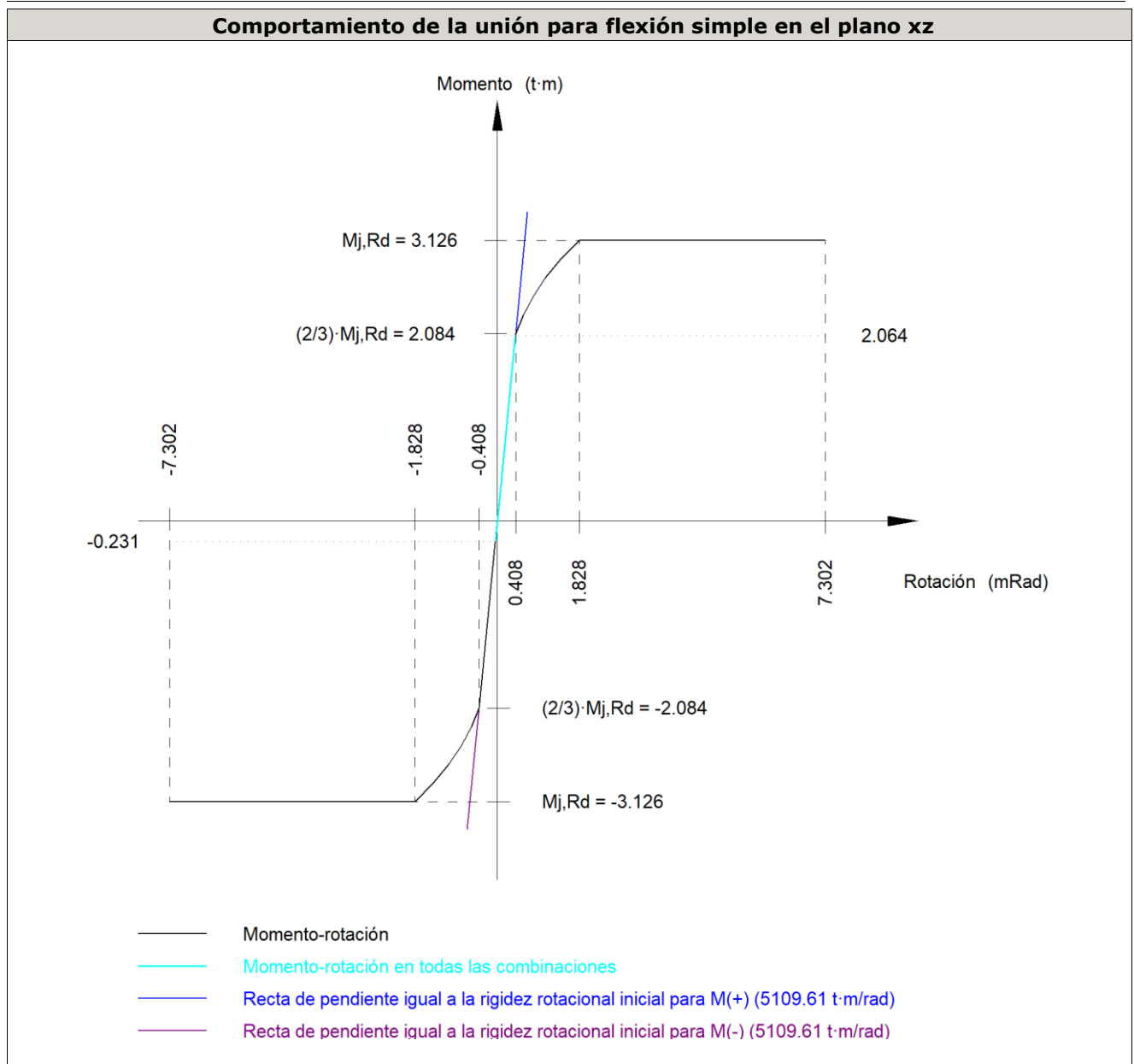
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	70.5	70.5	0.1	140.9	36.52	70.5	21.48	410.0	0.85
Soldadura del alma	94.5	94.5	35.8	198.8	51.53	94.5	28.80	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	65.7	65.7	0.2	131.3	34.03	65.7	20.02	410.0	0.85

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	2231.26	5109.61
Calculada para momentos negativos	2231.26	5109.61



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.69	1.80	94.14
Momento resistente	kNm	20.25	30.67	66.04
Capacidad de rotación	mRad	55.325	667	8.30

2) Viga (b) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	69.59	97.11	71.66
Ala	Compresión	kN	114.35	308.00	37.13
	Tracción	kN	19.49	154.00	12.65
Alma	Tracción	kN	30.62	96.04	31.88

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

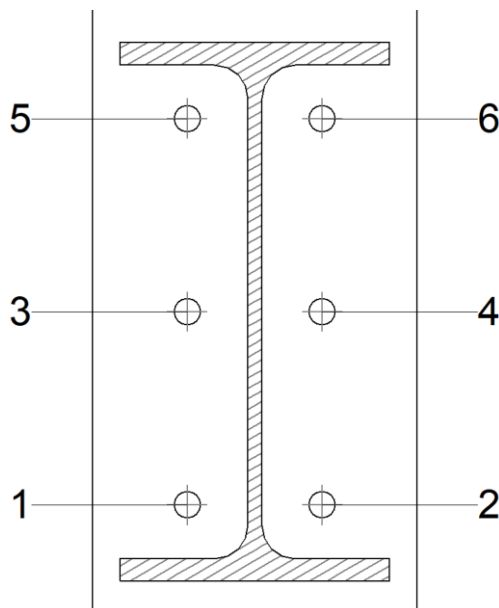
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	70.5	70.5	0.1	140.9	36.52	70.5	21.48	410.0	0.85
Soldadura del alma	94.5	94.5	35.8	198.8	51.53	94.5	28.80	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	65.7	65.7	0.2	131.3	34.03	65.7	20.02	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición

Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0
2	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0
3	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	27.0
4	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	27.0
5	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0

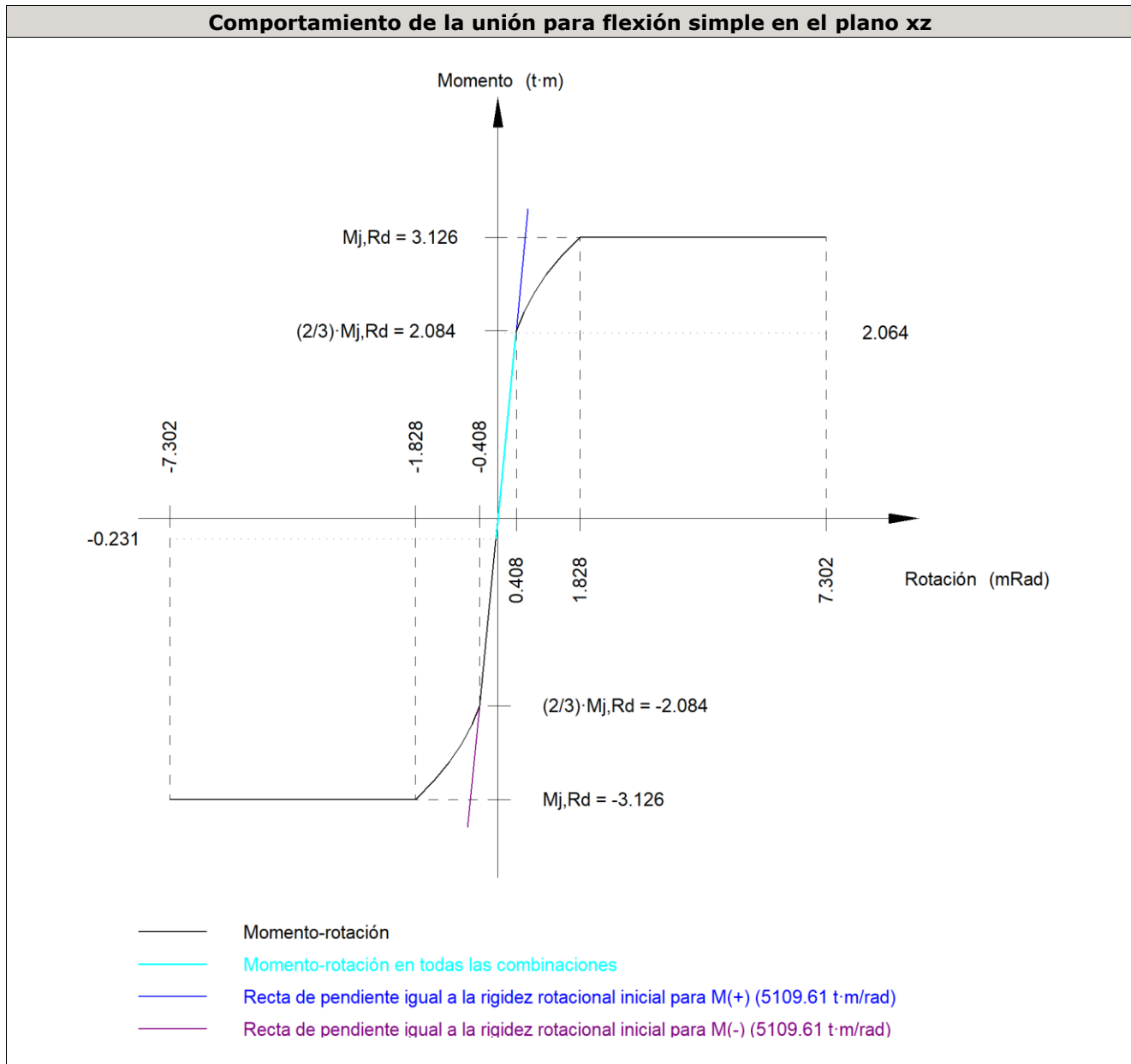
Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
6	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia											
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante		Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	7.309	36.191	20.20	Vástago	7.650	48.557	15.76	24.09	24.09	
	Aplastamiento	7.309	98.400	7.43	Punzonamiento	7.650	117.563	6.51			
2	Sección transversal	7.309	36.191	20.20	Vástago	8.400	48.557	17.30	24.75	24.75	
	Aplastamiento	7.309	98.400	7.43	Punzonamiento	8.400	117.563	7.14			
3	Sección transversal	7.309	36.191	20.20	Vástago	23.544	48.557	48.49	54.74	54.74	
	Aplastamiento	7.309	98.400	7.43	Punzonamiento	23.544	117.563	20.03			
4	Sección transversal	7.309	36.191	20.20	Vástago	24.188	48.557	49.81	55.49	55.49	
	Aplastamiento	7.309	98.400	7.43	Punzonamiento	24.188	117.563	20.57			
5	Sección transversal	7.309	36.191	20.20	Vástago	34.298	48.557	70.64	70.36	70.64	
	Aplastamiento	7.309	98.400	7.43	Punzonamiento	34.298	117.563	29.17			
6	Sección transversal	7.309	36.191	20.20	Vástago	34.797	48.557	71.66	70.94	71.66	
	Aplastamiento	7.309	98.400	7.43	Punzonamiento	34.797	117.563	29.60			

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	2231.26	5109.61
Calculada para momentos negativos	2231.26	5109.61

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.69	1.80	94.14
Momento resistente	kNm	20.25	30.67	66.04
Capacidad de rotación	mRad	55.325	667	8.30

d) Medición

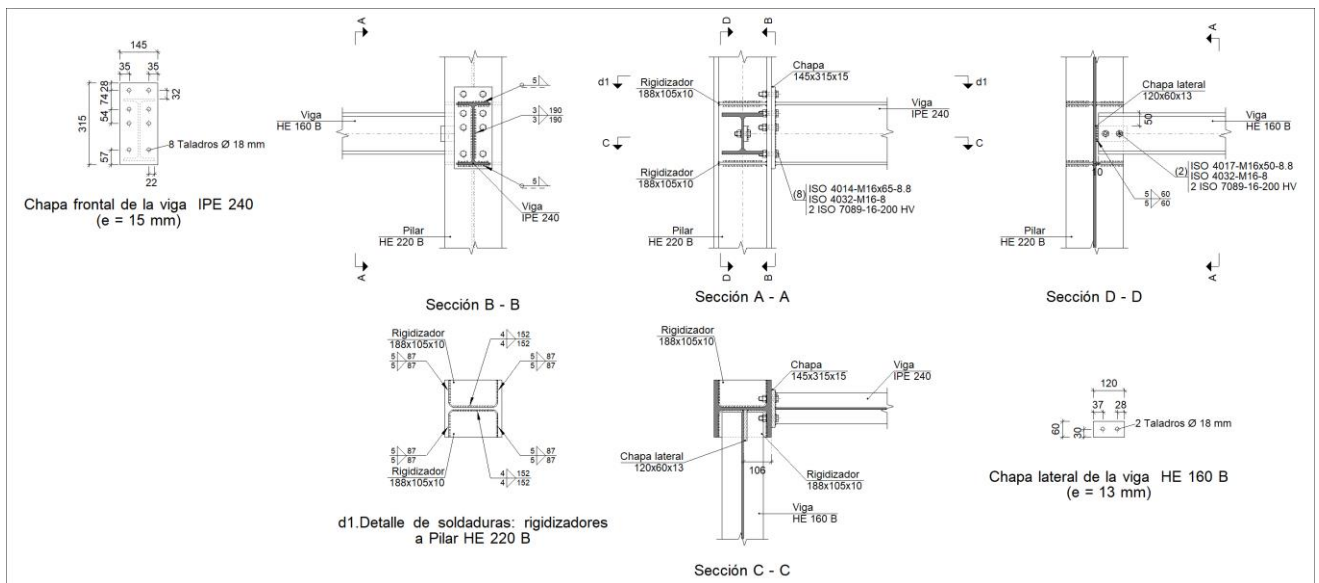
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	762
			5	894

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	2	145x270x10	6.15
	Total			6.15

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4014-M12x50
Tuercas	Clase 8	6	ISO 4032-M12
Arandelas	Dureza 200 HV	12	ISO 7089-12

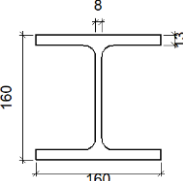
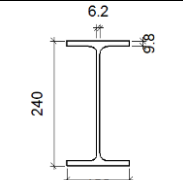
Tipo 46

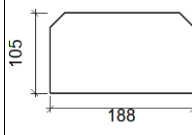
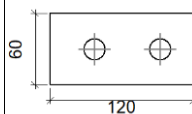
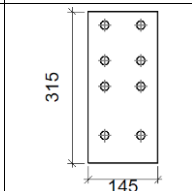
a) Detalle

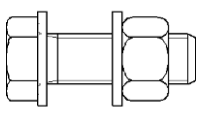


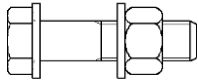
b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f _v (kp/cm ²)	f _u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	HE 160 B		160	160	13	8	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 240		240	120	9.8	6.2	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		188	105	10	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa lateral: Viga HE 160 B		120	60	13	2	18	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga IPE 240		145	315	15	8	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x50-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	50	8.8	6524.0	8154.9

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M16x65-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	65	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia							
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)		
Panel	Esbeltez	--	--	--	30.58		
	Cortante	kN	191.33	310.54	61.61		
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	112.12	261.90	42.81		
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	84.38	261.90	32.22		
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	114.22	261.90	43.61		
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	83.18	261.90	31.76		
Ala	Cortante	N/mm ²	35.91	261.90	13.71		
Viga IPE 240	Ala	Tracción por flexión	kN	84.74	180.86	46.85	
		Tracción	kN	29.47	218.19	13.51	
	Alma	Tracción	kN	49.67	134.96	36.80	
Viga HE 160 B	Alma	Punzonamiento	kN	40.57	272.96	14.86	
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	40.57	123.97	32.73	

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	79.3	79.3	0.1	158.6	41.09	79.3	24.17	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	49.1	85.0	22.03	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	59.7	59.7	0.1	119.3	30.93	59.7	18.19	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	45.6	79.0	20.48	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	80.8	80.8	0.1	161.5	41.86	80.8	24.63	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	50.0	86.7	22.46	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	58.8	58.8	0.1	117.6	30.48	58.8	17.93	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	45.0	77.9	20.19	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	84.74	131.89	64.25
Ala	Compresión	kN	138.68	308.00	45.03
	Tracción	kN	57.92	154.00	37.61
Alma	Tracción	kN	26.43	86.80	30.44

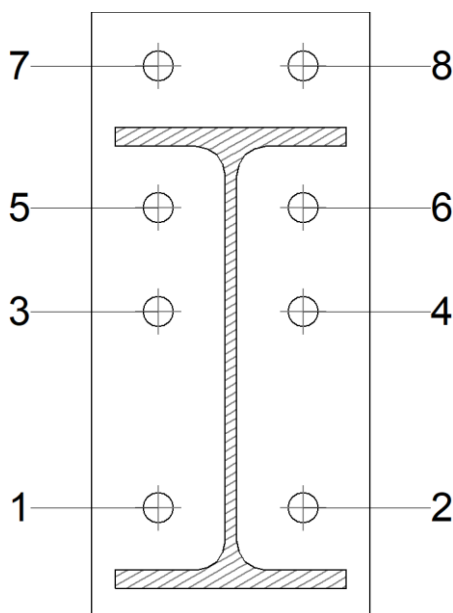
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	108.2	108.2	0.1	216.4	56.07	108.2	32.98	410.0	0.85
Soldadura del alma	92.5	92.5	40.6	197.9	51.27	92.5	28.19	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	100.9	100.9	0.0	201.9	52.32	101.0	30.78	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	35	102	76	32.1
2	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	35	102	76	32.1
3	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	35	54	76	33.0
4	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	35	54	76	33.0
5	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	35	54	76	32.0
6	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	35	54	76	32.0
7	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	28	35	74	76	27.9
8	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	28	35	74	76	27.9

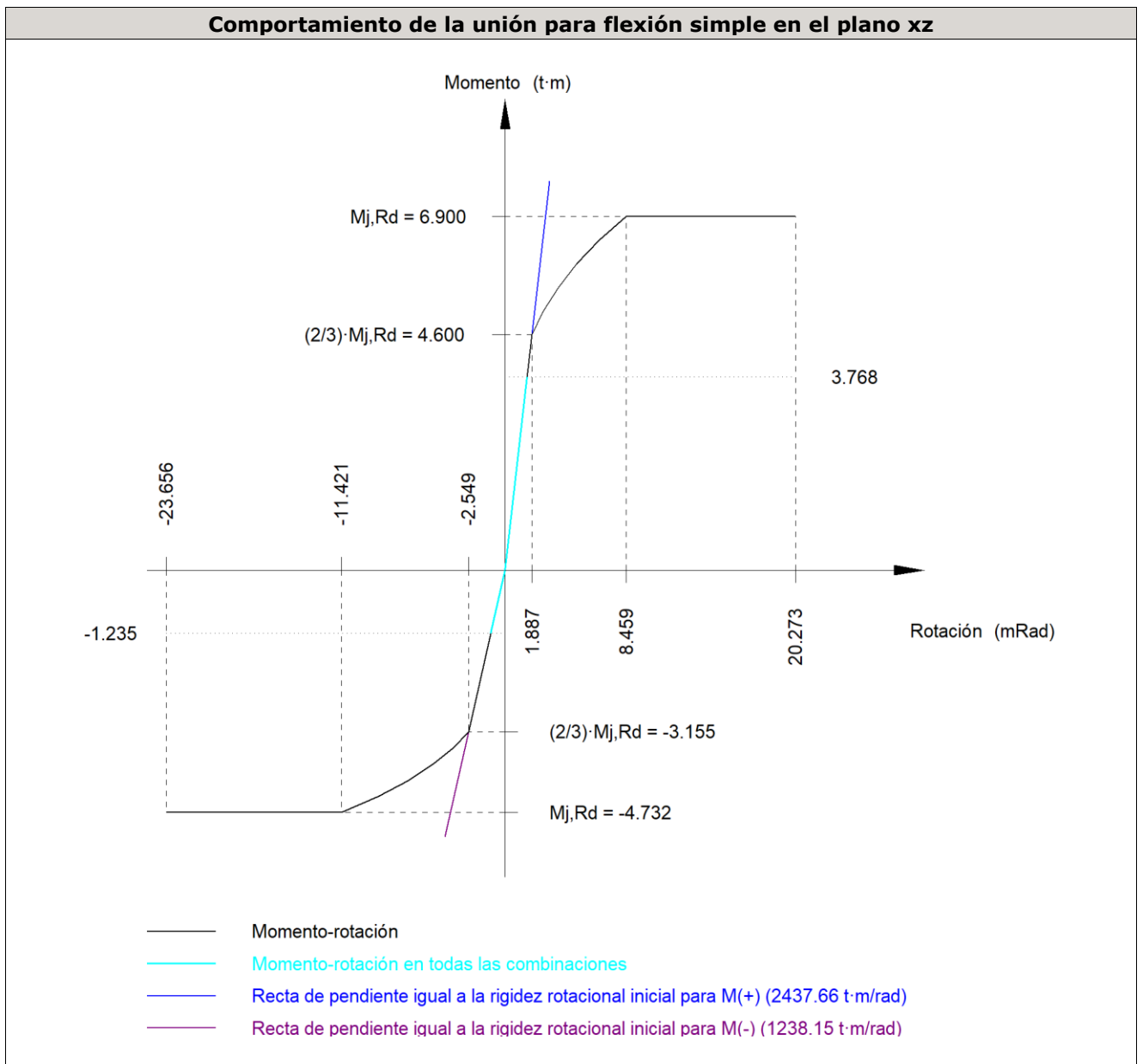
--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	45.948	64.340	71.42	Vástago	22.735	90.432	25.14	71.42	71.42
	Aplastamiento	45.948	196.799	23.35	Punzonamiento	22.735	235.327	9.66		
2	Sección transversal	25.234	64.340	39.22	Vástago	22.944	90.432	25.37	39.22	39.22
	Aplastamiento	25.234	196.800	12.82	Punzonamiento	22.944	235.327	9.75		
3	Sección transversal	10.966	64.340	17.04	Vástago	28.174	90.432	31.15	22.25	31.15
	Aplastamiento	10.966	147.600	7.43	Punzonamiento	28.174	235.327	11.97		

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
4	Sección transversal	6.527	64.340	10.14	Vástago	28.488	90.432	31.50	22.50	31.50
	Aplastamiento	6.527	147.600	4.42	Punzonamiento	28.488	235.327	12.11		
5	Sección transversal	7.709	64.340	11.98	Vástago	28.668	90.432	31.70	22.64	31.70
	Aplastamiento	7.709	196.798	3.92	Punzonamiento	28.668	235.327	12.18		
6	Sección transversal	5.831	64.340	9.06	Vástago	28.876	90.432	31.93	22.81	31.93
	Aplastamiento	5.831	196.800	2.96	Punzonamiento	28.876	235.327	12.27		
7	Sección transversal	11.269	64.340	17.51	Vástago	57.816	90.432	63.93	45.67	63.93
	Aplastamiento	11.269	101.680	11.08	Punzonamiento	57.816	235.327	24.57		
8	Sección transversal	11.269	64.340	17.51	Vástago	58.101	90.432	64.25	45.89	64.25
	Aplastamiento	11.269	101.681	11.08	Punzonamiento	58.101	235.327	24.69		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	466.89	2437.66
Calculada para momentos negativos	466.89	1238.15

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.16	1.80	64.70
Momento resistente	kNm	36.96	67.69	54.60
Capacidad de rotación	mRad	76.242	667	11.44

3) Viga HE 160 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacción flexión - cortante	--	--	--	4.61
	Tensiones combinadas	--	--	--	81.53
	Pandeo local	N/mm ²	202.25	258.29	78.30
	Aplastamiento	kN	36.85	96.28	38.28
	Desgarro	kN	43.84	82.56	53.10

Alma	Aplastamiento	kN	34.40	94.22	36.51
	Desgarro	kN	43.84	199.60	21.96

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

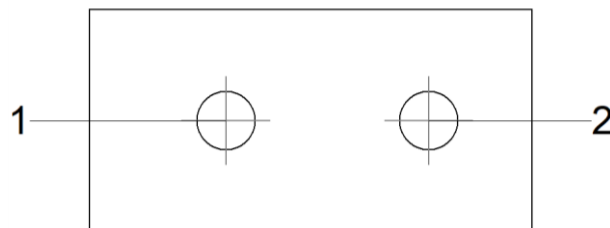
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	En ángulo	5	60	9.5	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	47.3	48.3	27.7	107.4	27.84	48.3	14.73	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición

Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	30	27	--	55	30.0
2	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	30	28	--	55	28.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia

Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	36.853	50.240	73.35	Vástago	1.003	90.432	1.11	73.38	73.38
	Aplastamiento	36.853	96.281	38.28	Punzonamiento	1.003	125.508	0.80		
2	Sección transversal	23.157	50.240	46.09	Vástago	0.211	90.432	0.23	46.19	46.19

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
	Aplastamiento	23.157	119.033	19.45	Punzonamiento	0.211	125.508	0.17		

d) Medición

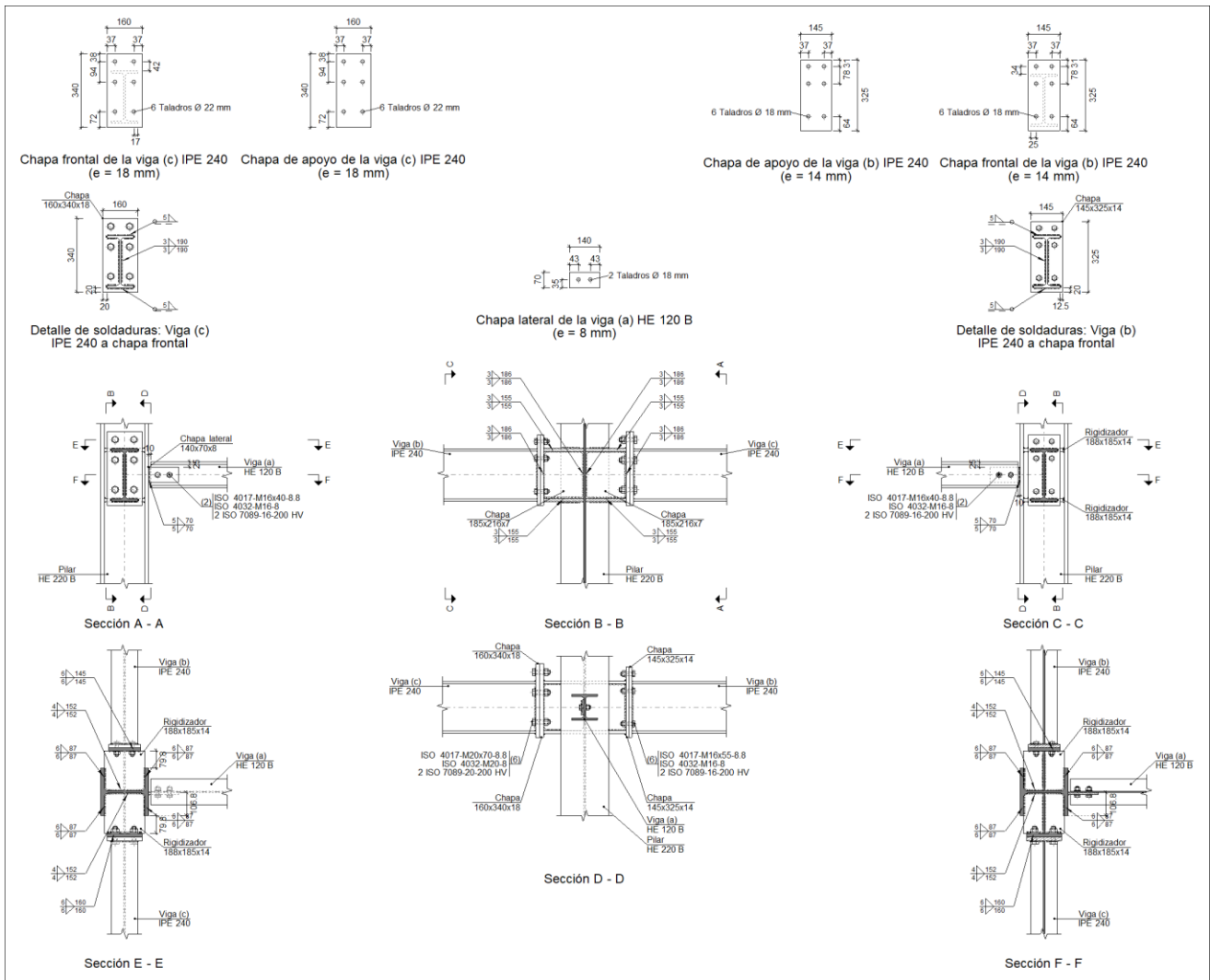
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	381
			4	1216
			5	1959

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	188x105x10	6.20
	Chapas	1	120x60x13	0.73
		1	145x315x15	5.38
	Total			

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	8	ISO 4014-M16x65
		2	ISO 4017-M16x50
Tuercas	Clase 8	10	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	20	ISO 7089-16

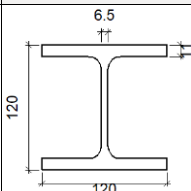
Tipo 47

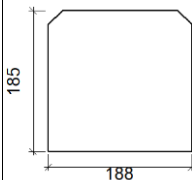
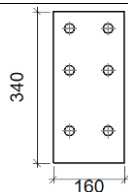
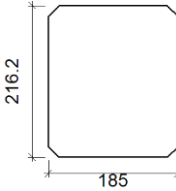
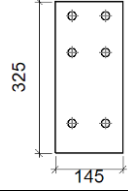
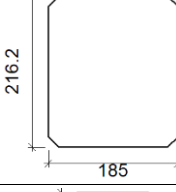
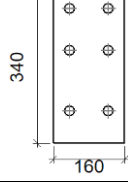
a) Detalle

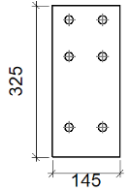
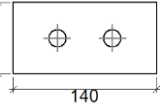


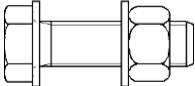
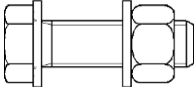
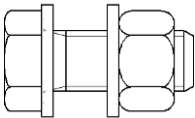
b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Canto total (mm)	Geometría			Tipo	Acero	
				Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)		f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 240		240	120	9.8	6.2	S275	2803.3	4179.4

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	HE 120 B		120	120	11	6.5	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		188	185	14	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa de apoyo de la viga Viga (c) IPE 240		160	340	18	6	22	S275	2803.3	4179.4
Chapa vertical de la viga Viga (c) IPE 240		185	216.2	7	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa de apoyo de la viga Viga (b) IPE 240		145	325	14	6	18	S275	2803.3	4179.4
Chapa vertical de la viga Viga (b) IPE 240		185	216.2	7	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga (c) IPE 240		160	340	18	6	22	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal: Viga (b) IPE 240		145	325	14	6	18	S275	2803.3	4179.4
Chapa lateral: Viga (a) HE 120 B		140	70	8	2	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M20x70-8.8 ISO 4032-M20-8 2 ISO 7089-20-200 HV		M20	70	8.8	6524.0	8154.9
ISO 4017-M16x55-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	55	8.8	6524.0	8154.9
ISO 4017-M16x40-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	40	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbitez	--	--	--	30.58
	Cortante	kN	0.56	315.71	0.18
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	245.90	261.90	93.89
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	250.79	261.90	95.76
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	202.25	261.90	77.22
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	201.77	261.90	77.04

	Chapa frontal [Viga (c) IPE 240]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
		Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
	Chapa vertical [Viga (c) IPE 240]	Cortante	kN	155.97	164.06	95.07
	Chapa frontal [Viga (b) IPE 240]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
		Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
	Chapa vertical [Viga (b) IPE 240]	Cortante	kN	136.35	164.06	83.11
	Ala	Desgarro	N/mm ²	112.87	261.90	43.09
		Cortante	N/mm ²	134.40	261.90	51.31
Viga (c) IPE 240	Rigidizadores	Tracción	kN	100.90	220.00	45.86
	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	153.61	201.36	76.29
	Chapa vertical	Tracción	kN	76.81	128.30	59.87
Viga (b) IPE 240	Rigidizadores	Tracción	kN	83.17	220.00	37.80
	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	122.18	134.82	90.62
	Chapa vertical	Tracción	kN	61.09	100.80	60.61

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	6	87	14.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	6	160	14.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	6	87	14.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	6	160	14.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	6	87	14.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	6	145	14.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	6	87	14.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	6	145	14.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	186	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	186	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	186	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	186	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	165.6	286.9	74.34	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	0.2	0.3	0.08	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	124.8	124.8	0.1	249.7	64.70	124.8	38.06	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	168.9	292.6	75.82	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.2	0.3	0.08	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	128.4	128.4	0.1	256.8	66.55	128.4	39.15	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	136.2	236.0	61.15	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	0.3	0.4	0.11	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	103.2	103.2	0.1	206.3	53.47	103.2	31.45	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	135.9	235.4	61.00	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.3	0.4	0.11	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	103.3	103.3	0.1	206.6	53.53	103.3	31.49	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	79.1	137.0	35.50	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	79.1	137.0	35.50	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	167.7	290.5	75.28	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	89.2	154.5	40.05	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	65.3	113.1	29.30	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	65.3	113.1	29.30	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	146.6	253.9	65.81	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	72.2	125.0	32.40	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga (a) HE 120 B

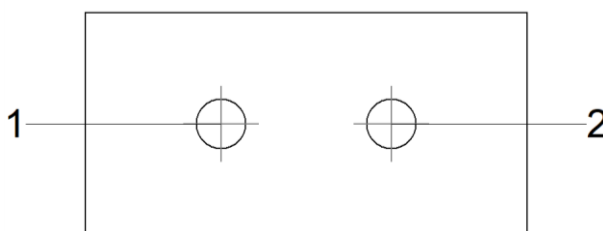
Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.66
	Tensiones combinadas	--	--	--	29.96
	Pandeo local	N/mm ²	75.82	230.97	32.83
	Aplastamiento	kN	19.37	78.63	24.64
	Desgarro	kN	38.66	62.90	61.46
Alma	Aplastamiento	kN	19.35	52.15	37.10
	Desgarro	kN	38.66	141.03	27.41

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	En ángulo	5	70	8.0	90.00	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	39.0	39.0	0.7	78.1	20.24	39.1	11.91	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x40-8.8	18.0	35	33	--	54	35.0
2	ISO 4017-M16x40-8.8	18.0	35	43	--	54	35.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	19.373	50.240	38.56	Vástago	0.000	90.432	0.00	38.56	38.56
	Aplastamiento	19.373	78.631	24.64	Punzonamiento	0.000	101.975	0.00		
2	Sección transversal	19.332	50.240	38.48	Vástago	0.000	90.432	0.00	38.48	38.48
	Aplastamiento	18.592	78.701	23.62	Punzonamiento	0.000	101.975	0.00		

3) Viga (c) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	153.61	185.70	82.72
Ala	Compresión	kN	205.10	308.00	66.59
	Tracción	kN	99.68	154.00	64.72
Alma	Tracción	kN	45.32	163.12	27.78

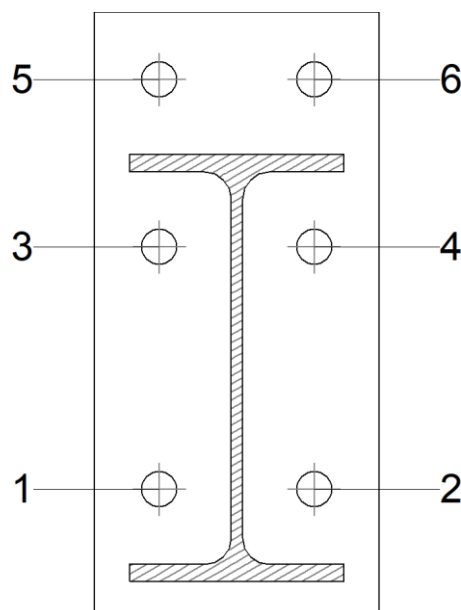
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	181.0	181.0	0.1	362.1	93.83	181.0	55.19	410.0	0.85
Soldadura del alma	129.8	129.8	77.4	292.2	75.71	129.8	39.58	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	172.0	172.0	0.1	344.0	89.14	172.0	52.44	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



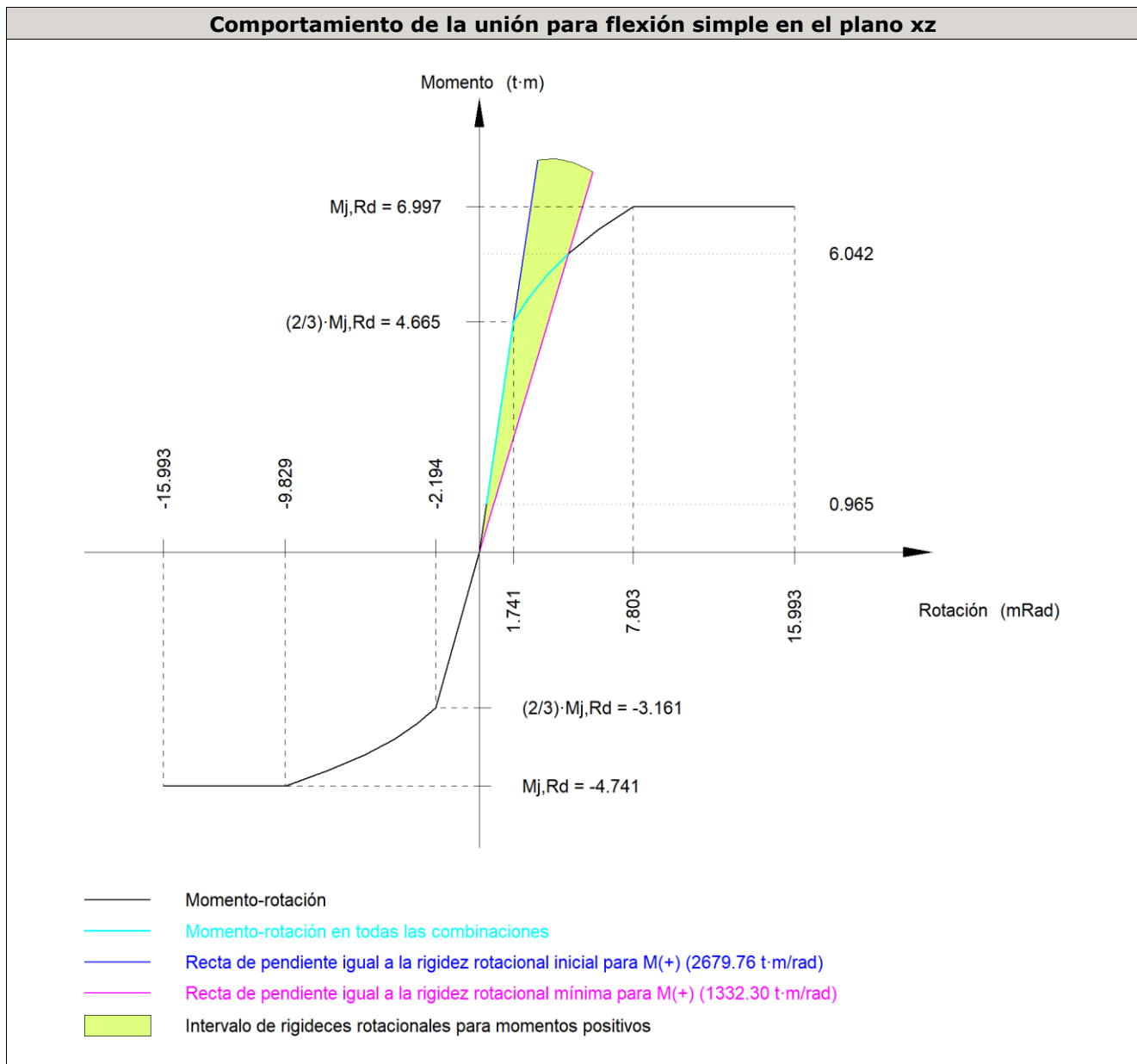
Disposición							
Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M20x70-8.8	22.0	--	37	136	87	36.5
2	ISO 4017-M20x70-8.8	22.0	--	37	136	87	36.5
3	ISO 4017-M20x70-8.8	22.0	--	37	94	87	36.5
4	ISO 4017-M20x70-8.8	22.0	--	37	94	87	36.5
5	ISO 4017-M20x70-8.8	22.0	38	37	94	87	36.5
6	ISO 4017-M20x70-8.8	22.0	38	37	94	87	36.5

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	77.118	78.400	98.36	Vástago	1.045	141.120	0.74	98.36	98.36
	Aplastamiento	88.317	295.200	29.92	Punzonamiento	1.045	350.278	0.30		
2	Sección transversal	74.512	78.400	95.04	Vástago	1.951	141.120	1.38	95.04	95.04
	Aplastamiento	74.512	295.200	25.24	Punzonamiento	1.951	350.278	0.56		
3	Sección transversal	14.712	78.400	18.76	Vástago	47.673	141.120	33.78	42.89	42.89
	Aplastamiento	14.712	295.200	4.98	Punzonamiento	47.673	350.278	13.61		
4	Sección transversal	14.727	78.400	18.78	Vástago	49.275	141.120	34.92	43.73	43.73
	Aplastamiento	14.727	295.198	4.99	Punzonamiento	49.275	350.278	14.07		
5	Sección transversal	14.712	78.400	18.76	Vástago	112.334	141.120	79.60	75.62	79.60
	Aplastamiento	14.712	169.516	8.68	Punzonamiento	112.334	350.278	32.07		
6	Sección transversal	14.727	78.400	18.78	Vástago	114.543	141.120	81.17	76.76	81.17
	Aplastamiento	14.727	169.516	8.69	Punzonamiento	114.543	350.278	32.70		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	428.21	2679.76
Calculada para momentos negativos	428.21	1441.45

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.70	1.80	94.32
Momento resistente	kNm	59.27	68.64	86.36
Capacidad de rotación	mRad	283.572	667	42.54

4) Viga (b) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	122.18	125.29	97.52
Ala	Compresión	kN	175.89	308.00	57.11
	Tracción	kN	81.73	154.00	53.07
Alma	Tracción	kN	40.80	127.63	31.97

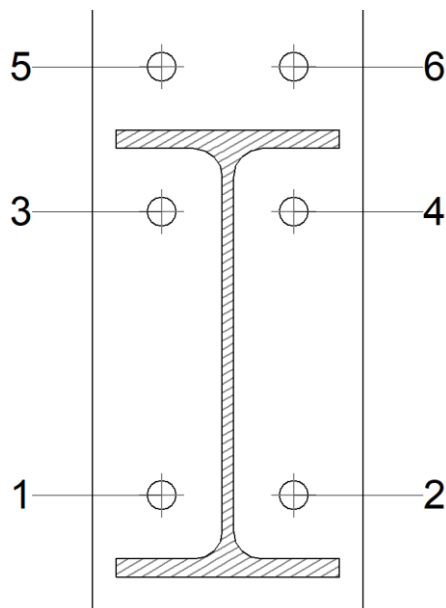
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	144.0	144.0	0.2	288.0	74.63	144.0	43.90	410.0	0.85
Soldadura del alma	104.5	104.5	63.7	236.3	61.24	104.5	31.85	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	142.8	142.8	0.2	285.7	74.03	142.8	43.55	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



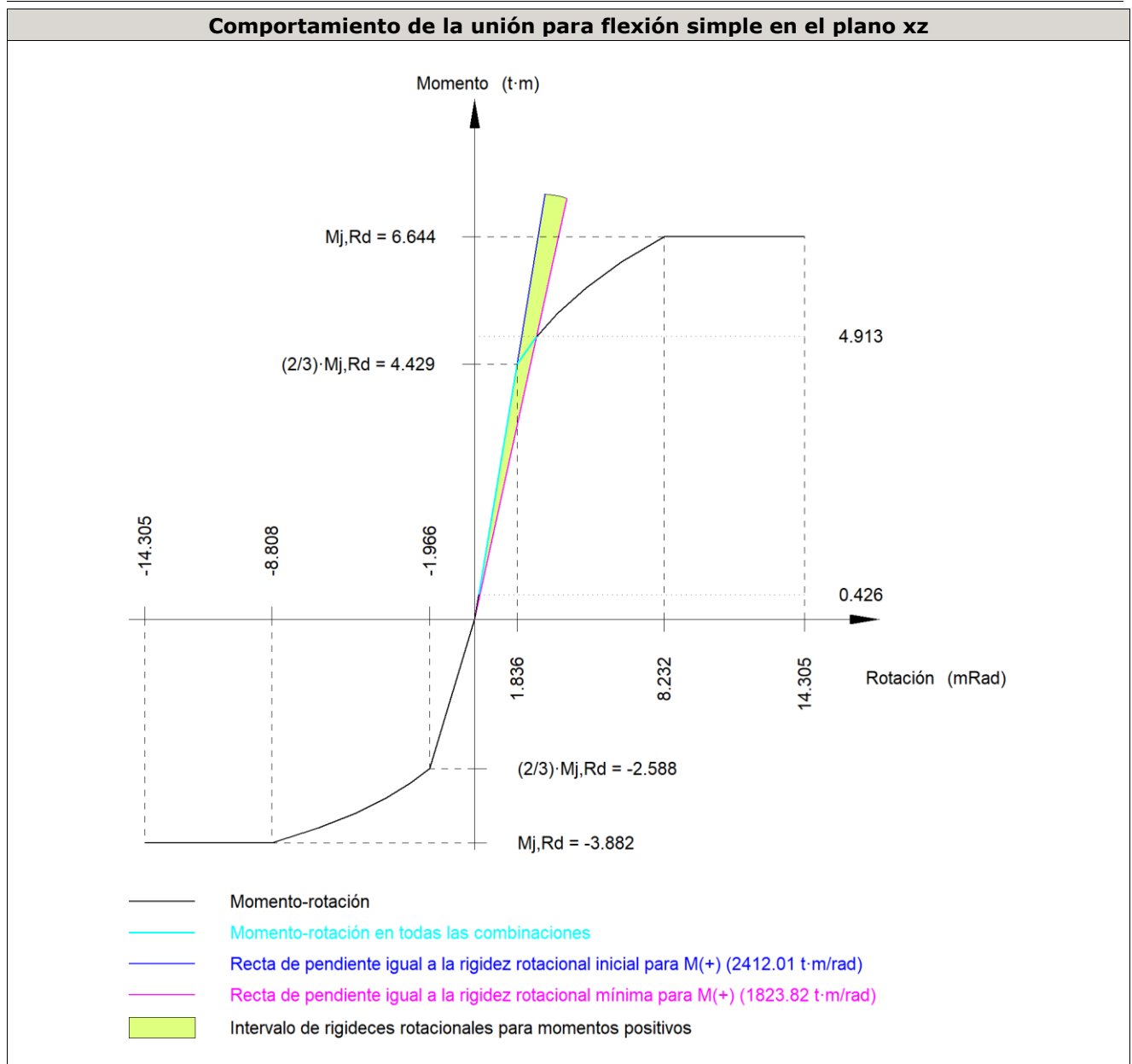
Disposición								
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)	
1	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	--	37	152	71	32.0	
2	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	--	37	152	71	32.0	
3	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	--	37	78	71	32.0	
4	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	--	37	78	71	32.0	
5	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	31	37	78	71	30.9	
6	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	31	37	78	71	30.9	

Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
--: La comprobación no procede.							

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante Aprov. (%)	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	12.168	50.240	24.22	Vástago	2.329	90.432	2.58	25.85	25.85
	Aplastamiento	12.168	183.672	6.62	Punzonamiento	2.329	219.639	1.06		
2	Sección transversal	48.547	50.240	96.63	Vástago	1.642	90.432	1.82	96.63	96.63
	Aplastamiento	48.547	183.680	26.43	Punzonamiento	1.642	219.639	0.75		
3	Sección transversal	12.167	50.240	24.22	Vástago	43.339	90.432	47.92	58.45	58.45
	Aplastamiento	12.167	183.678	6.62	Punzonamiento	43.339	219.639	19.73		
4	Sección transversal	12.145	50.240	24.17	Vástago	41.989	90.432	46.43	57.34	57.34
	Aplastamiento	12.145	183.680	6.61	Punzonamiento	41.989	219.639	19.12		
5	Sección transversal	12.167	50.240	24.22	Vástago	88.187	90.432	97.52	93.87	97.52
	Aplastamiento	12.167	105.106	11.58	Punzonamiento	88.187	219.639	40.15		
6	Sección transversal	12.145	50.240	24.17	Vástago	86.342	90.432	95.48	92.37	95.48
	Aplastamiento	12.145	105.106	11.55	Punzonamiento	86.342	219.639	39.31		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	347.68	2412.01
Calculada para momentos negativos	347.68	1317.02

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.76	1.80	97.84
Momento resistente	kNm	48.19	65.18	73.94
Capacidad de rotación	mRad	188.290	667	28.24

d) Medición

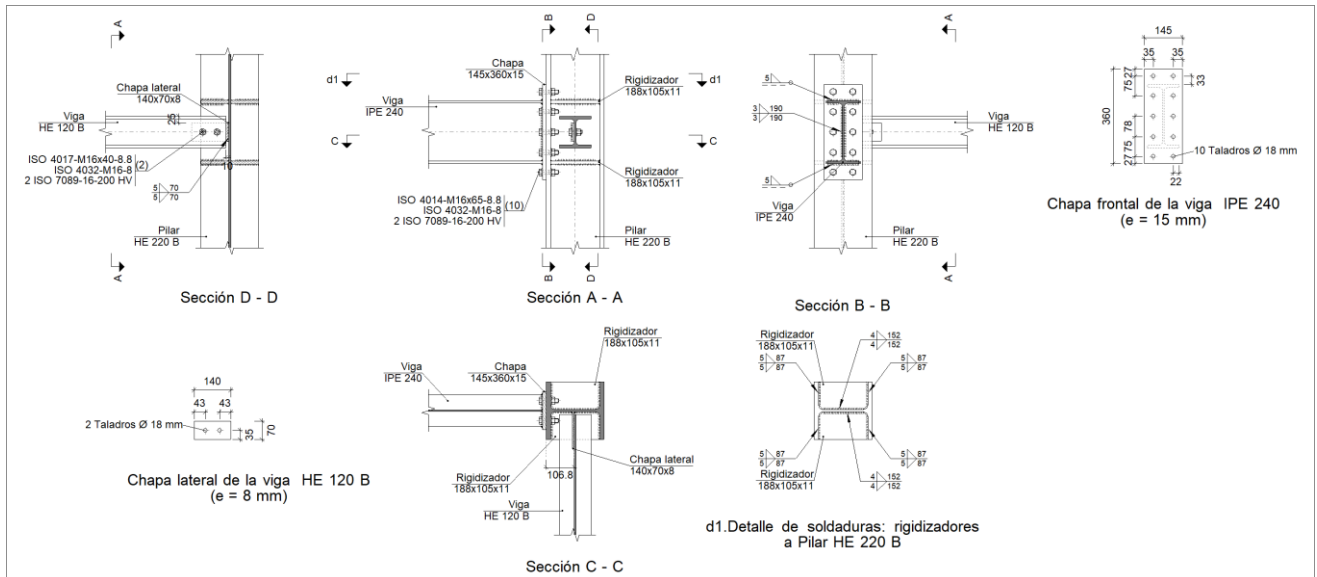
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	3491
			4	1216
			5	1034
			6	2616

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	188x185x14	15.29
	Chapas	2	185x216x7	4.40
		1	140x70x8	0.62
		2	145x325x14	10.36
		2	160x340x18	15.37
	Total			

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	2	ISO 4017-M16x40
		6	ISO 4017-M16x55
		6	ISO 4017-M20x70
Tuercas	Clase 8	8	ISO 4032-M16
		6	ISO 4032-M20
Arandelas	Dureza 200 HV	16	ISO 7089-16
		12	ISO 7089-20

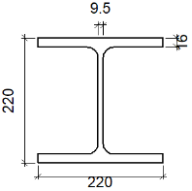
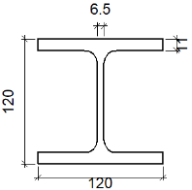
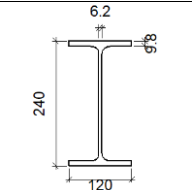
Tipo 48

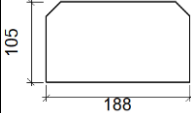
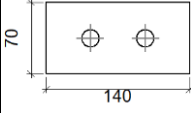
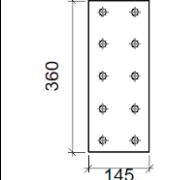
a) Detalle



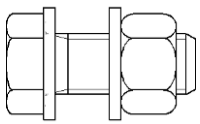
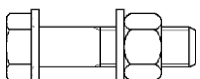
b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 120 B		120	120	11	6.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 240		240	120	9.8	6.2	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		188	105	11	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa lateral: Viga HE 120 B		140	70	8	2	18	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga IPE 240		145	360	15	10	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x40-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	40	8.8	6524.0	8154.9
ISO 4014-M16x65-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	65	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	--	--	--	30.58	
	Cortante	kN	235.27	311.84	75.45	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	126.36	261.90	48.25	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	100.81	261.90	38.49	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	126.66	261.90	48.36	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	100.67	261.90	38.44	
Ala	Cortante	N/mm ²	41.76	261.90	15.95	
Viga IPE 240	Ala	Tracción por flexión	kN	109.68	180.86	60.64
		Tracción	kN	38.46	237.38	16.20
	Alma	Tracción	kN	63.71	132.31	48.15
Viga HE 120 B	Alma	Punzonamiento	kN	36.64	291.66	12.56
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	36.64	124.85	29.35

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	98.3	98.3	0.1	196.6	50.94	98.3	29.96	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	60.9	105.4	27.32	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	78.4	78.4	0.1	156.8	40.64	78.4	23.91	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	60.0	103.9	26.92	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	98.5	98.5	0.1	197.0	51.06	98.5	30.04	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	61.0	105.7	27.39	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	78.3	78.3	0.1	156.6	40.59	78.3	23.87	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	59.9	103.7	26.88	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga IPE 240

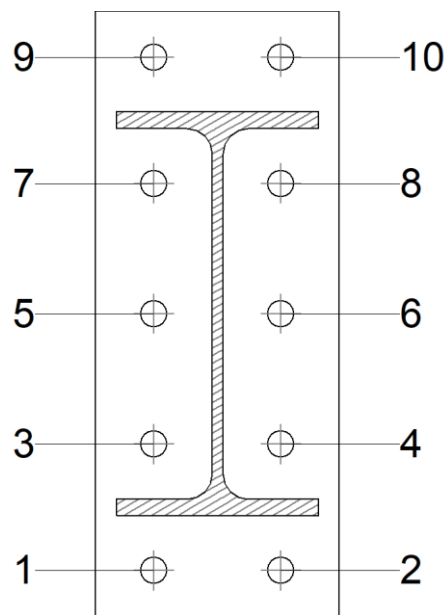
Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	109.68	130.23	84.22
Ala	Compresión	kN	181.15	308.00	58.82
	Tracción	kN	74.60	154.00	48.44
Alma	Tracción	kN	34.34	106.94	32.11

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	132.9	132.9	0.1	265.9	68.90	132.9	40.53	410.0	0.85
Soldadura del alma	103.5	103.5	58.6	230.5	59.73	103.5	31.55	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	131.6	131.6	0.0	263.2	68.20	131.6	40.12	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	27	35	75	76	27.4
2	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	27	35	75	76	27.4
3	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	35	75	76	32.6
4	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	35	75	76	32.6
5	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	35	78	76	33.0
6	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	35	78	76	33.0
7	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	35	75	76	32.6
8	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	35	75	76	32.6
9	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	27	35	75	76	27.4
10	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	27	35	75	76	27.4

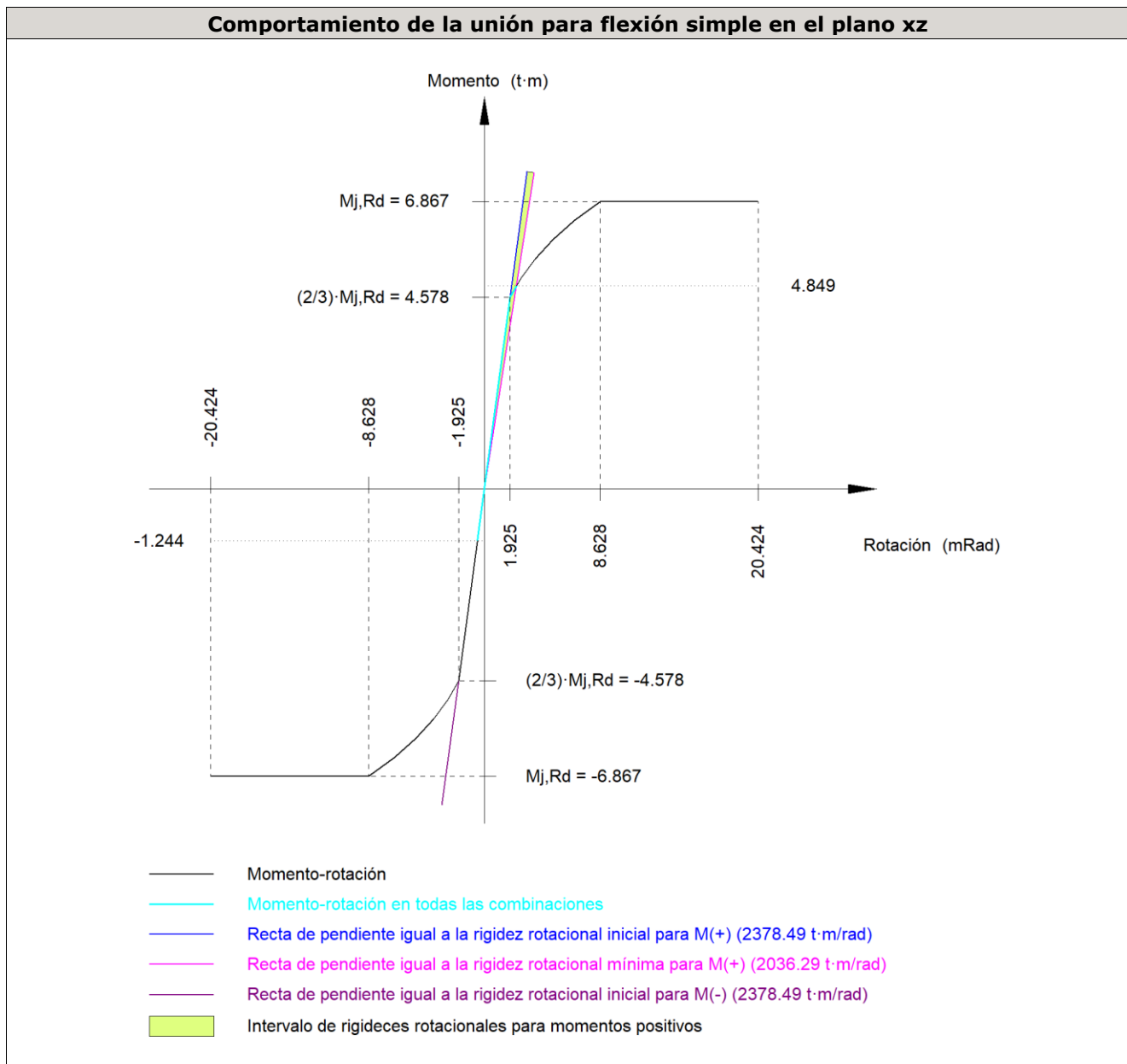
--: La comprobación no procede.

Resistencia				
Tornillo	Cortante	Tracción	Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)

	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprovisionado (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprovisionado (%)	Aprovisionado (%)	
1	Sección transversal	33.100	64.340	51.45	Vástago	18.923	90.432	20.93	51.45	51.45
	Aplastamiento	33.100	196.800	16.82	Punzonamiento	18.923	235.327	8.04		
2	Sección transversal	33.100	64.340	51.45	Vástago	19.006	90.432	21.02	51.45	51.45
	Aplastamiento	33.100	196.800	16.82	Punzonamiento	19.006	235.327	8.08		
3	Sección transversal	18.115	64.340	28.16	Vástago	9.176	90.432	10.15	28.16	28.16
	Aplastamiento	18.115	196.800	9.20	Punzonamiento	9.176	235.327	3.90		
4	Sección transversal	18.690	64.340	29.05	Vástago	9.235	90.432	10.21	29.06	29.06
	Aplastamiento	18.690	196.800	9.50	Punzonamiento	9.235	235.327	3.92		
5	Sección transversal	6.557	64.340	10.19	Vástago	25.536	90.432	28.24	20.17	28.24
	Aplastamiento	6.557	196.800	3.33	Punzonamiento	25.536	235.327	10.85		
6	Sección transversal	4.547	64.340	7.07	Vástago	25.581	90.432	28.29	20.21	28.29
	Aplastamiento	4.547	196.790	2.31	Punzonamiento	25.581	235.327	10.87		
7	Sección transversal	8.083	64.340	12.56	Vástago	37.132	90.432	41.06	29.33	41.06
	Aplastamiento	8.083	196.800	4.11	Punzonamiento	37.132	235.327	15.78		
8	Sección transversal	8.083	64.340	12.56	Vástago	37.165	90.432	41.10	29.35	41.10
	Aplastamiento	8.083	196.785	4.11	Punzonamiento	37.165	235.327	15.79		
9	Sección transversal	8.083	64.340	12.56	Vástago	76.120	90.432	84.17	60.12	84.17
	Aplastamiento	8.083	99.862	8.09	Punzonamiento	76.120	235.327	32.35		
10	Sección transversal	8.083	64.340	12.56	Vástago	76.165	90.432	84.22	60.16	84.22
	Aplastamiento	8.083	99.860	8.09	Punzonamiento	76.165	235.327	32.37		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	563.79	2378.49
Calculada para momentos negativos	563.79	2378.49

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	0.87	1.80	48.50
Momento resistente	kNm	47.57	67.36	70.61
Capacidad de rotación	mRad	116.590	667	17.49

3) Viga HE 120 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.66
	Tensiones combinadas	--	--	--	28.44
	Pandeo local	N/mm ²	74.44	230.97	32.23
	Aplastamiento	kN	18.32	78.71	23.28

	Desgarro	kN	36.64	62.90	58.25
Alma	Aplastamiento	kN	18.34	64.00	28.66
	Desgarro	kN	36.64	141.03	25.98

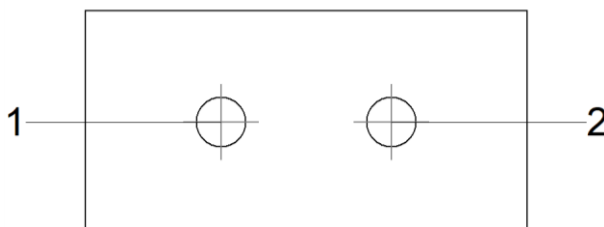
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.		En ángulo	5	70	8.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	37.0	37.0	0.7	74.0	19.18	37.0	11.28	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x40-8.8	18.0	35	33	--	54	35.0
2	ISO 4017-M16x40-8.8	18.0	35	43	--	54	35.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	18.344	50.240	36.51	Vástago	0.000	90.432	0.00	36.51	36.51
	Aplastamiento	18.344	83.523	21.96	Punzonamiento	0.000	101.975	0.00		

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
2	Sección transversal	18.324	50.240	36.47	Vástago	0.000	90.432	0.00	36.47	36.47
	Aplastamiento	18.324	78.713	23.28	Punzonamiento	0.000	101.975	0.00		

d) Medición

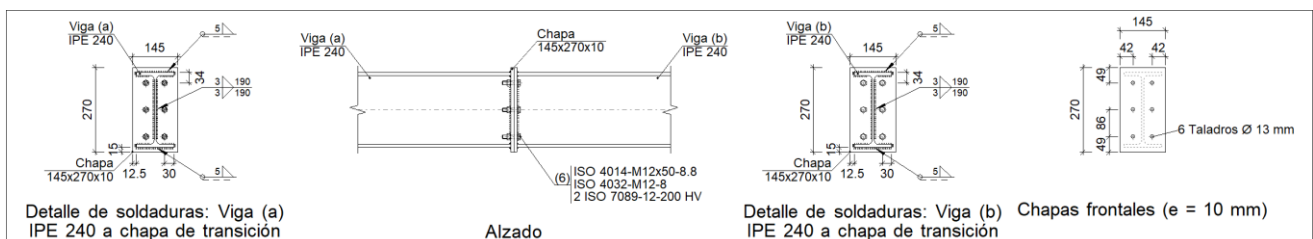
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	381
			4	1216
			5	1979

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	188x105x11	6.82
	Chapas	1	140x70x8	0.62
		1	145x360x15	6.15
	Total			

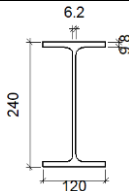
Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	10	ISO 4014-M16x65
		2	ISO 4017-M16x40
Tuercas	Clase 8	12	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	24	ISO 7089-16

Tipo 49

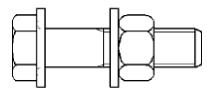
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 240		240	120	9.8	6.2	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal		145	270	10	6	13	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M12x50-8.8 ISO 4032-M12-8 2 ISO 7089-12-200 HV		M12	50	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Viga (a) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	56.68	97.11	58.37
Ala	Aplastamiento	kN	71.53	308.00	23.23
	Tracción	kN	15.87	154.00	10.31
Alma	Tracción	kN	24.94	96.04	25.97

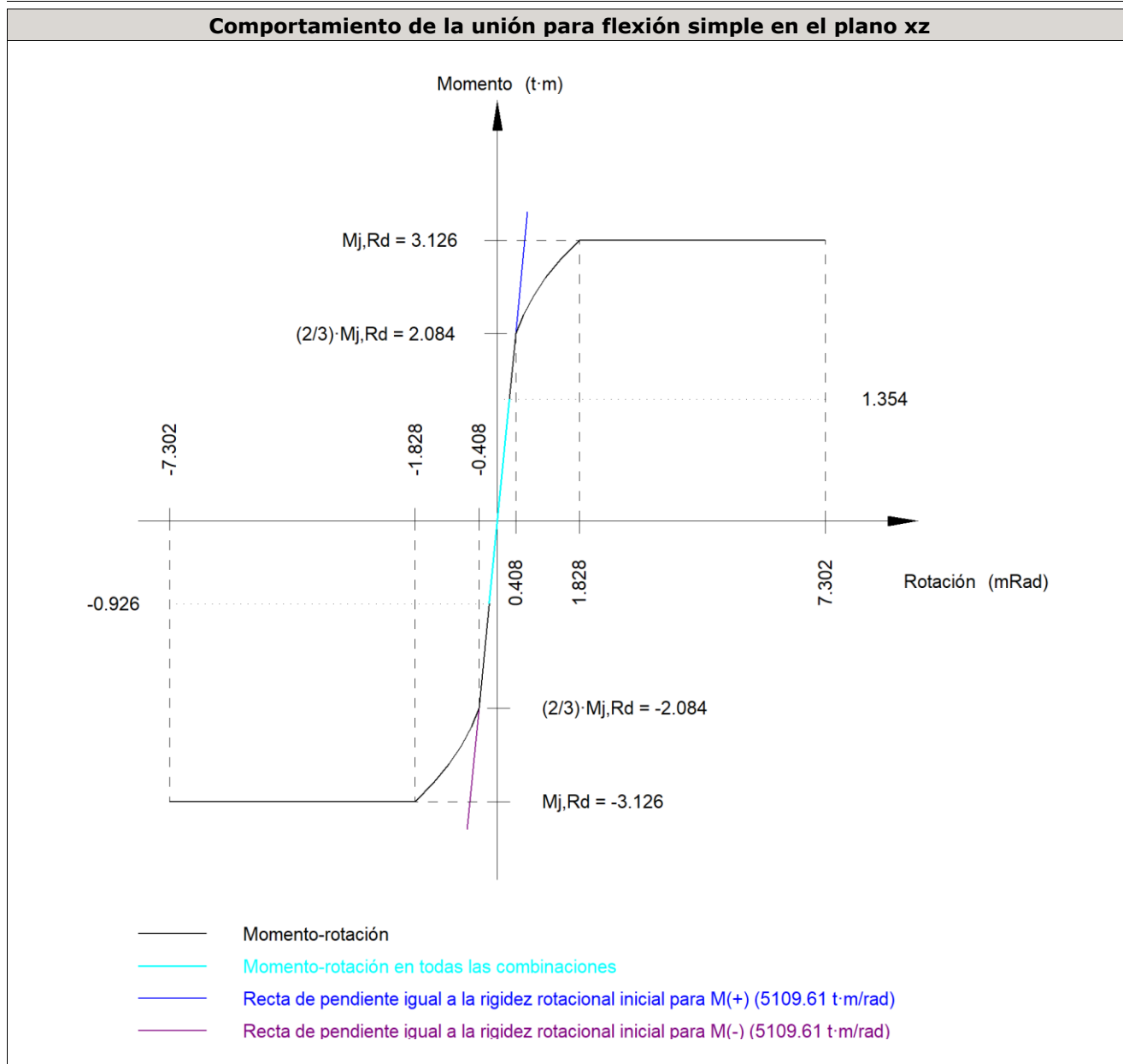
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	57.4	57.4	0.3	114.8	29.75	57.4	17.50	410.0	0.85
Soldadura del alma	76.9	76.9	37.5	167.0	43.28	76.9	23.45	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	41.8	41.8	0.2	83.7	21.68	41.8	12.75	410.0	0.85

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	2231.26	5109.61
Calculada para momentos negativos	2231.26	5109.61

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.69	1.80	94.14
Momento resistente	kNm	13.29	30.67	43.32
Capacidad de rotación	mRad	36.296	667	5.44

2) Viga (b) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	56.68	97.11	58.37
Ala	Compresión	kN	71.53	308.00	23.23
	Tracción	kN	15.87	154.00	10.31
Alma	Tracción	kN	24.94	96.04	25.97

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

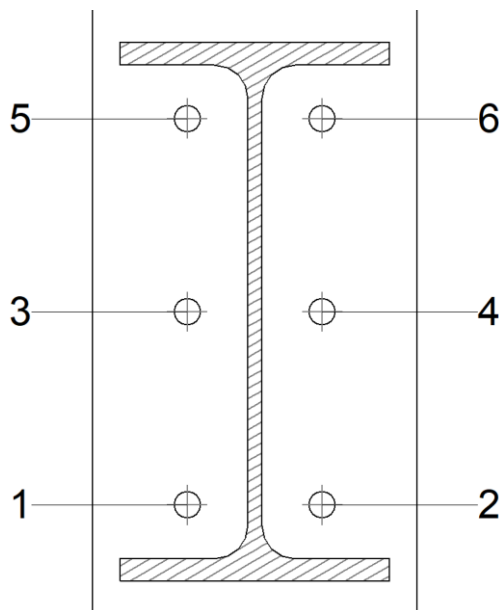
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	57.4	57.4	0.3	114.8	29.75	57.4	17.50	410.0	0.85
Soldadura del alma	76.9	76.9	37.5	167.0	43.28	76.9	23.45	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	41.8	41.8	0.2	83.7	21.68	41.8	12.75	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición

Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0
2	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0
3	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	27.0
4	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	27.0
5	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0

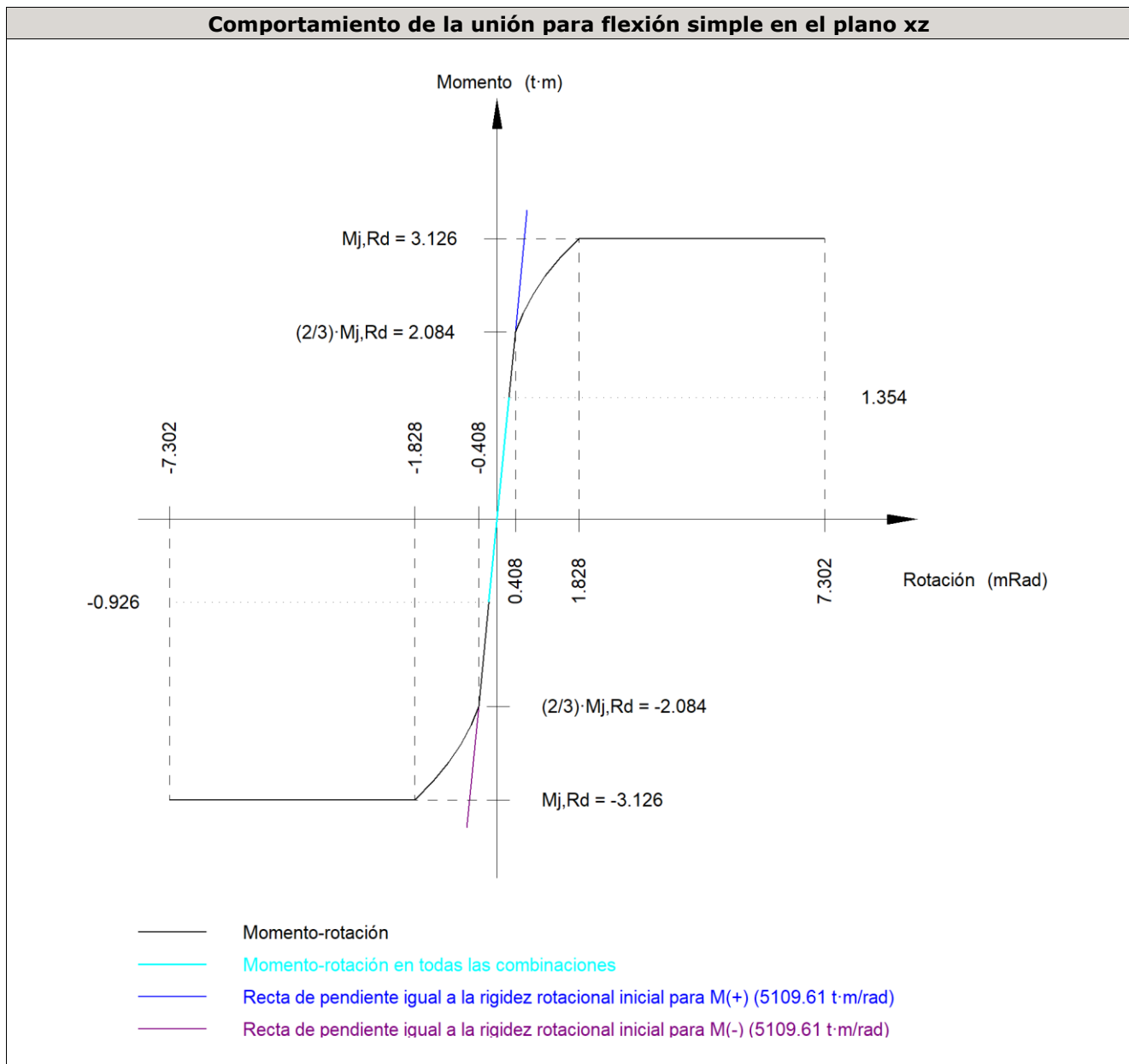
Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
6	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	11.333	36.191	31.31	Vástago	15.122	48.557	31.14	31.31	31.31
	Aplastamiento	11.333	98.400	11.52	Punzonamiento	15.122	117.563	12.86		
2	Sección transversal	34.192	36.191	94.48	Vástago	14.795	48.557	30.47	94.48	94.48
	Aplastamiento	34.192	98.400	34.75	Punzonamiento	14.795	117.563	12.58		
3	Sección transversal	7.465	36.191	20.63	Vástago	20.126	48.557	41.45	49.32	49.32
	Aplastamiento	7.465	98.400	7.59	Punzonamiento	20.126	117.563	17.12		
4	Sección transversal	16.733	36.191	46.24	Vástago	19.401	48.557	39.96	48.28	48.28
	Aplastamiento	16.733	98.400	17.01	Punzonamiento	19.401	117.563	16.50		
5	Sección transversal	11.953	36.191	33.03	Vástago	28.342	48.557	58.37	61.40	61.40
	Aplastamiento	11.953	98.400	12.15	Punzonamiento	28.342	117.563	24.11		
6	Sección transversal	27.681	36.191	76.49	Vástago	27.779	48.557	57.21	76.49	76.49
	Aplastamiento	27.681	98.400	28.13	Punzonamiento	27.779	117.563	23.63		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	2231.26	5109.61
Calculada para momentos negativos	2231.26	5109.61

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.69	1.80	94.14
Momento resistente	kNm	13.29	30.67	43.32
Capacidad de rotación	mRad	36.296	667	5.44

d) Medición

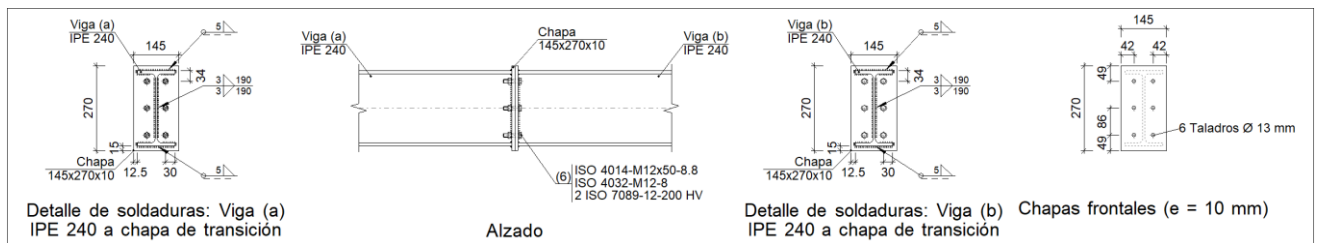
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	762
			5	894

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	2	145x270x10	6.15
	Total			6.15

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4014-M12x50
Tuercas	Clase 8	6	ISO 4032-M12
Arandelas	Dureza 200 HV	12	ISO 7089-12

Tipo 50

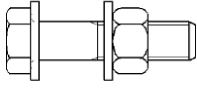
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 240		240	120	9.8	6.2	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal		145	270	10	6	13	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M12x50-8.8 ISO 4032-M12-8 2 ISO 7089-12-200 HV		M12	50	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Viga (a) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	40.98	97.11	42.19
Ala	Aplastamiento	kN	71.48	308.00	23.21
	Tracción	kN	11.47	154.00	7.45
Alma	Tracción	kN	18.03	96.04	18.77

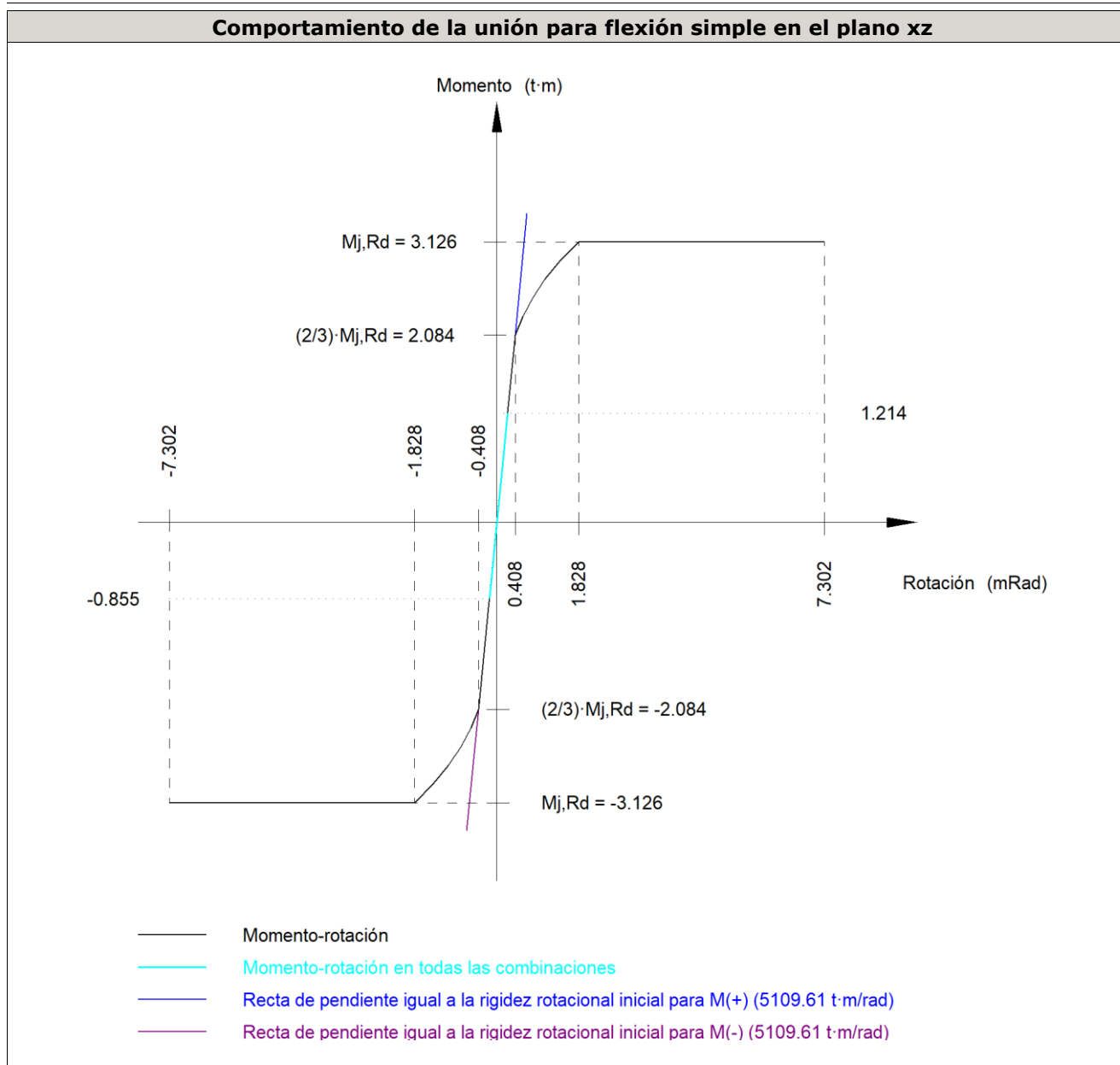
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	36.0	36.0	0.3	72.0	18.65	36.0	10.97	410.0	0.85
Soldadura del alma	48.2	48.2	43.8	122.7	31.79	55.6	16.95	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	44.6	44.6	0.4	89.2	23.11	44.6	13.59	410.0	0.85

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	2231.26	5109.61
Calculada para momentos negativos	2231.26	5109.61



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.69	1.80	94.14
Momento resistente	kNm	11.91	30.67	38.84
Capacidad de rotación	mRad	32.539	667	4.88

2) Viga (b) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	40.98	97.11	42.19
Ala	Compresión	kN	71.48	308.00	23.21
	Tracción	kN	11.47	154.00	7.45
Alma	Tracción	kN	18.03	96.04	18.77

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

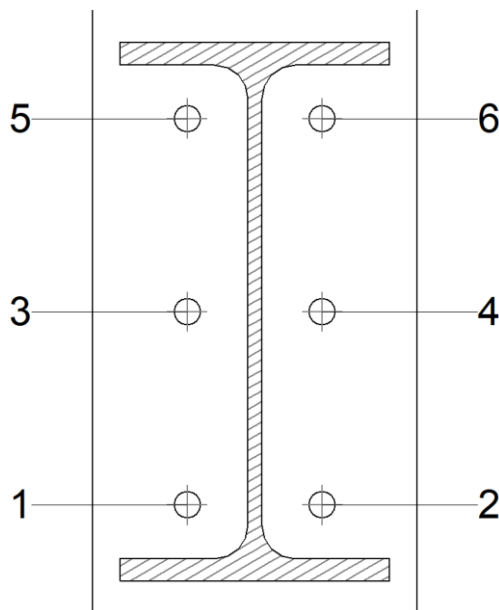
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	36.0	36.0	0.3	72.0	18.65	36.0	10.97	410.0	0.85
Soldadura del alma	48.2	48.2	43.8	122.7	31.79	55.6	16.95	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	44.6	44.6	0.4	89.2	23.11	44.6	13.59	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición

Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0
2	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0
3	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	27.0
4	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	27.0
5	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0

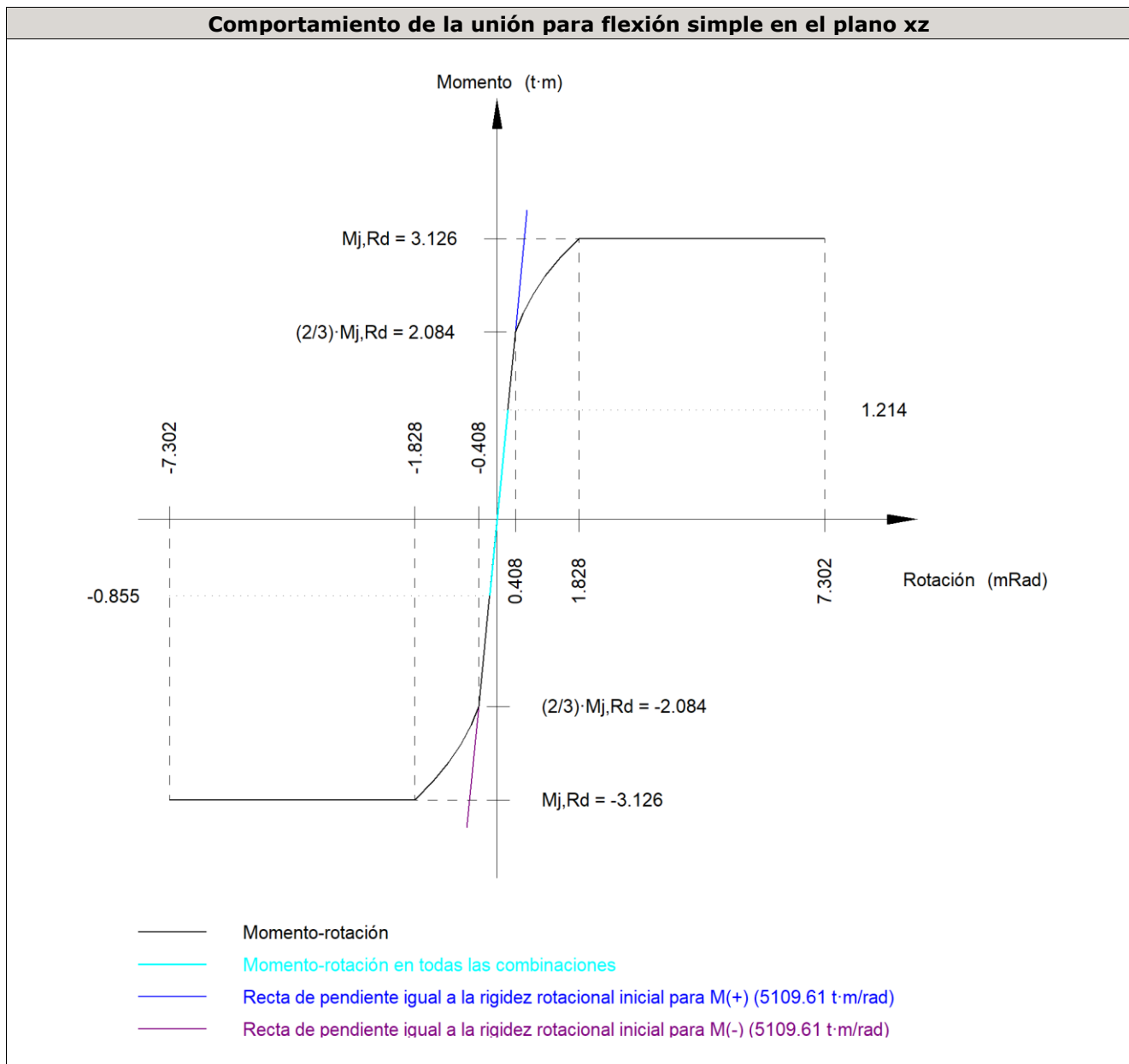
Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
6	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia											
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante		Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	9.293	36.191	25.68	Vástago	20.488	48.557	42.19	34.51	42.19	
	Aplastamiento	9.293	98.400	9.44	Punzonamiento	20.488	117.563	17.43			
2	Sección transversal	31.340	36.191	86.60	Vástago	19.737	48.557	40.65	86.60	86.60	
	Aplastamiento	39.589	98.400	40.23	Punzonamiento	19.737	117.563	16.79			
3	Sección transversal	9.293	36.191	25.68	Vástago	14.817	48.557	30.51	41.77	41.77	
	Aplastamiento	9.293	98.400	9.44	Punzonamiento	14.817	117.563	12.60			
4	Sección transversal	9.295	36.191	25.68	Vástago	13.848	48.557	28.52	41.16	41.16	
	Aplastamiento	9.295	98.400	9.45	Punzonamiento	13.848	117.563	11.78			
5	Sección transversal	9.293	36.191	25.68	Vástago	17.765	48.557	36.59	49.15	49.15	
	Aplastamiento	9.293	98.400	9.44	Punzonamiento	17.765	117.563	15.11			
6	Sección transversal	30.521	36.191	84.33	Vástago	17.329	48.557	35.69	84.33	84.33	
	Aplastamiento	41.729	98.400	42.41	Punzonamiento	17.329	117.563	14.74			

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	2231.26	5109.61
Calculada para momentos negativos	2231.26	5109.61

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.69	1.80	94.14
Momento resistente	kNm	11.91	30.67	38.84
Capacidad de rotación	mRad	32.539	667	4.88

d) Medición

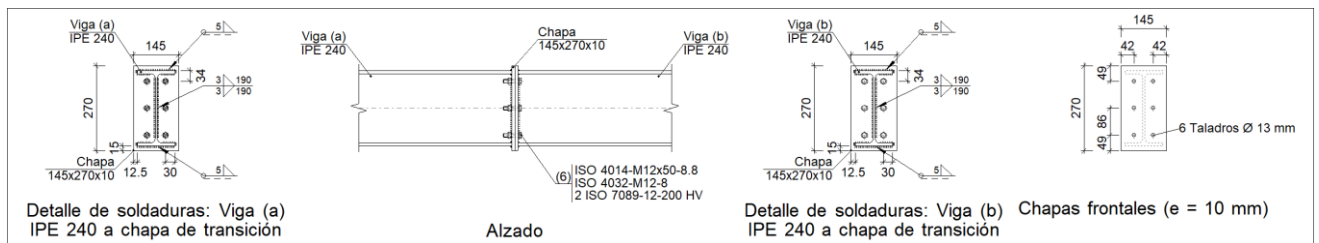
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	762
			5	894

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	2	145x270x10	6.15
	Total			6.15

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4014-M12x50
Tuercas	Clase 8	6	ISO 4032-M12
Arandelas	Dureza 200 HV	12	ISO 7089-12

Tipo 51

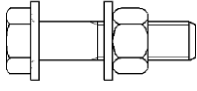
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 240		240	120	9.8	6.2	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal		145	270	10	6	13	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M12x50-8.8 ISO 4032-M12-8 2 ISO 7089-12-200 HV		M12	50	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Viga (a) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	76.73	97.11	79.02
Ala	Aplastamiento	kN	94.94	308.00	30.82
	Tracción	kN	21.49	154.00	13.95
Alma	Tracción	kN	33.76	96.04	35.15

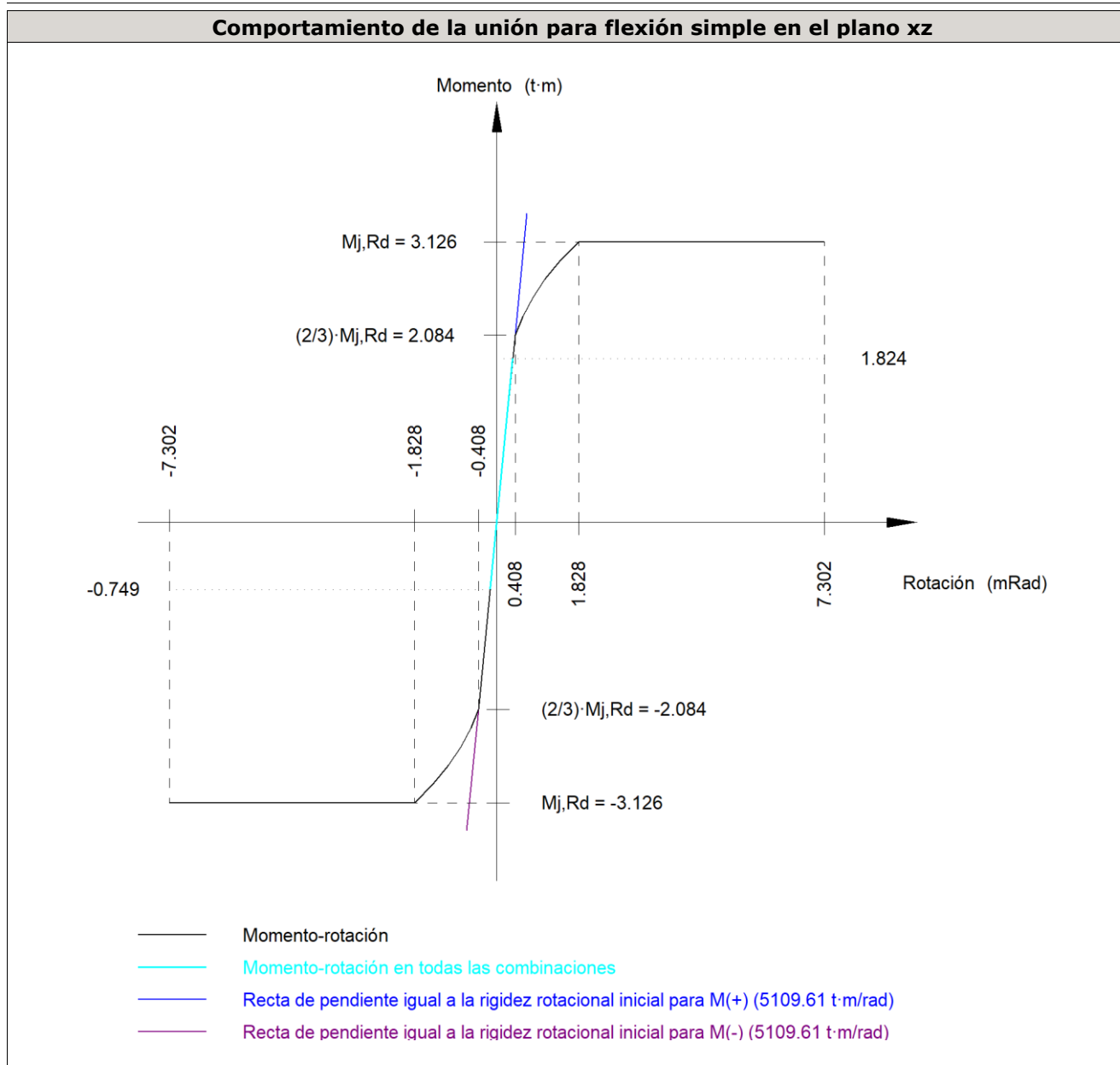
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	77.7	77.7	0.2	155.4	40.27	77.7	23.69	410.0	0.85
Soldadura del alma	104.1	104.1	47.6	224.0	58.05	104.1	31.75	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	53.9	53.9	0.1	107.9	27.95	53.9	16.44	410.0	0.85

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	2231.26	5109.61
Calculada para momentos negativos	2231.26	5109.61



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.69	1.80	94.14
Momento resistente	kNm	17.89	30.67	58.35
Capacidad de rotación	mRad	48.884	667	7.33

2) Viga (b) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	76.73	97.11	79.02
Ala	Compresión	kN	94.94	308.00	30.82
	Tracción	kN	21.49	154.00	13.95
Alma	Tracción	kN	33.76	96.04	35.15

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

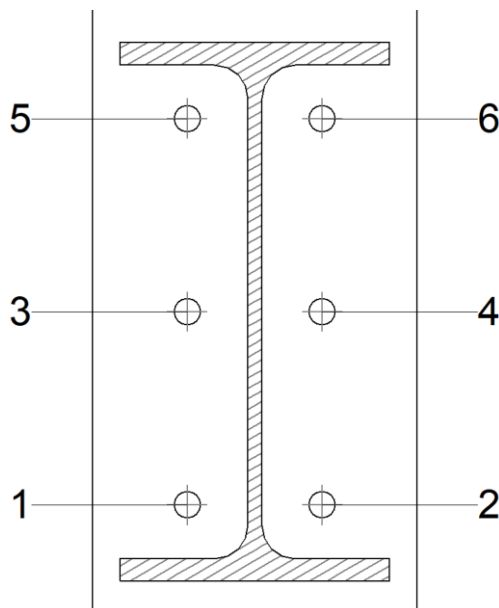
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	77.7	77.7	0.2	155.4	40.27	77.7	23.69	410.0	0.85
Soldadura del alma	104.1	104.1	47.6	224.0	58.05	104.1	31.75	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	53.9	53.9	0.1	107.9	27.95	53.9	16.44	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición

Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0
2	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0
3	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	27.0
4	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	27.0
5	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0

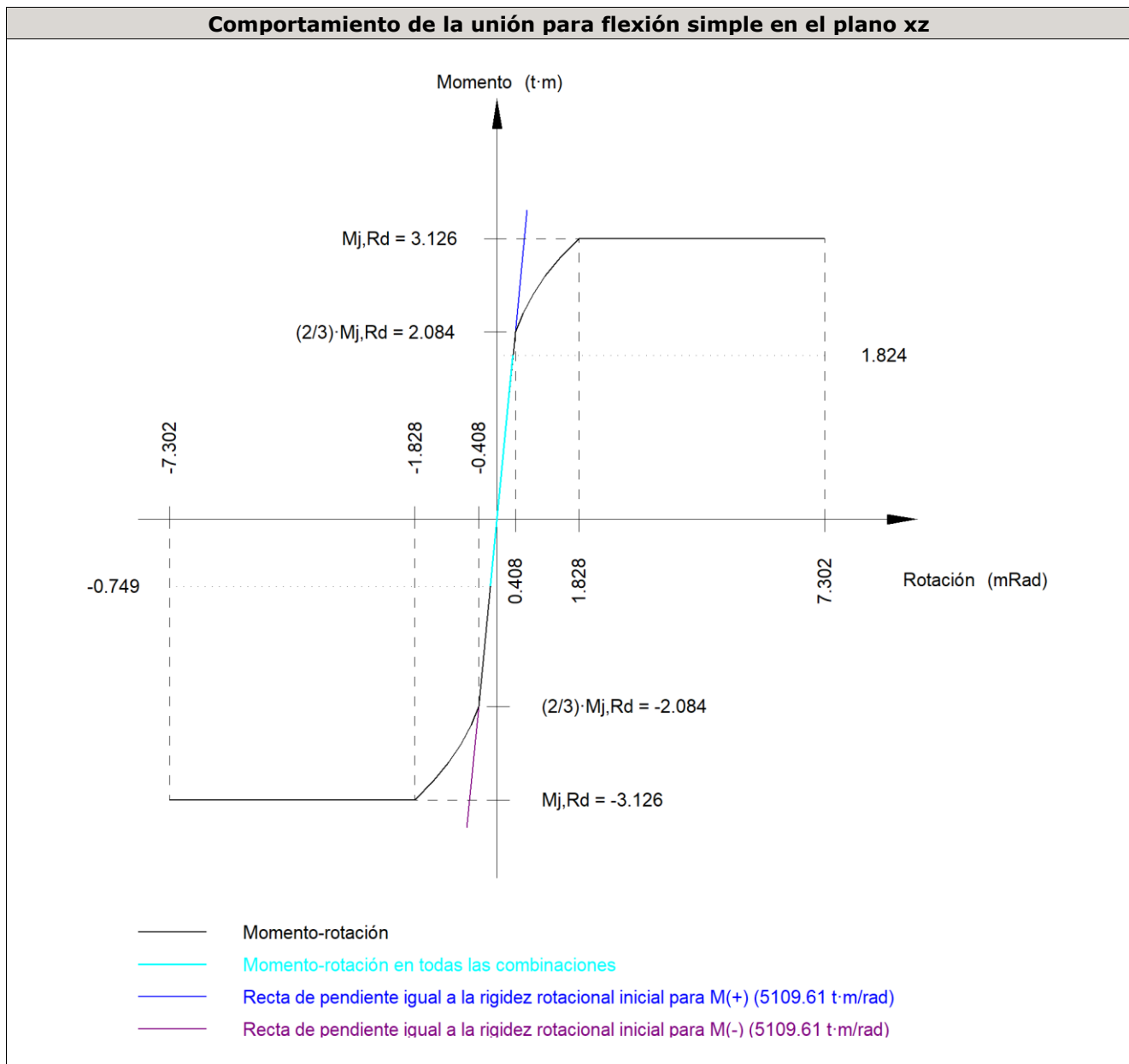
Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
6	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia											
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante		Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	34.620	36.191	95.66	Vástago	9.643	48.557	19.86	95.66	95.66	
	Aplastamiento	46.102	98.400	46.85	Punzonamiento	9.643	117.563	8.20			
2	Sección transversal	22.925	36.191	63.34	Vástago	10.004	48.557	20.60	63.34	63.34	
	Aplastamiento	22.925	98.400	23.30	Punzonamiento	10.004	117.563	8.51			
3	Sección transversal	11.263	36.191	31.12	Vástago	26.376	48.557	54.32	63.86	63.86	
	Aplastamiento	11.263	98.400	11.45	Punzonamiento	26.376	117.563	22.44			
4	Sección transversal	10.173	36.191	28.11	Vástago	27.208	48.557	56.03	65.07	65.07	
	Aplastamiento	10.173	98.400	10.34	Punzonamiento	27.208	117.563	23.14			
5	Sección transversal	10.173	36.191	28.11	Vástago	37.721	48.557	77.69	80.55	80.55	
	Aplastamiento	10.173	98.400	10.34	Punzonamiento	37.721	117.563	32.09			
6	Sección transversal	10.173	36.191	28.11	Vástago	38.367	48.557	79.02	81.49	81.49	
	Aplastamiento	10.173	98.400	10.34	Punzonamiento	38.367	117.563	32.64			

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	2231.26	5109.61
Calculada para momentos negativos	2231.26	5109.61

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.69	1.80	94.14
Momento resistente	kNm	17.89	30.67	58.35
Capacidad de rotación	mRad	48.884	667	7.33

d) Medición

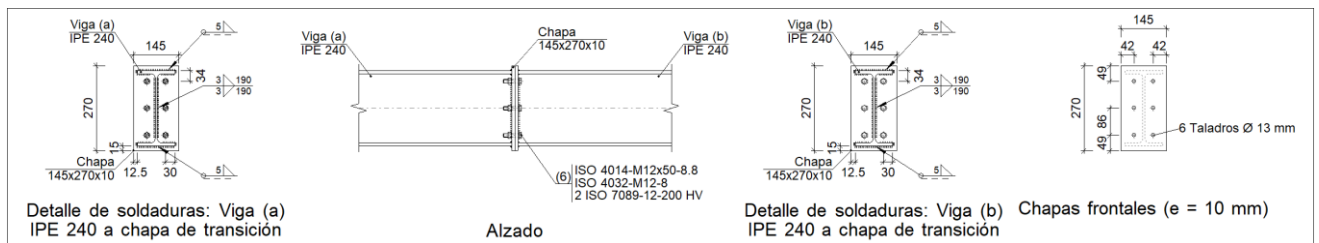
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	762
			5	894

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	2	145x270x10	6.15
	Total			6.15

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4014-M12x50
Tuercas	Clase 8	6	ISO 4032-M12
Arandelas	Dureza 200 HV	12	ISO 7089-12

Tipo 52

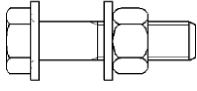
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 240		240	120	9.8	6.2	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal		145	270	10	6	13	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M12x50-8.8 ISO 4032-M12-8 2 ISO 7089-12-200 HV		M12	50	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Viga (a) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	71.39	97.11	73.51
Ala	Aplastamiento	kN	133.58	308.00	43.37
	Tracción	kN	19.99	154.00	12.98
Alma	Tracción	kN	31.41	96.04	32.70

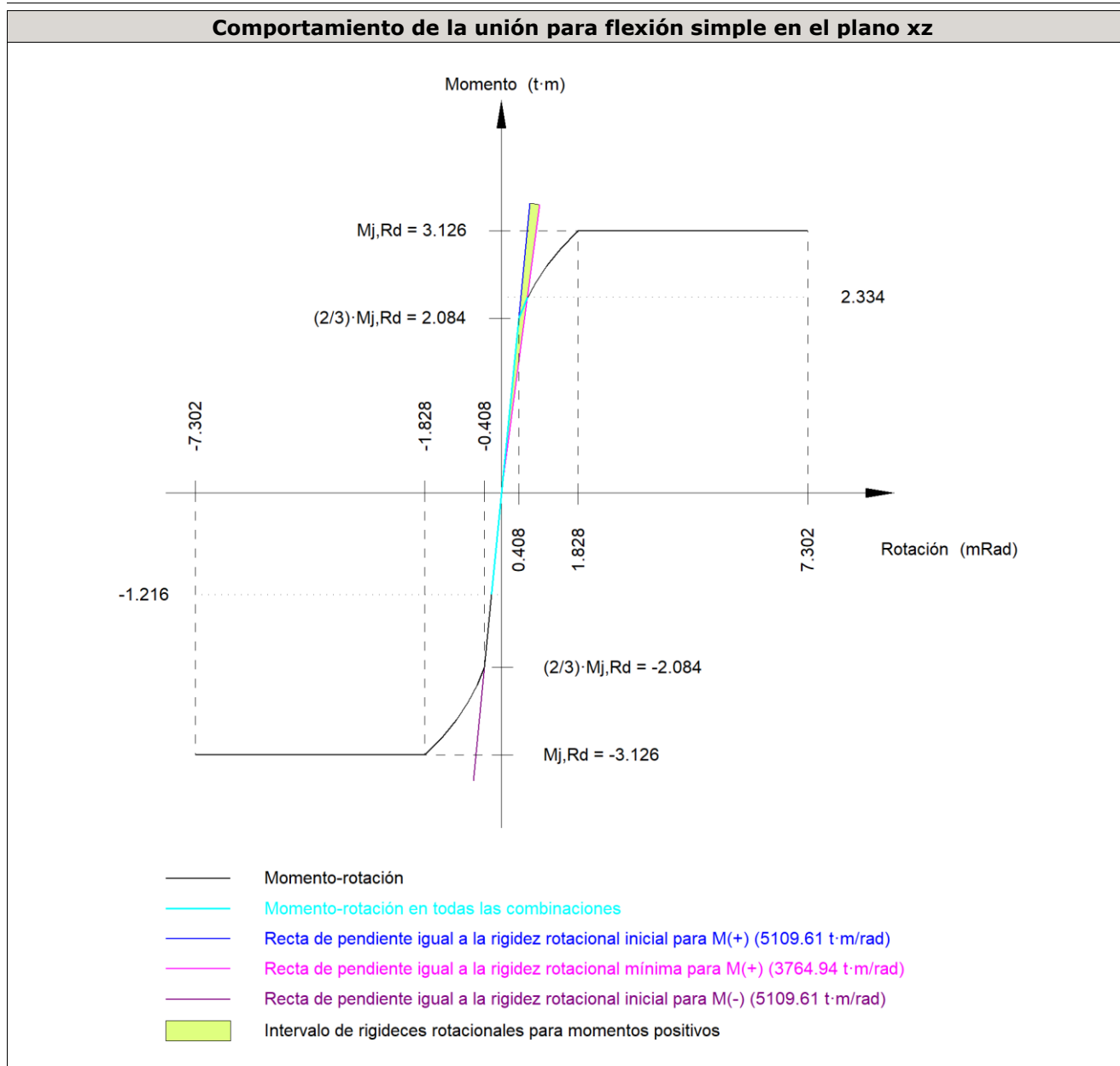
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	72.3	72.3	0.4	144.6	37.47	72.3	22.04	410.0	0.85
Soldadura del alma	96.9	96.9	54.2	215.3	55.80	96.9	29.54	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	78.1	78.1	0.4	156.3	40.50	78.2	23.83	410.0	0.85

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	2231.26	5109.61
Calculada para momentos negativos	2231.26	5109.61



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.69	1.80	94.14
Momento resistente	kNm	22.89	30.67	74.65
Capacidad de rotación	mRad	84.877	667	12.73

2) Viga (b) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	71.39	97.11	73.51
Ala	Compresión	kN	133.58	308.00	43.37
	Tracción	kN	19.99	154.00	12.98
Alma	Tracción	kN	31.41	96.04	32.70

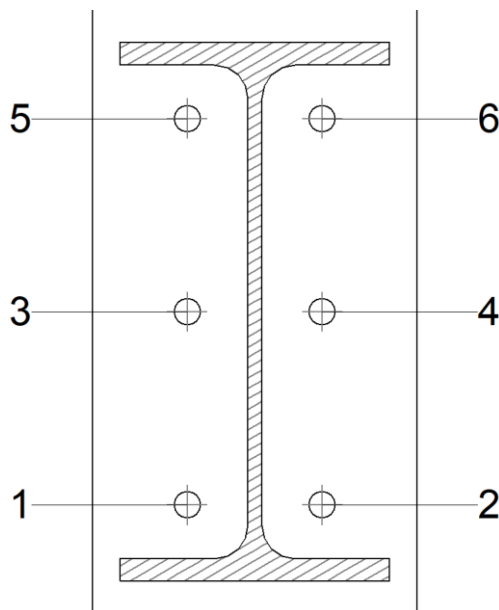
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	72.3	72.3	0.4	144.6	37.47	72.3	22.04	410.0	0.85
Soldadura del alma	96.9	96.9	54.2	215.3	55.80	96.9	29.54	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	78.1	78.1	0.4	156.3	40.50	78.2	23.83	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición								
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)	
1	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0	
2	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0	
3	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	27.0	
4	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	27.0	
5	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0	

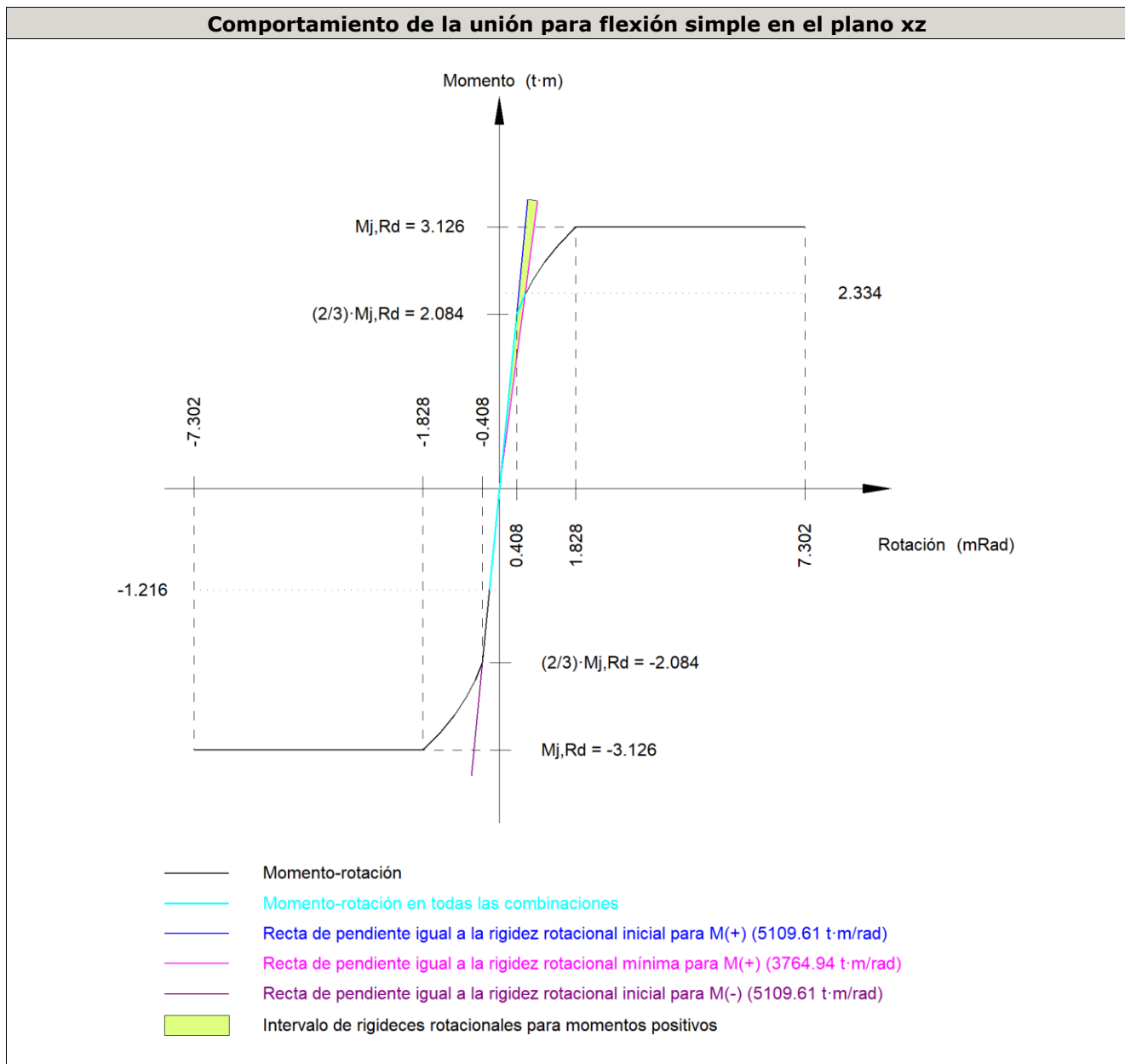
Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
6	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	86	60	24.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	11.086	36.191	30.63	Vástago	28.541	48.557	58.78	47.43	58.78
	Aplastamiento	11.086	98.400	11.27	Punzonamiento	28.541	117.563	24.28		
2	Sección transversal	11.083	36.191	30.62	Vástago	29.232	48.557	60.20	48.44	60.20
	Aplastamiento	11.083	98.400	11.26	Punzonamiento	29.232	117.563	24.87		
3	Sección transversal	11.086	36.191	30.63	Vástago	23.905	48.557	49.23	64.05	64.05
	Aplastamiento	11.086	98.400	11.27	Punzonamiento	23.905	117.563	20.33		
4	Sección transversal	11.083	36.191	30.62	Vástago	24.593	48.557	50.65	64.89	64.89
	Aplastamiento	11.083	98.400	11.26	Punzonamiento	24.593	117.563	20.92		
5	Sección transversal	11.086	36.191	30.63	Vástago	35.161	48.557	72.41	80.25	80.25
	Aplastamiento	11.086	98.400	11.27	Punzonamiento	35.161	117.563	29.91		
6	Sección transversal	11.083	36.191	30.62	Vástago	35.694	48.557	73.51	81.02	81.02
	Aplastamiento	11.083	98.400	11.26	Punzonamiento	35.694	117.563	30.36		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	2231.26	5109.61
Calculada para momentos negativos	2231.26	5109.61

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.69	1.80	94.14
Momento resistente	kNm	22.89	30.67	74.65
Capacidad de rotación	mRad	84.877	667	12.73

d) Medición

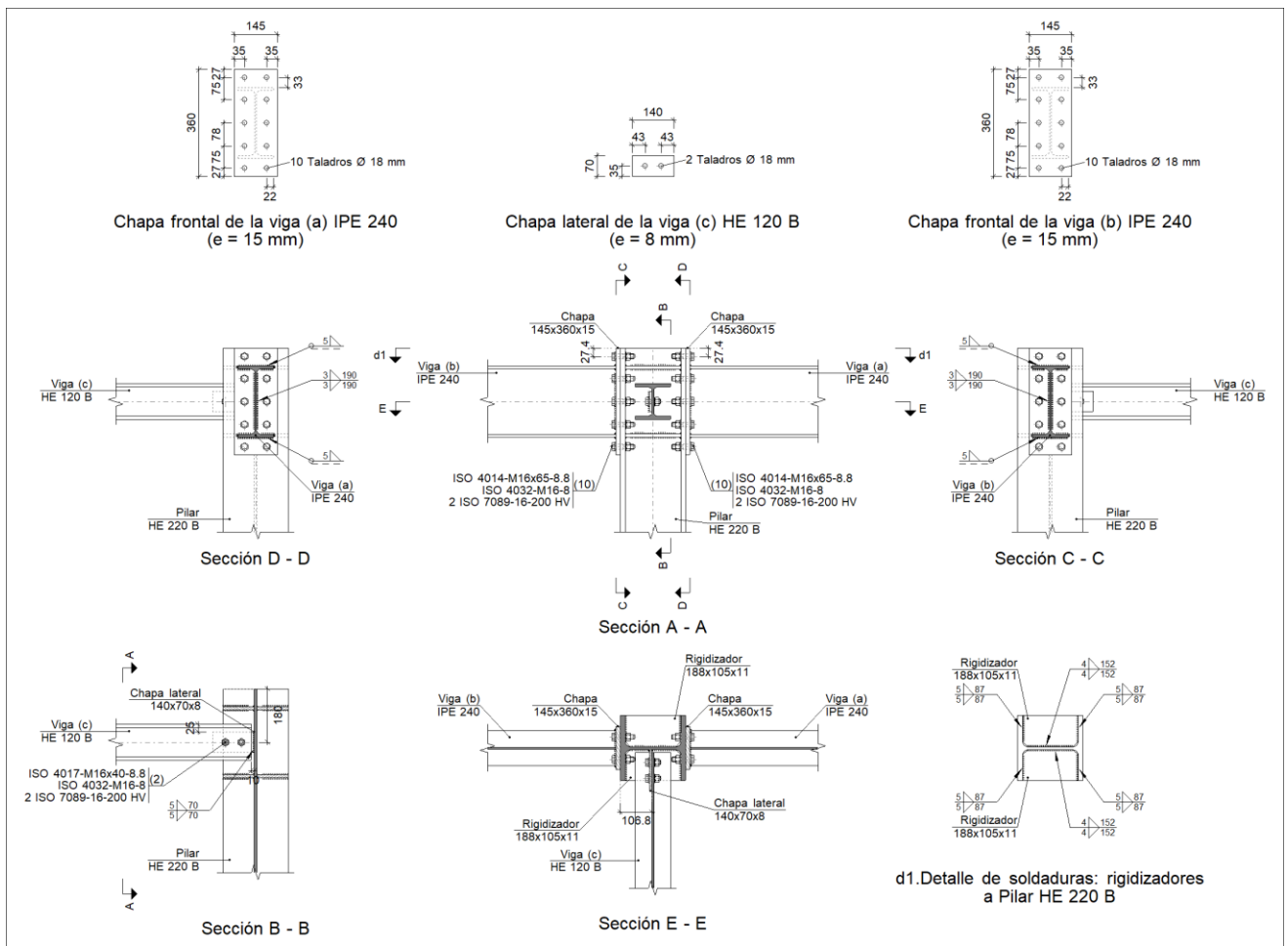
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	762
			5	894

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	2	145x270x10	6.15
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4014-M12x50
Tuercas	Clase 8	6	ISO 4032-M12
Arandelas	Dureza 200 HV	12	ISO 7089-12

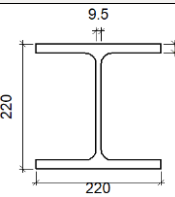
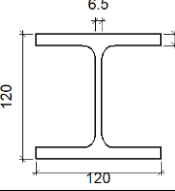
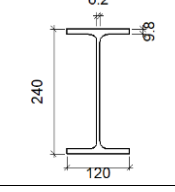
Tipo 53

a) Detalle

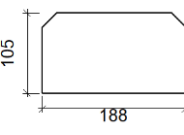
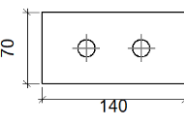
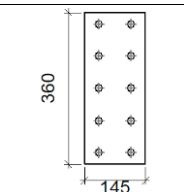
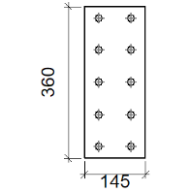


b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles			
Pieza	Descripción	Geometría	Acero

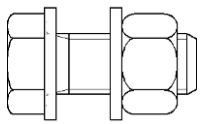
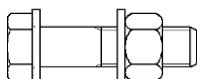
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 120 B		120	120	11	6.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 240		240	120	9.8	6.2	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios

Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		188	105	11	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa lateral: Viga (c) HE 120 B		140	70	8	2	18	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga (b) IPE 240		145	360	15	10	18	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga (a) IPE 240		145	360	15	10	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería

Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x40-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	40	8.8	6524.0	8154.9
ISO 4014-M16x65-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	65	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	--	--	--	30.58	
	Cortante	kN	202.25	311.84	64.86	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	134.29	261.90	51.27	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	131.00	261.90	50.02	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	155.56	261.90	59.39	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	119.27	261.90	45.54	
Ala	Cortante	N/mm ²	70.11	261.90	26.77	
Viga (b) IPE 240	Ala	Tracción por flexión	kN	128.21	180.86	70.89
		Tracción	kN	45.05	237.38	18.98
	Alma	Tracción	kN	74.47	132.31	56.29
Viga (a) IPE 240	Ala	Tracción por flexión	kN	101.30	180.86	56.01
		Tracción	kN	35.54	237.38	14.97
	Alma	Tracción	kN	58.84	132.31	44.47
Viga (c) HE 120 B	Alma	Punzonamiento	kN	17.37	291.66	5.95
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	17.37	73.91	23.50

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	104.5	104.5	0.1	208.9	54.14	104.5	31.84	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	52.3	90.6	23.47	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	101.9	101.9	0.0	203.8	52.81	101.9	31.07	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	59.9	103.7	26.87	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	121.0	121.0	0.1	242.0	62.71	121.0	36.89	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	52.5	90.9	23.56	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	92.8	92.8	0.0	185.5	48.08	92.8	28.28	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	59.7	103.4	26.78	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga (b) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	128.21	130.23	98.45
Ala	Compresión	kN	221.17	308.00	71.81
	Tracción	kN	87.32	154.00	56.70
Alma	Tracción	kN	40.34	106.94	37.72

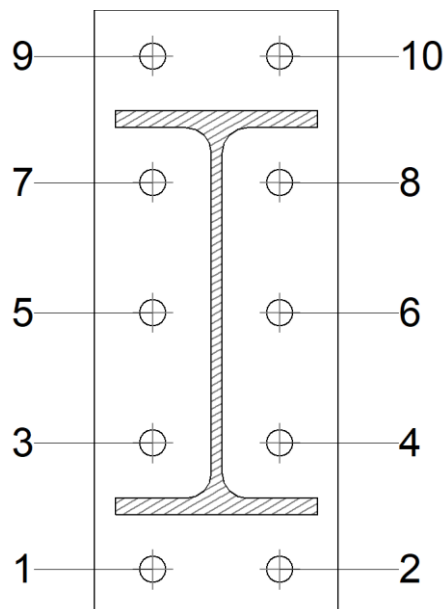
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	169.5	169.5	0.2	339.1	87.87	169.5	51.69	410.0	0.85
Soldadura del alma	125.9	125.9	67.7	277.8	72.00	125.9	38.40	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	171.9	171.9	0.1	343.8	89.08	171.9	52.40	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



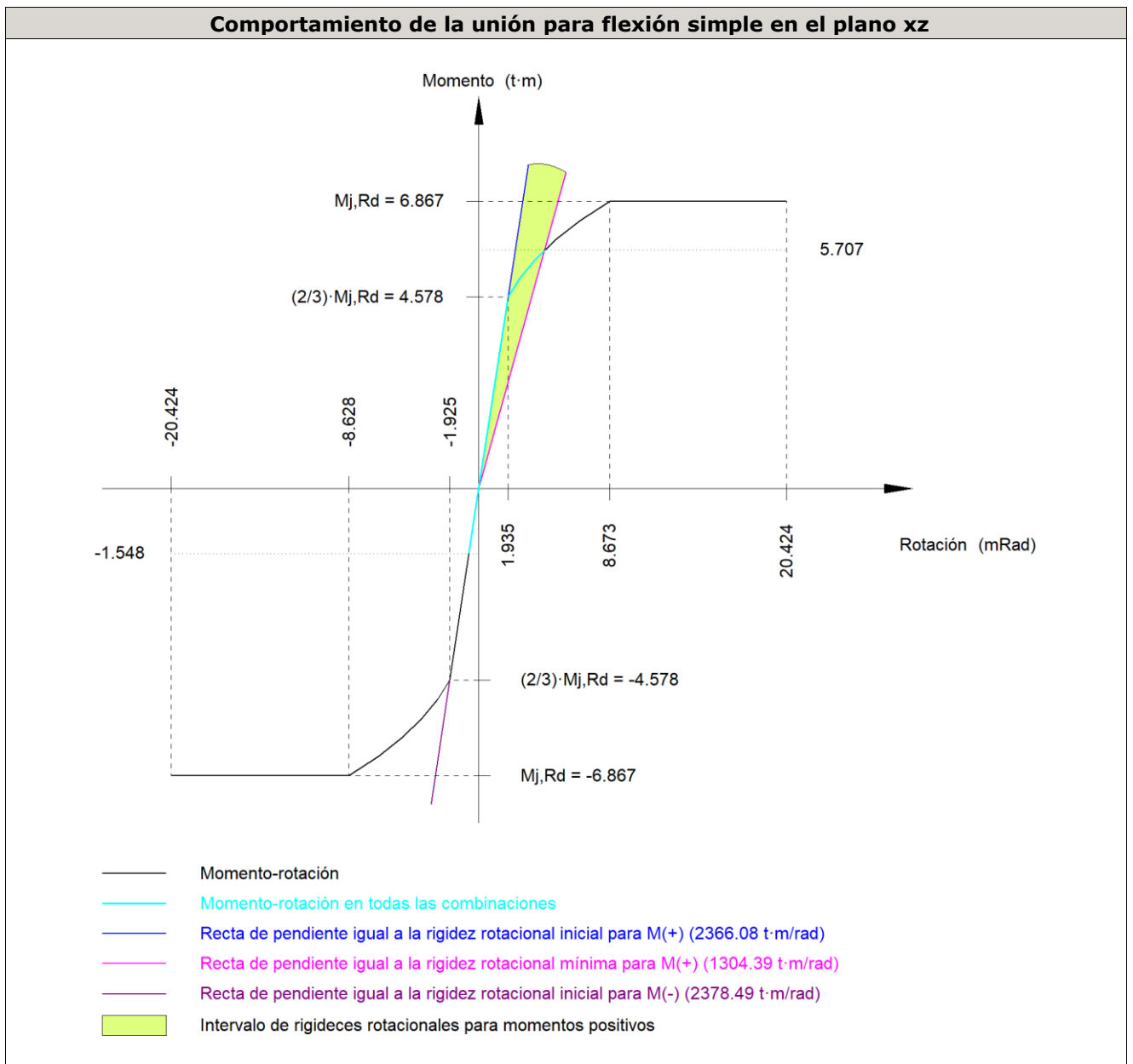
Disposición							
Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	27	35	75	76	27.4
2	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	27	35	75	76	27.4
3	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	35	75	76	32.6
4	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	35	75	76	32.6
5	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	35	78	76	33.0
6	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	35	78	76	33.0
7	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	35	75	76	32.6
8	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	35	75	76	32.6
9	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	27	35	75	76	27.4
10	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	27	35	75	76	27.4

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	34.423	64.340	53.50	Vástago	25.760	90.432	28.49	53.50	53.50
	Aplastamiento	34.423	196.800	17.49	Punzonamiento	25.760	235.327	10.95		
2	Sección transversal	34.423	64.340	53.50	Vástago	27.306	90.432	30.20	53.50	53.50
	Aplastamiento	34.423	196.800	17.49	Punzonamiento	27.306	235.327	11.60		
3	Sección transversal	26.634	64.340	41.40	Vástago	12.504	90.432	13.83	41.40	41.40
	Aplastamiento	26.634	196.800	13.53	Punzonamiento	12.504	235.327	5.31		
4	Sección transversal	22.977	64.340	35.71	Vástago	13.625	90.432	15.07	35.71	35.71
	Aplastamiento	22.977	196.800	11.68	Punzonamiento	13.625	235.327	5.79		
5	Sección transversal	9.809	64.340	15.25	Vástago	27.355	90.432	30.25	21.61	30.25
	Aplastamiento	9.809	196.800	4.98	Punzonamiento	27.355	235.327	11.62		
6	Sección transversal	0.000	64.340	0.00	Vástago	30.506	90.432	33.73	24.10	33.73
					Punzonamiento	30.506	235.327	12.96		
7	Sección transversal	8.773	64.340	13.64	Vástago	41.376	90.432	45.75	32.68	45.75
	Aplastamiento	8.773	196.800	4.46	Punzonamiento	41.376	235.327	17.58		
8	Sección transversal	0.000	64.340	0.00	Vástago	43.657	90.432	48.28	34.48	48.28
					Punzonamiento	43.657	235.327	18.55		
9	Sección transversal	12.463	64.340	19.37	Vástago	85.881	90.432	94.97	67.83	94.97
	Aplastamiento	12.463	99.860	12.48	Punzonamiento	85.881	235.327	36.49		
10	Sección transversal	8.773	64.340	13.64	Vástago	89.028	90.432	98.45	70.32	98.45
	Aplastamiento	8.773	99.858	8.79	Punzonamiento	89.028	235.327	37.83		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	562.43	2366.08
Calculada para momentos negativos	562.43	2378.49

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	0.87	1.80	48.50
Momento resistente	kNm	55.99	67.36	83.12
Capacidad de rotación	mRad	214.237	667	32.14

3) Viga (a) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	101.30	130.23	77.79
Ala	Compresión	kN	177.18	308.00	57.53
	Tracción	kN	68.92	154.00	44.75
Alma	Tracción	kN	31.75	106.94	29.69

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

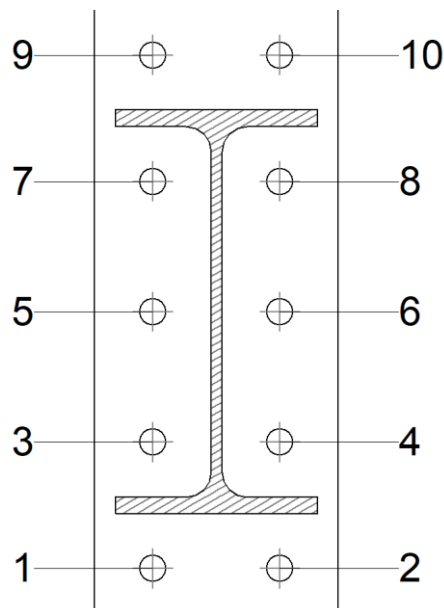
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	130.2	130.2	0.2	260.5	67.50	130.2	39.71	410.0	0.85
Soldadura del alma	100.9	100.9	56.5	224.2	58.11	100.9	30.76	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	135.3	135.3	0.2	270.5	70.11	135.3	41.24	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición

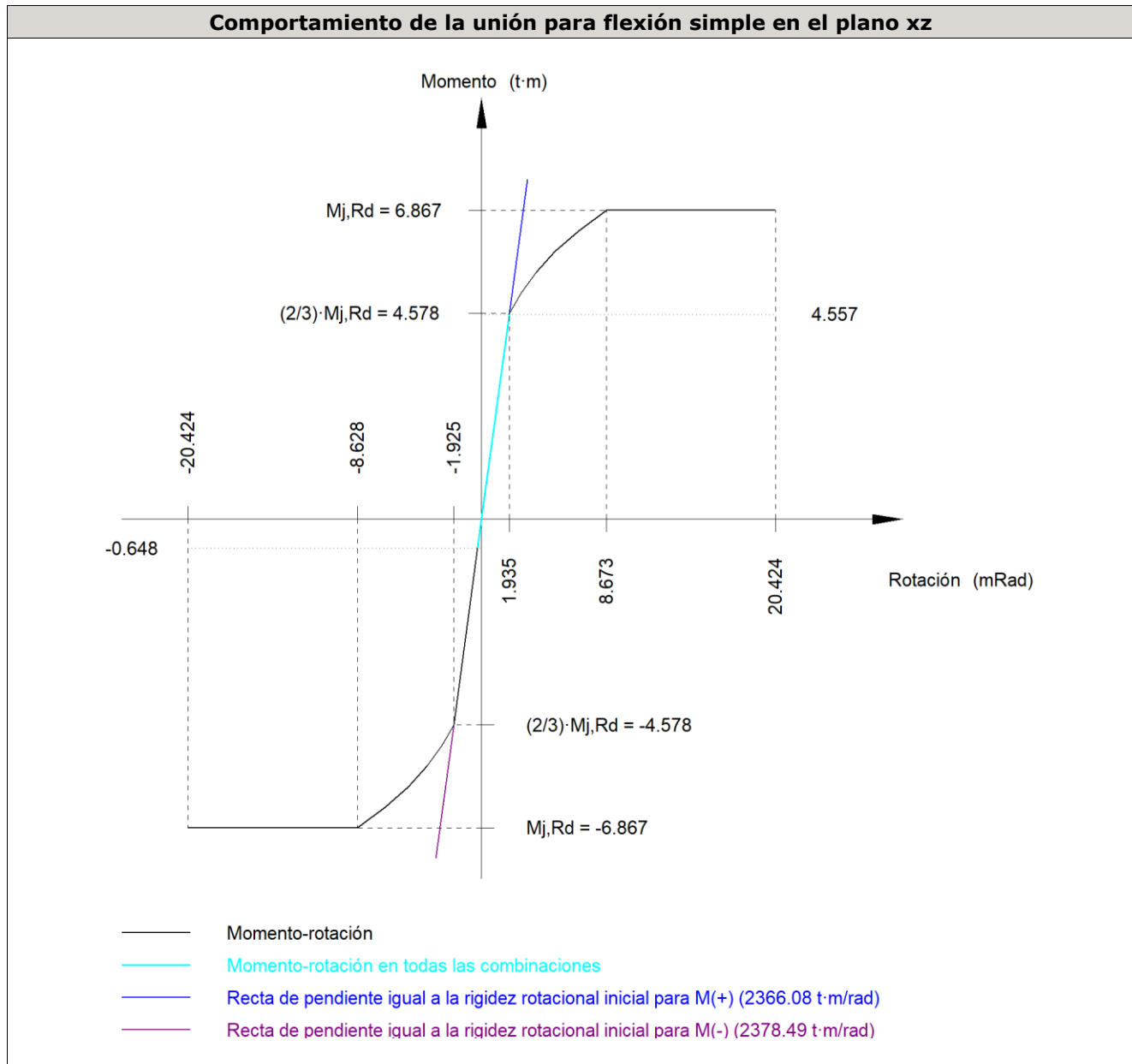
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	27	35	75	76	27.4
2	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	27	35	75	76	27.4
3	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	35	75	76	32.6
4	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	35	75	76	32.6
5	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	35	78	76	33.0

Disposición							
Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
6	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	35	78	76	33.0
7	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	35	75	76	32.6
8	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	35	75	76	32.6
9	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	27	35	75	76	27.4
10	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	27	35	75	76	27.4

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	32.252	64.340	50.13	Vástago	14.640	90.432	16.19	50.13	50.13
	Aplastamiento	32.252	196.800	16.39	Punzonamiento	14.640	235.327	6.22		
2	Sección transversal	32.252	64.340	50.13	Vástago	11.075	90.432	12.25	50.13	50.13
	Aplastamiento	32.252	196.800	16.39	Punzonamiento	11.075	235.327	4.71		
3	Sección transversal	21.466	64.340	33.36	Vástago	7.806	90.432	8.63	33.36	33.36
	Aplastamiento	21.466	196.800	10.91	Punzonamiento	7.806	235.327	3.32		
4	Sección transversal	20.175	64.340	31.36	Vástago	5.219	90.432	5.77	31.36	31.36
	Aplastamiento	20.175	196.800	10.25	Punzonamiento	5.219	235.327	2.22		
5	Sección transversal	1.395	64.340	2.17	Vástago	23.721	90.432	26.23	18.74	26.23
	Aplastamiento	1.395	196.730	0.71	Punzonamiento	23.721	235.327	10.08		
6	Sección transversal	8.060	64.340	12.53	Vástago	22.114	90.432	24.45	17.47	24.45
	Aplastamiento	8.060	196.800	4.10	Punzonamiento	22.114	235.327	9.40		
7	Sección transversal	1.395	64.340	2.17	Vástago	34.359	90.432	37.99	27.14	37.99
	Aplastamiento	1.395	196.717	0.71	Punzonamiento	34.359	235.327	14.60		
8	Sección transversal	6.012	64.340	9.34	Vástago	33.196	90.432	36.71	26.22	36.71
	Aplastamiento	6.012	196.800	3.05	Punzonamiento	33.196	235.327	14.11		
9	Sección transversal	3.952	64.340	6.14	Vástago	70.345	90.432	77.79	55.56	77.79
	Aplastamiento	3.952	99.878	3.96	Punzonamiento	70.345	235.327	29.89		
10	Sección transversal	6.012	64.340	9.34	Vástago	68.740	90.432	76.01	54.29	76.01
	Aplastamiento	6.012	99.942	6.02	Punzonamiento	68.740	235.327	29.21		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	562.43	2366.08
Calculada para momentos negativos	562.43	2378.49



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	0.87	1.80	48.50
Momento resistente	kNm	44.70	67.36	66.36
Capacidad de rotación	mRad	94.300	667	14.14

4) Viga (c) HE 120 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.66
	Tensiones combinadas	--	--	--	15.49
	Pandeo local	N/mm ²	36.81	230.97	15.94
	Aplastamiento	kN	8.83	78.29	11.28
	Desgarro	kN	17.39	62.90	27.65
Alma	Aplastamiento	kN	8.83	52.65	16.77
	Desgarro	kN	17.39	141.03	12.33

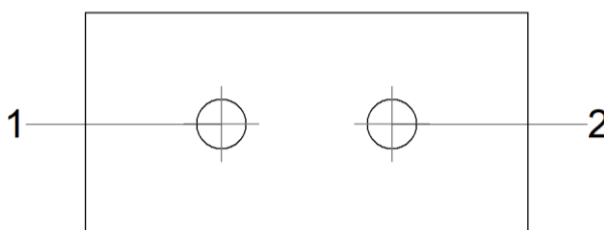
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	En ángulo	5	70	8.0	90.00	

*a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	17.5	17.5	1.3	35.2	9.11	17.5	5.35	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x40-8.8	18.0	35	33	--	54	35.0
2	ISO 4017-M16x40-8.8	18.0	35	43	--	54	35.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia					
Tornillo	Cortante	Tracción		Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)

	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprovisionado (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprovisionado (%)	Aprovisionado (%)	
1	Sección transversal	8.828	50.240	17.57	Vástago	0.000	90.432	0.00	17.57	17.57
	Aplastamiento	8.828	78.292	11.28	Punzonamiento	0.000	101.975	0.00		
2	Sección transversal	8.712	50.240	17.34	Vástago	0.000	90.432	0.00	17.34	17.34
	Aplastamiento	8.712	83.441	10.44	Punzonamiento	0.000	101.975	0.00		

d) Medición

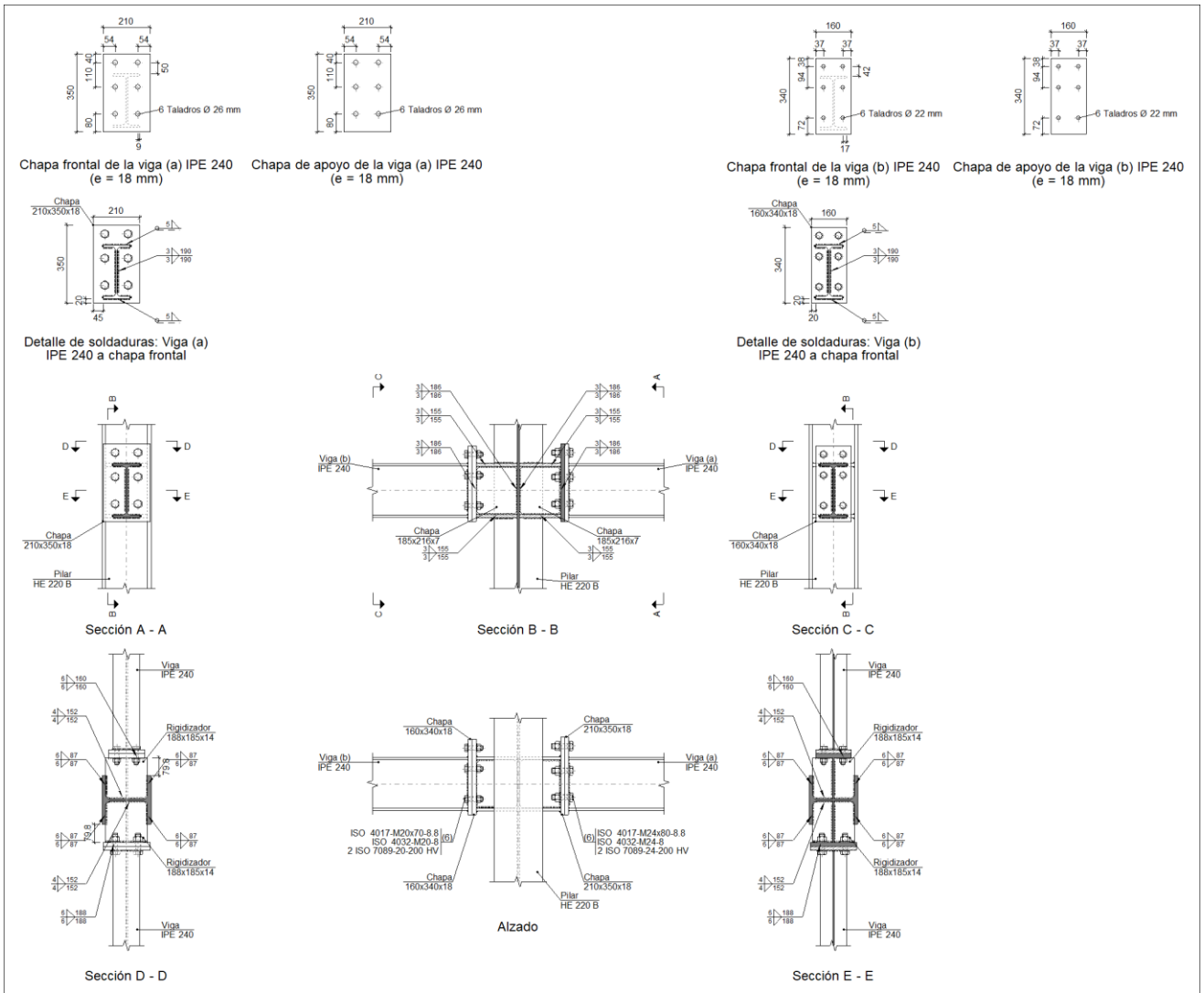
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	762
			4	1216
			5	2426

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	188x105x11	6.82
	Chapas	1	140x70x8	0.62
		2	145x360x15	12.29
	Total			

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	20	ISO 4014-M16x65
		2	ISO 4017-M16x40
Tuercas	Clase 8	22	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	44	ISO 7089-16

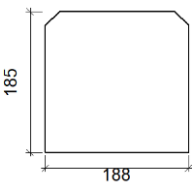
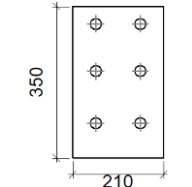
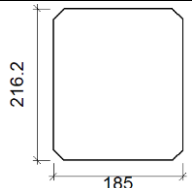
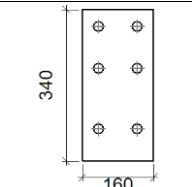
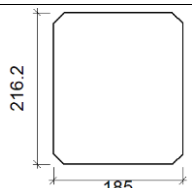
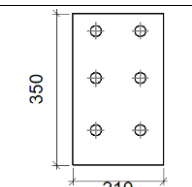
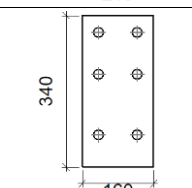
Tipo 54

a) Detalle

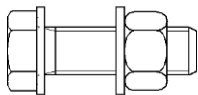
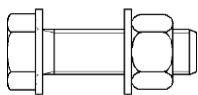


b) Descripción de los componentes de la unión

		Perfiles							
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 240		240	120	9.8	6.2	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		188	185	14	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa de apoyo de la viga Viga (a) IPE 240		210	350	18	6	26	S275	2803.3	4179.4
Chapa vertical de la viga Viga (a) IPE 240		185	216.2	7	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa de apoyo de la viga Viga (b) IPE 240		160	340	18	6	22	S275	2803.3	4179.4
Chapa vertical de la viga Viga (b) IPE 240		185	216.2	7	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga (a) IPE 240		210	350	18	6	26	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga (b) IPE 240		160	340	18	6	22	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M24x80-8.8 ISO 4032-M24-8 2 ISO 7089-24-200 HV		M24	80	8.8	6524.0	8154.9
ISO 4017-M20x70-8.8 ISO 4032-M20-8 2 ISO 7089-20-200 HV		M20	70	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	--	--	--	30.58	
	Cortante	kN	0.30	315.71	0.09	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	246.78	261.90	94.22	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	245.45	261.90	93.72	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	211.43	261.90	80.73	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	217.79	261.90	83.15	
Chapa frontal [Viga (a) IPE 240]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00	
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00	
Chapa vertical [Viga (a) IPE 240]	Cortante	kN	144.80	164.06	88.26	
Chapa frontal [Viga (b) IPE 240]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00	
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00	
Chapa vertical [Viga (b) IPE 240]	Cortante	kN	123.22	164.06	75.11	
Ala	Desgarro	N/mm ²	115.17	261.90	43.97	
	Cortante	N/mm ²	133.40	261.90	50.93	
Viga (a) IPE 240	Rigidizadores	Tracción	kN	101.79	220.00	46.27
	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	160.11	222.30	72.02
	Chapa vertical	Tracción	kN	80.06	146.63	54.60
Viga (b) IPE 240	Rigidizadores	Tracción	kN	93.66	220.00	42.57
	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	142.62	201.36	70.83
	Chapa vertical	Tracción	kN	71.31	128.30	55.58

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	6	87	14.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	6	210	14.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	6	87	14.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	6	210	14.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	6	87	14.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	6	160	14.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	6	87	14.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	6	160	14.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	186	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	186	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	186	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	186	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	166.2	287.9	74.61	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	0.2	0.4	0.10	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	124.6	124.6	0.1	249.1	64.56	124.6	37.98	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	165.3	286.4	74.21	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.2	0.4	0.10	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	124.1	124.1	0.1	248.1	64.30	124.1	37.82	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	142.4	246.7	63.92	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	0.0	0.1	0.02	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	115.8	115.8	0.0	231.6	60.02	115.8	35.30	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	146.7	254.1	65.84	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.0	0.1	0.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	120.3	120.3	0.0	240.6	62.34	120.3	36.67	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	78.8	136.4	35.35	0.0	0.00	410.0	0.85

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	78.8	136.4	35.35	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	155.7	269.7	69.89	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	88.8	153.9	39.88	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	53.0	91.7	23.77	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	53.0	91.7	23.77	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	132.5	229.5	59.47	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	59.7	103.5	26.81	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga (a) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	160.11	199.97	80.07
Ala	Compresión	kN	185.37	308.00	60.18
	Tracción	kN	100.89	154.00	65.52
Alma	Tracción	kN	38.72	169.94	22.79

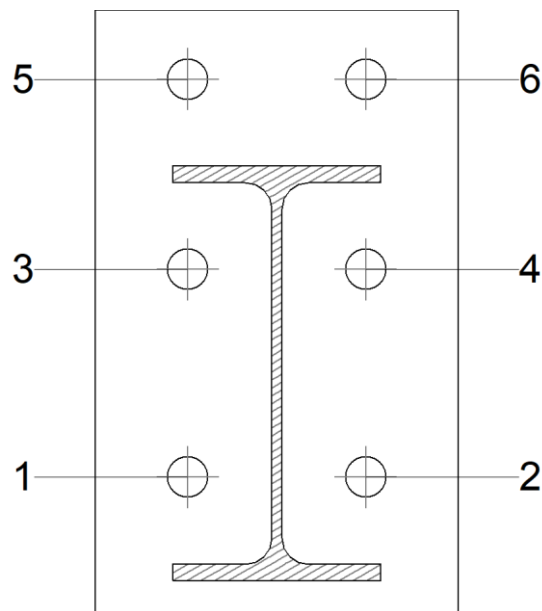
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	

*a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	188.7	188.7	0.2	377.4	97.80	188.7	57.53	410.0	0.85
Soldadura del alma	126.1	126.1	77.0	285.2	73.92	126.1	38.43	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	171.0	171.0	0.2	341.9	88.61	171.0	52.12	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición

Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M24x80-8.8	26.0	--	54	120	103	48.0
2	ISO 4017-M24x80-8.8	26.0	--	54	120	103	48.0
3	ISO 4017-M24x80-8.8	26.0	--	54	110	103	48.0
4	ISO 4017-M24x80-8.8	26.0	--	54	110	103	48.0
5	ISO 4017-M24x80-8.8	26.0	40	54	110	103	39.9
6	ISO 4017-M24x80-8.8	26.0	40	54	110	103	39.9

--: La comprobación no procede.

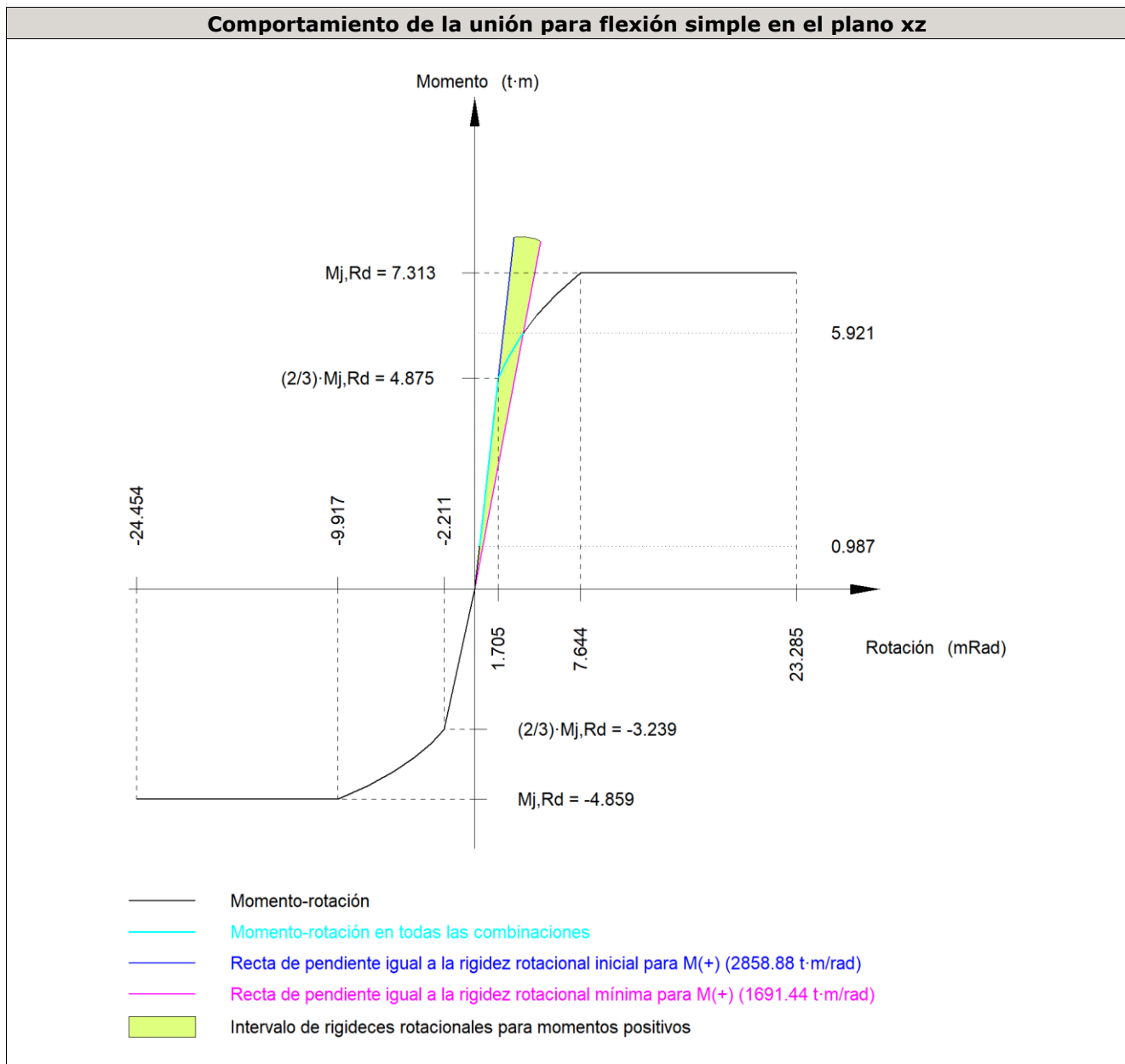
Resistencia

Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	76.917	112.960	68.09	Vástago	0.649	203.328	0.32	68.09	68.09
	Aplastamiento	76.917	354.240	21.71	Punzonamiento	0.649	420.390	0.15		
2	Sección transversal	43.998	112.960	38.95	Vástago	1.485	203.328	0.73	38.95	38.95
	Aplastamiento	43.998	354.238	12.42	Punzonamiento	1.485	420.390	0.35		
3	Sección transversal	4.434	112.960	3.93	Vástago	46.230	203.328	22.74	16.24	22.74
	Aplastamiento	4.434	354.240	1.25	Punzonamiento	46.230	420.390	11.00		
4	Sección transversal	4.431	112.960	3.92	Vástago	49.985	203.328	24.58	17.56	24.58

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
	Aplastamiento	4.431	354.240	1.25	Punzonamiento	49.985	420.390	11.89		
5	Sección transversal	4.434	112.960	3.93	Vástago	127.771	203.328	62.84	44.89	62.84
	Aplastamiento	4.434	181.207	2.45	Punzonamiento	127.771	420.390	30.39		
6	Sección transversal	4.431	112.960	3.92	Vástago	132.951	203.328	65.39	46.71	65.39
	Aplastamiento	4.431	181.207	2.45	Punzonamiento	132.951	420.390	31.63		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	485.13	2858.88
Calculada para momentos negativos	485.13	1464.39

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.26	1.80	69.87
Momento resistente	kNm	58.09	71.74	80.97
Capacidad de rotación	mRad	150.346	667	22.55

3) Viga (b) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	142.62	185.70	76.80
Ala	Compresión	kN	192.05	308.00	62.35
	Tracción	kN	92.53	154.00	60.08
Alma	Tracción	kN	42.05	163.12	25.78

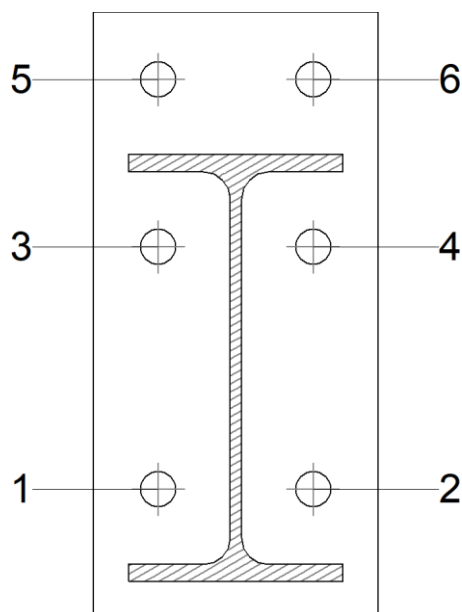
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	168.1	168.1	0.1	336.2	87.11	168.1	51.24	410.0	0.85
Soldadura del alma	121.5	121.5	51.8	259.1	67.14	121.5	37.05	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	161.2	161.2	0.1	322.4	83.55	161.2	49.15	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M20x70-8.8	22.0	--	37	136	87	36.5
2	ISO 4017-M20x70-8.8	22.0	--	37	136	87	36.5
3	ISO 4017-M20x70-8.8	22.0	--	37	94	87	36.5
4	ISO 4017-M20x70-8.8	22.0	--	37	94	87	36.5

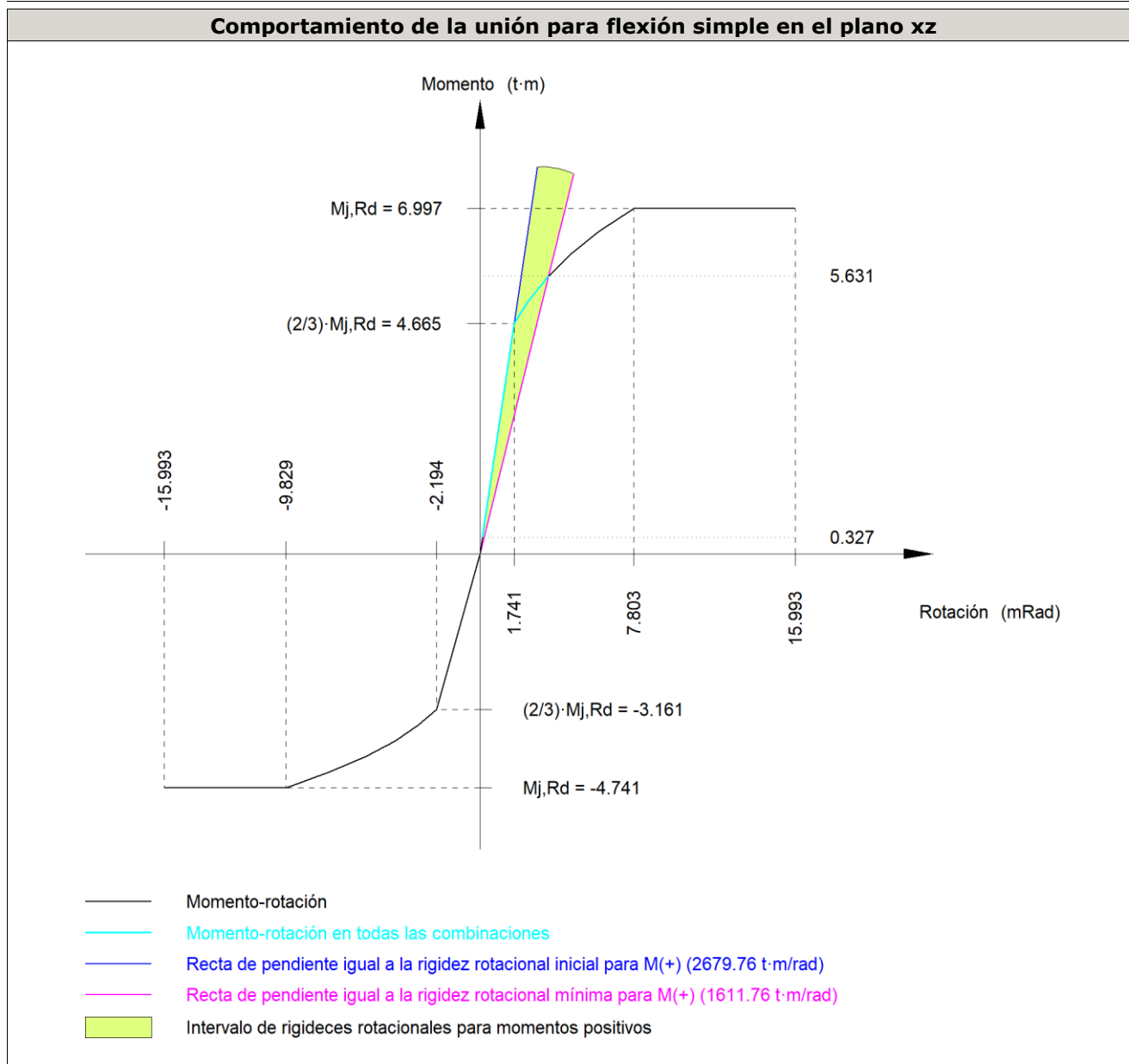
Disposición							
Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
5	ISO 4017-M20x70-8.8	22.0	38	37	94	87	36.5
6	ISO 4017-M20x70-8.8	22.0	38	37	94	87	36.5

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	47.087	78.400	60.06	Vástago	2.364	141.120	1.68	60.06	60.06
	Aplastamiento	47.087	295.200	15.95	Punzonamiento	2.364	350.278	0.67		
2	Sección transversal	59.116	78.400	75.40	Vástago	0.874	141.120	0.62	75.40	75.40
	Aplastamiento	59.116	295.200	20.03	Punzonamiento	0.874	350.278	0.25		
3	Sección transversal	7.945	78.400	10.13	Vástago	45.719	141.120	32.40	28.48	32.40
	Aplastamiento	7.945	295.200	2.69	Punzonamiento	45.719	350.278	13.05		
4	Sección transversal	7.941	78.400	10.13	Vástago	44.165	141.120	31.30	28.23	31.30
	Aplastamiento	7.941	295.200	2.69	Punzonamiento	44.165	350.278	12.61		
5	Sección transversal	7.945	78.400	10.13	Vástago	106.344	141.120	75.36	53.83	75.36
	Aplastamiento	7.945	169.516	4.69	Punzonamiento	106.344	350.278	30.36		
6	Sección transversal	7.941	78.400	10.13	Vástago	104.202	141.120	73.84	52.74	73.84
	Aplastamiento	7.941	169.516	4.68	Punzonamiento	104.202	350.278	29.75		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	428.21	2679.76
Calculada para momentos negativos	428.21	1441.45

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.70	1.80	94.32
Momento resistente	kNm	55.24	68.64	80.48
Capacidad de rotación	mRad	218.442	667	32.77

d) Medición

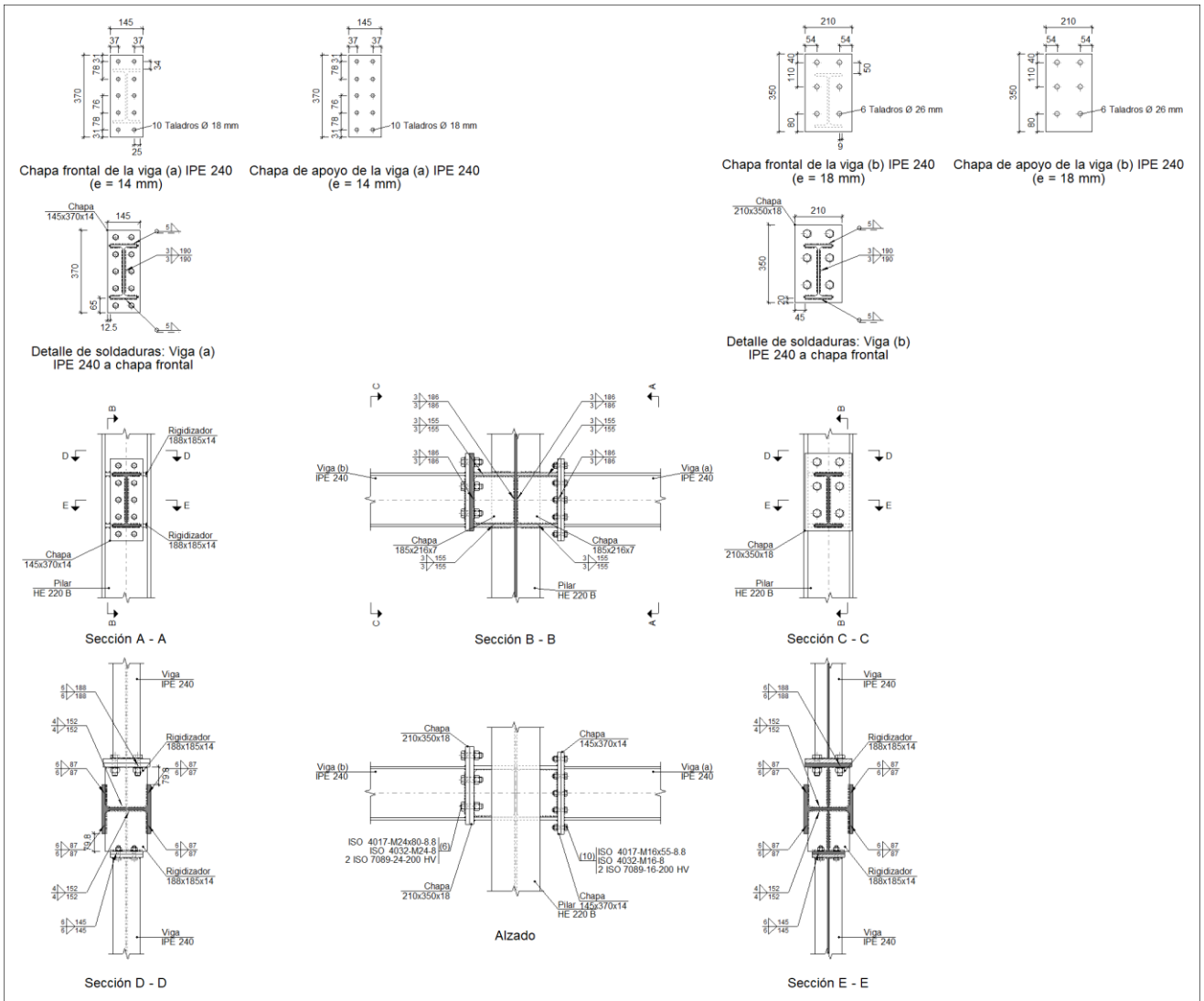
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	3491
			4	1216
			5	894
			6	2876

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	188x185x14	15.29
	Chapas	2	185x216x7	4.40
		2	210x350x18	20.77
		2	160x340x18	15.37
	Total			

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4017-M20x70
		6	ISO 4017-M24x80
Tuercas	Clase 8	6	ISO 4032-M20
		6	ISO 4032-M24
Arandelas	Dureza 200 HV	12	ISO 7089-20
		12	ISO 7089-24

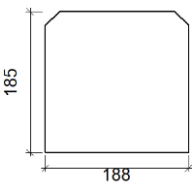
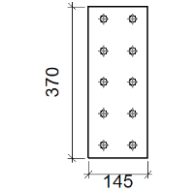
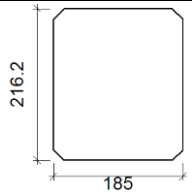
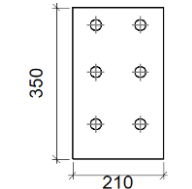
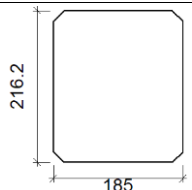
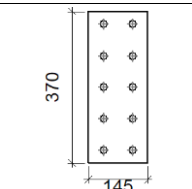
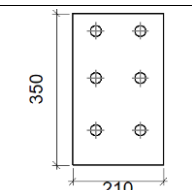
Tipo 55

a) Detalle

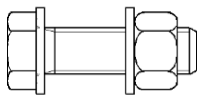
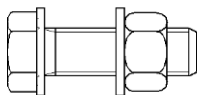


b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 240		240	120	9.8	6.2	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		188	185	14	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa de apoyo de la viga Viga (a) IPE 240		145	370	14	10	18	S275	2803.3	4179.4
Chapa vertical de la viga Viga (a) IPE 240		185	216.2	7	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa de apoyo de la viga Viga (b) IPE 240		210	350	18	6	26	S275	2803.3	4179.4
Chapa vertical de la viga Viga (b) IPE 240		185	216.2	7	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga (a) IPE 240		145	370	14	10	18	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga (b) IPE 240		210	350	18	6	26	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x55-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	55	8.8	6524.0	8154.9
ISO 4017-M24x80-8.8 ISO 4032-M24-8 2 ISO 7089-24-200 HV		M24	80	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	--	--	--	30.58	
	Cortante	kN	0.61	315.71	0.19	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	215.89	261.90	82.43	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	209.68	261.90	80.06	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	237.06	261.90	90.52	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	247.73	261.90	94.59	
Chapa frontal [Viga (a) IPE 240]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00	
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00	
Chapa vertical [Viga (a) IPE 240]	Cortante	kN	157.13	164.06	95.78	
Chapa frontal [Viga (b) IPE 240]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00	
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00	
Chapa vertical [Viga (b) IPE 240]	Cortante	kN	140.39	164.06	85.57	
Ala	Desgarro	N/mm ²	111.07	261.90	42.41	
	Cortante	N/mm ²	133.03	261.90	50.79	
Viga (a) IPE 240	Rigidizadores	Tracción	kN	83.13	220.00	37.79
	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	122.26	134.82	90.68
	Chapa vertical	Tracción	kN	61.13	100.80	60.65
Viga (b) IPE 240	Rigidizadores	Tracción	kN	97.27	220.00	44.21
	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	153.53	222.30	69.06
	Chapa vertical	Tracción	kN	76.76	146.63	52.35

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	6	87	14.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	6	145	14.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	6	87	14.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	6	145	14.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	6	87	14.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	6	210	14.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	6	87	14.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	6	210	14.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	186	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	186	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	186	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	186	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	145.4	251.9	65.27	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	0.3	0.5	0.13	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	112.5	112.5	0.2	224.9	58.29	112.5	34.29	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	141.2	244.6	63.40	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.2	0.4	0.10	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	107.6	107.6	0.1	215.2	55.77	107.6	32.81	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	159.7	276.6	71.67	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	0.2	0.3	0.08	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	119.6	119.6	0.1	239.2	62.00	119.6	36.47	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	166.9	289.0	74.90	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.2	0.3	0.07	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	127.2	127.2	0.1	254.3	65.90	127.2	38.77	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	67.5	116.9	30.30	0.0	0.00	410.0	0.85

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	67.5	116.9	30.30	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	169.0	292.7	75.84	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	74.6	129.3	33.50	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	77.3	133.9	34.70	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	77.3	133.9	34.70	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	151.0	261.5	67.76	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	87.2	151.0	39.14	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga (a) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	122.26	125.29	97.58
Ala	Compresión	kN	192.66	308.00	62.55
	Tracción	kN	81.70	154.00	53.05
Alma	Tracción	kN	40.65	108.16	37.59

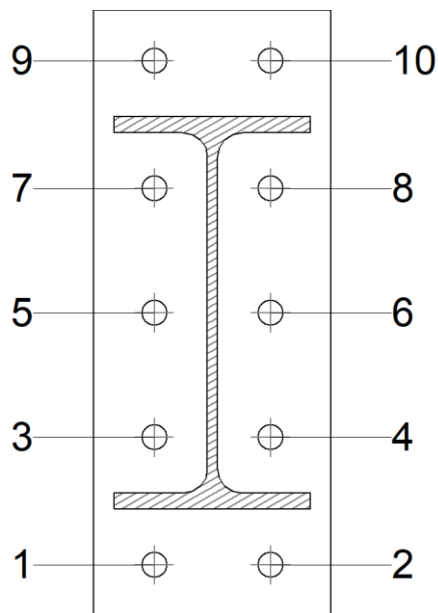
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	

*a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	157.6	157.6	0.3	315.2	81.69	157.6	48.05	410.0	0.85
Soldadura del alma	112.5	112.5	65.9	252.3	65.39	113.4	34.56	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	149.8	149.8	0.2	299.7	77.66	149.8	45.68	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición

Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	31	37	78	71	30.9
2	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	31	37	78	71	30.9
3	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	--	37	76	71	32.0
4	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	--	37	76	71	32.0
5	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	--	37	76	71	32.0
6	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	--	37	76	71	32.0
7	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	--	37	76	71	32.0
8	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	--	37	76	71	32.0
9	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	31	37	78	71	30.9
10	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	31	37	78	71	30.9

--: La comprobación no procede.

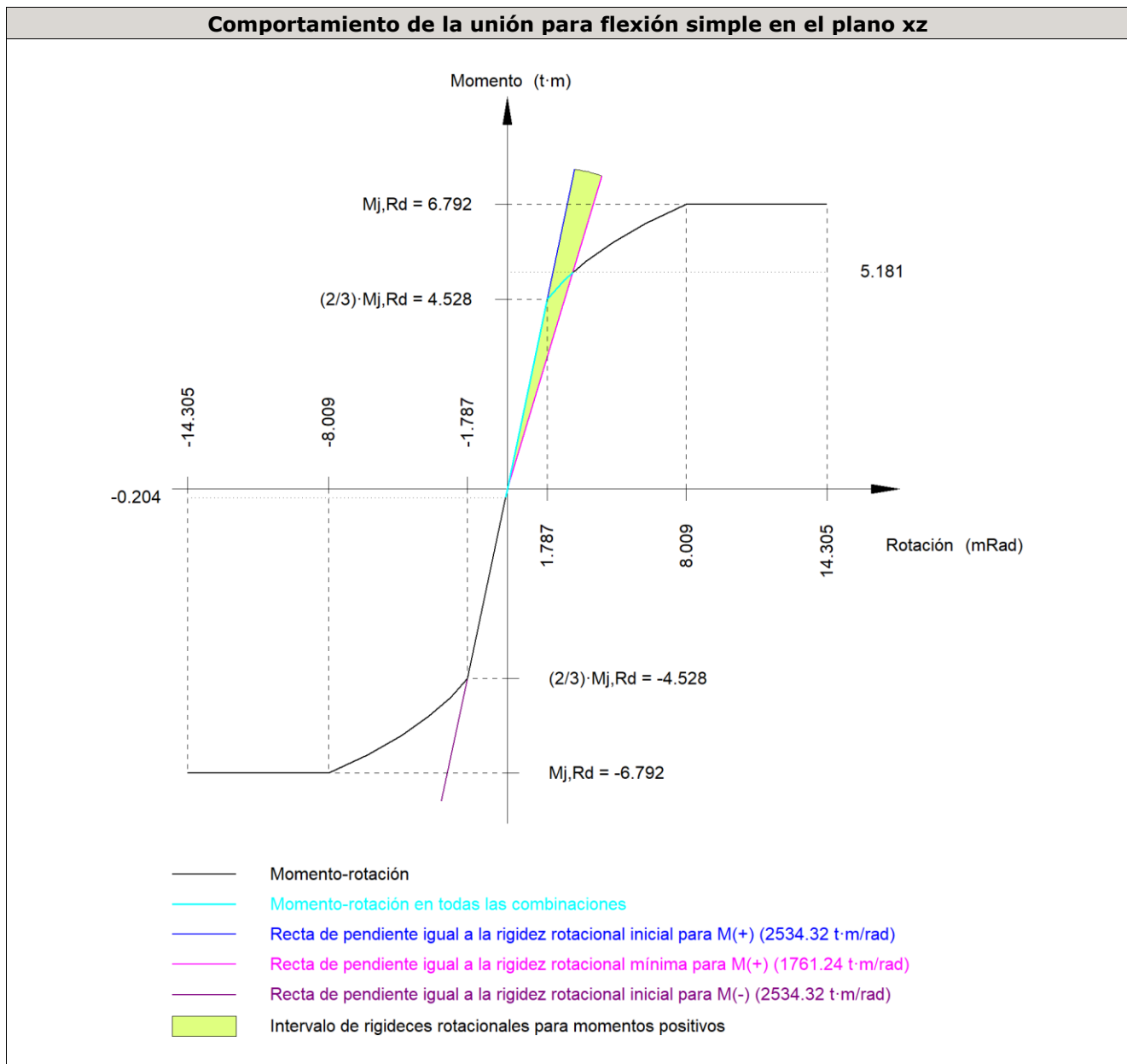
Resistencia

Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante Aprov. (%)	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	34.860	50.240	69.39	Vástago	2.362	90.432	2.61	69.39	69.39
	Aplastamiento	34.860	183.680	18.98	Punzonamiento	2.362	219.639	1.08		
2	Sección transversal	34.860	50.240	69.39	Vástago	0.737	90.432	0.82	69.39	69.39
	Aplastamiento	34.860	183.680	18.98	Punzonamiento	0.737	219.639	0.34		
3	Sección transversal	16.152	50.240	32.15	Vástago	1.842	90.432	2.04	32.15	32.15

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
	Aplastamiento	16.152	183.679	8.79	Punzonamiento	1.842	219.639	0.84		
4	Sección transversal	25.139	50.240	50.04	Vástago	1.446	90.432	1.60	50.04	50.04
	Aplastamiento	25.139	183.680	13.69	Punzonamiento	1.446	219.639	0.66		
5	Sección transversal	1.658	50.240	3.30	Vástago	29.296	90.432	32.40	23.14	32.40
	Aplastamiento	1.658	183.650	0.90	Punzonamiento	29.296	219.639	13.34		
6	Sección transversal	3.034	50.240	6.04	Vástago	26.956	90.432	29.81	21.29	29.81
	Aplastamiento	3.034	183.680	1.65	Punzonamiento	26.956	219.639	12.27		
7	Sección transversal	2.009	50.240	4.00	Vástago	43.183	90.432	47.75	34.11	47.75
	Aplastamiento	2.009	183.646	1.09	Punzonamiento	43.183	219.639	19.66		
8	Sección transversal	3.034	50.240	6.04	Vástago	41.400	90.432	45.78	32.70	45.78
	Aplastamiento	3.034	183.680	1.65	Punzonamiento	41.400	219.639	18.85		
9	Sección transversal	3.023	50.240	6.02	Vástago	88.243	90.432	97.58	69.70	97.58
	Aplastamiento	3.023	105.116	2.88	Punzonamiento	88.243	219.639	40.18		
10	Sección transversal	3.034	50.240	6.04	Vástago	85.805	90.432	94.88	67.77	94.88
	Aplastamiento	3.034	105.129	2.89	Punzonamiento	85.805	219.639	39.07		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	424.81	2534.32
Calculada para momentos negativos	424.81	2534.32

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.76	1.80	97.84
Momento resistente	kNm	50.83	66.63	76.29
Capacidad de rotación	mRad	205.635	667	30.85

3) Viga (b) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	153.53	199.97	76.77
Ala	Compresión	kN	189.70	308.00	61.59
	Tracción	kN	96.42	154.00	62.61
Alma	Tracción	kN	34.42	169.94	20.25

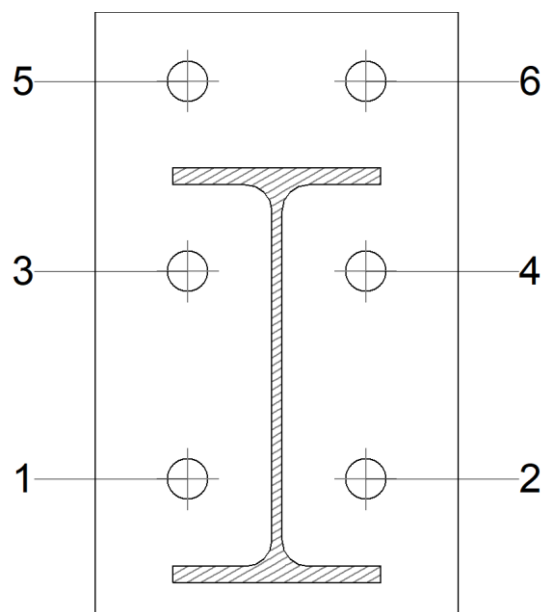
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	180.9	180.9	0.1	361.9	93.78	180.9	55.16	410.0	0.85
Soldadura del alma	128.2	128.2	75.6	288.0	74.62	128.2	39.10	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	170.3	170.3	0.2	340.6	88.26	170.3	51.91	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M24x80-8.8	26.0	--	54	120	103	48.0
2	ISO 4017-M24x80-8.8	26.0	--	54	120	103	48.0
3	ISO 4017-M24x80-8.8	26.0	--	54	110	103	48.0
4	ISO 4017-M24x80-8.8	26.0	--	54	110	103	48.0

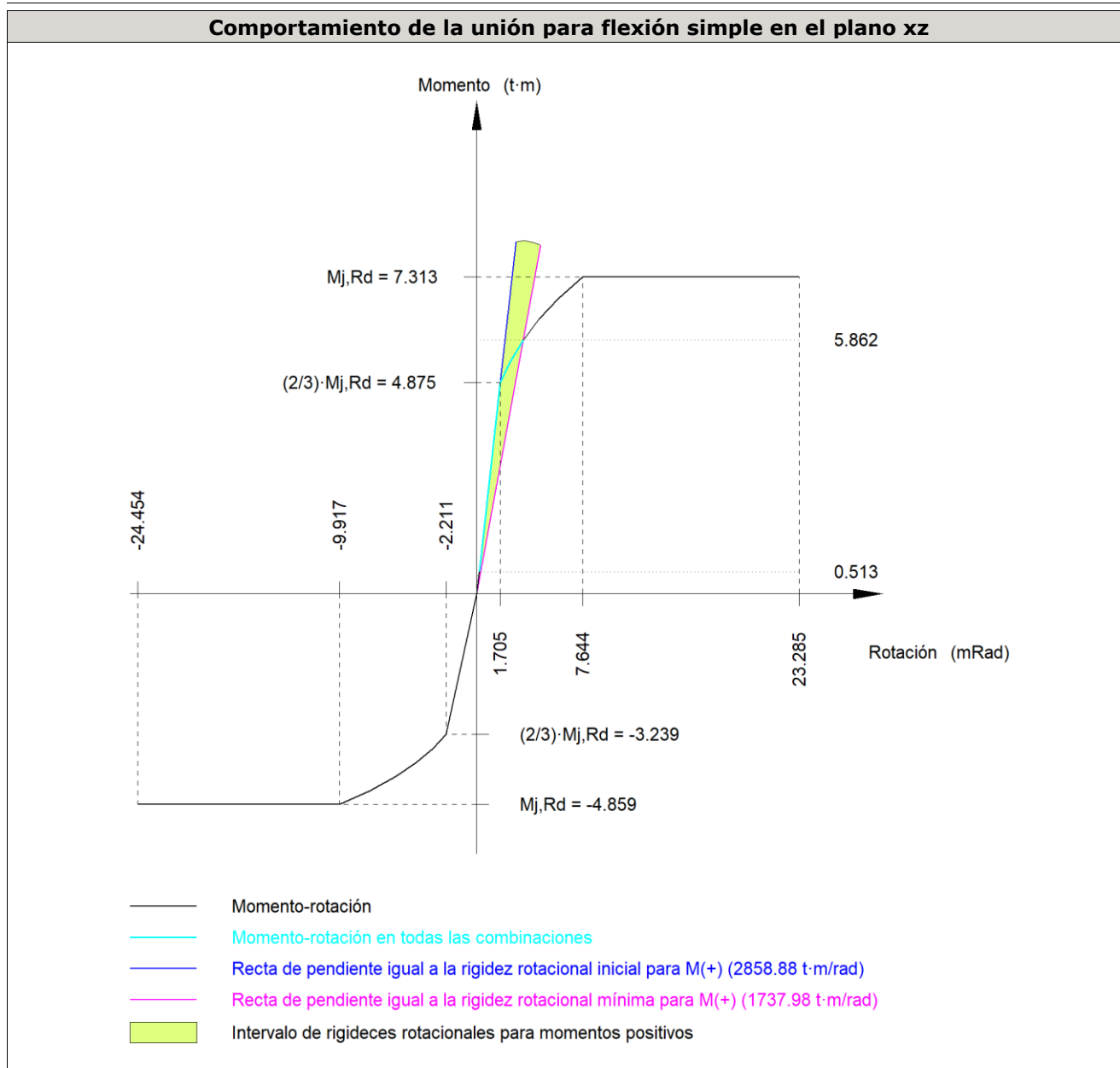
Disposición							
Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
5	ISO 4017-M24x80-8.8	26.0	40	54	110	103	39.9
6	ISO 4017-M24x80-8.8	26.0	40	54	110	103	39.9

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	81.495	112.960	72.15	Vástago	1.968	203.328	0.97	72.15	72.15
	Aplastamiento	81.495	354.240	23.01	Punzonamiento	1.968	420.390	0.47		
2	Sección transversal	53.645	112.960	47.49	Vástago	4.332	203.328	2.13	47.49	47.49
	Aplastamiento	53.645	354.240	15.14	Punzonamiento	4.332	420.390	1.03		
3	Sección transversal	11.915	112.960	10.55	Vástago	44.600	203.328	21.94	24.50	24.50
	Aplastamiento	11.915	354.240	3.36	Punzonamiento	44.600	420.390	10.61		
4	Sección transversal	11.917	112.960	10.55	Vástago	47.156	203.328	23.19	24.52	24.52
	Aplastamiento	11.917	354.240	3.36	Punzonamiento	47.156	420.390	11.22		
5	Sección transversal	11.915	112.960	10.55	Vástago	123.957	203.328	60.96	47.36	60.96
	Aplastamiento	11.915	181.207	6.58	Punzonamiento	123.957	420.390	29.49		
6	Sección transversal	11.917	112.960	10.55	Vástago	127.483	203.328	62.70	47.39	62.70
	Aplastamiento	11.917	181.207	6.58	Punzonamiento	127.483	420.390	30.32		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	485.13	2858.88
Calculada para momentos negativos	485.13	1464.39

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.26	1.80	69.87
Momento resistente	kNm	57.51	71.74	80.16
Capacidad de rotación	mRad	144.856	667	21.73

d) Medición

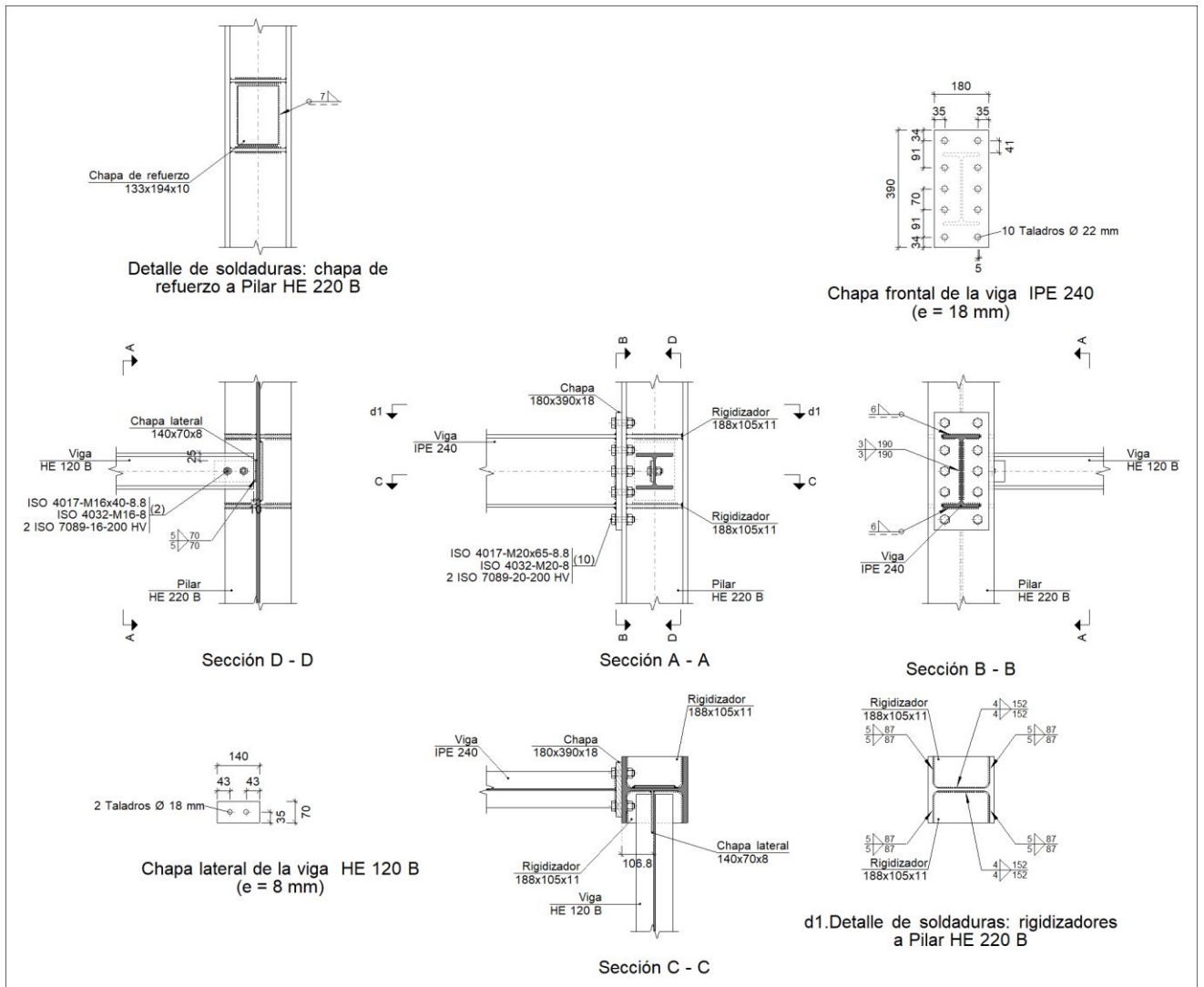
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	3491
			4	1216
			5	894
			6	2816

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	188x185x14	15.29
	Chapas	2	185x216x7	4.40
		2	145x370x14	11.79
		2	210x350x18	20.77
	Total			

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	10	ISO 4017-M16x55
		6	ISO 4017-M24x80
Tuercas	Clase 8	10	ISO 4032-M16
		6	ISO 4032-M24
Arandelas	Dureza 200 HV	20	ISO 7089-16
		12	ISO 7089-24

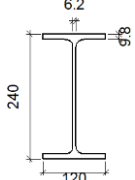
Tipo 56

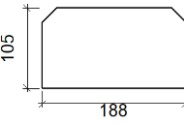
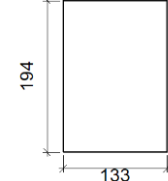
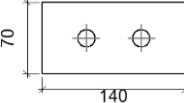
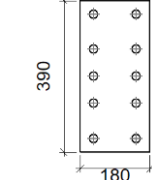
a) Detalle

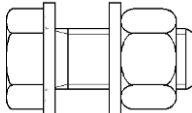


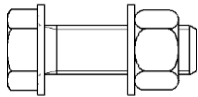
b) Descripción de los componentes de la unión

		Perfiles							
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 120 B		120	120	11	6.5	S275	2803.3	4179.4

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 240		240	120	9.8	6.2	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		188	105	11	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa de refuerzo		133	194	10	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa lateral: Viga HE 120 B		140	70	8	2	18	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga IPE 240		180	390	18	10	22	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x40-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	40	8.8	6524.0	8154.9

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M20x65-8.8 ISO 4032-M20-8 2 ISO 7089-20-200 HV		M20	65	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	--	--	--	30.58	
	Cortante	kN	348.88	623.67	55.94	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	194.77	261.90	74.37	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	127.09	261.90	48.53	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	181.25	261.90	69.20	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	133.95	261.90	51.15	
Ala	Desgarro	N/mm ²	78.11	261.90	29.82	
	Cortante	N/mm ²	64.70	261.90	24.70	
Viga IPE 240	Ala	Tracción por flexión	kN	172.20	255.40	67.42
		Tracción	kN	70.82	316.18	22.40
Viga HE 120 B	Alma	Tracción	kN	83.84	169.63	49.42
	Alma	Punzonamiento	kN	12.06	291.66	4.13
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	12.06	124.85	9.66

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	En ángulo	7	654	9.5	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	151.5	151.5	1.3	303.0	78.52	151.5	46.19	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	93.9	162.6	42.15	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	98.8	98.8	0.8	197.7	51.23	98.9	30.14	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	81.9	141.8	36.74	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	141.0	141.0	0.8	282.0	73.07	141.0	42.98	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	87.3	151.1	39.17	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	104.2	104.2	0.8	208.4	54.00	104.2	31.77	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	86.4	149.6	38.77	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Viga IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	172.20	194.76	88.42
Ala	Compresión	kN	235.57	308.00	76.48
	Tracción	kN	116.14	154.00	75.42
Alma	Tracción	kN	43.75	113.02	38.71

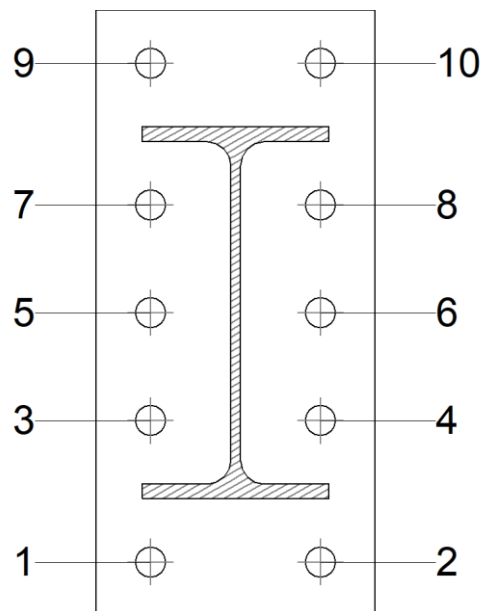
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	6	120	9.8	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	6	120	9.8	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	174.8	174.8	0.2	349.5	90.58	174.8	53.28	410.0	0.85
Soldadura del alma	129.8	129.8	70.8	287.1	74.39	129.8	39.57	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	163.9	163.9	0.1	327.8	84.95	163.9	49.97	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M20x65-8.8	22.0	34	35	91	110	34.4
2	ISO 4017-M20x65-8.8	22.0	34	35	91	110	34.4
3	ISO 4017-M20x65-8.8	22.0	--	35	70	110	35.3
4	ISO 4017-M20x65-8.8	22.0	--	35	70	110	35.3
5	ISO 4017-M20x65-8.8	22.0	--	35	70	110	35.3
6	ISO 4017-M20x65-8.8	22.0	--	35	70	110	35.3
7	ISO 4017-M20x65-8.8	22.0	--	35	70	110	35.3
8	ISO 4017-M20x65-8.8	22.0	--	35	70	110	35.3
9	ISO 4017-M20x65-8.8	22.0	34	35	91	110	34.4
10	ISO 4017-M20x65-8.8	22.0	34	35	91	110	34.4

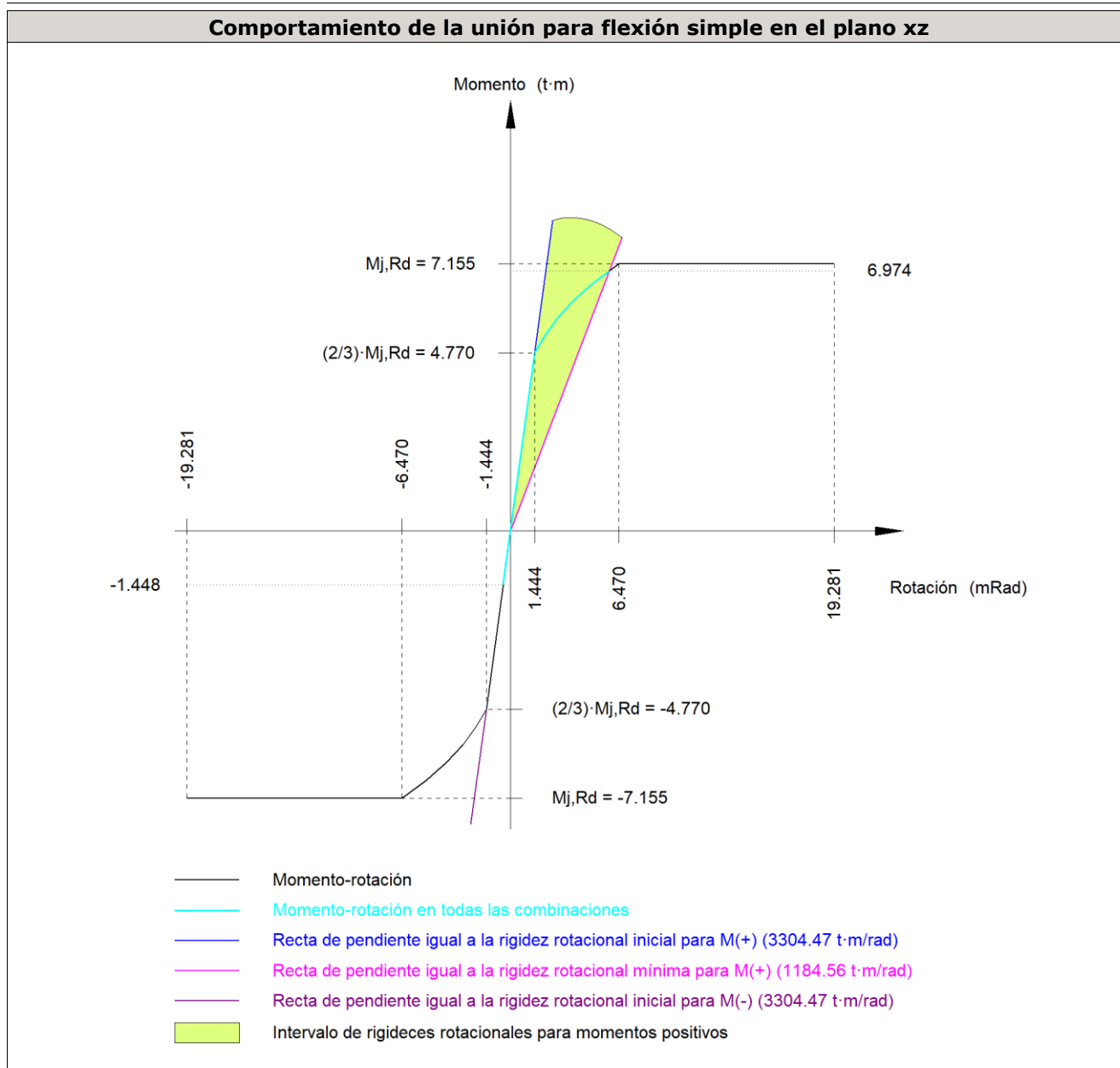
--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	22.191	78.400	28.30	Vástago	20.273	141.120	14.37	28.30	28.30
	Aplastamiento	22.191	262.398	8.46	Punzonamiento	20.273	311.358	6.51		
2	Sección transversal	22.191	78.400	28.30	Vástago	18.918	141.120	13.41	28.30	28.30
	Aplastamiento	22.191	262.400	8.46	Punzonamiento	18.918	311.358	6.08		

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
3	Sección transversal	22.191	78.400	28.30	Vástago	8.843	141.120	6.27	28.30	28.30
	Aplastamiento	22.191	211.112	10.51	Punzonamiento	8.843	311.358	2.84		
4	Sección transversal	22.191	78.400	28.30	Vástago	7.799	141.120	5.53	28.30	28.30
	Aplastamiento	22.191	211.113	10.51	Punzonamiento	7.799	311.358	2.50		
5	Sección transversal	7.235	78.400	9.23	Vástago	47.005	141.120	33.31	23.79	33.31
	Aplastamiento	7.235	211.111	3.43	Punzonamiento	47.005	311.358	15.10		
6	Sección transversal	8.830	78.400	11.26	Vástago	42.867	141.120	30.38	21.70	30.38
	Aplastamiento	8.830	211.113	4.18	Punzonamiento	42.867	311.358	13.77		
7	Sección transversal	5.325	78.400	6.79	Vástago	57.959	141.120	41.07	29.34	41.07
	Aplastamiento	5.325	262.385	2.03	Punzonamiento	57.959	311.358	18.61		
8	Sección transversal	6.084	78.400	7.76	Vástago	55.424	141.120	39.27	28.05	39.27
	Aplastamiento	6.084	262.400	2.32	Punzonamiento	55.424	311.358	17.80		
9	Sección transversal	5.325	78.400	6.79	Vástago	124.773	141.120	88.42	63.15	88.42
	Aplastamiento	5.325	136.766	3.89	Punzonamiento	124.773	311.358	40.07		
10	Sección transversal	6.050	78.400	7.72	Vástago	121.483	141.120	86.09	61.49	86.09
	Aplastamiento	6.050	136.768	4.42	Punzonamiento	121.483	311.358	39.02		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	762.42	3304.47
Calculada para momentos negativos	762.42	3304.47

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.49	1.80	82.92
Momento resistente	kNm	68.42	70.19	97.48
Capacidad de rotación	mRad	305.368	667	45.81

3) Viga HE 120 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.66
	Tensiones combinadas	--	--	--	11.88
	Pandeo local	N/mm ²	27.22	230.97	11.78
	Aplastamiento	kN	6.23	77.87	8.01
	Desgarro	kN	12.09	62.90	19.22

Alma	Aplastamiento	kN	6.23	53.21	11.72
	Desgarro	kN	12.09	141.03	8.57

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

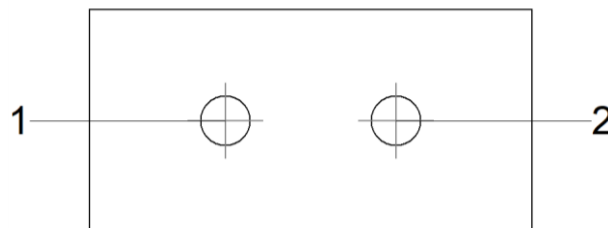
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	En ángulo	5	70	8.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	12.2	12.2	1.3	24.5	6.34	12.2	3.71	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición

Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x40-8.8	18.0	35	33	--	54	35.0
2	ISO 4017-M16x40-8.8	18.0	35	43	--	54	35.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia

Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	6.234	50.240	12.41	Vástago	0.000	90.432	0.00	12.41	12.41
	Aplastamiento	6.234	77.869	8.01	Punzonamiento	0.000	101.975	0.00		

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
2	Sección transversal	6.069	50.240	12.08	Vástago	0.000	90.432	0.00	12.08	12.08
	Aplastamiento	6.069	83.295	7.29	Punzonamiento	0.000	101.975	0.00		

d) Medición

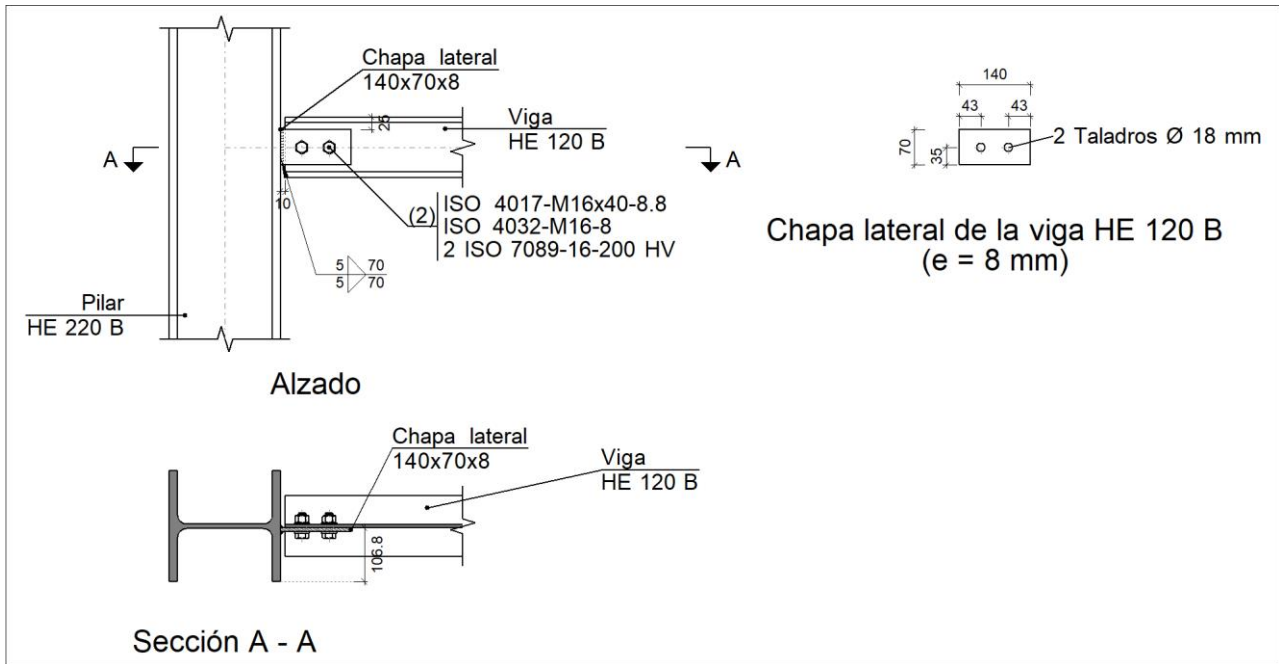
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	381
			4	1216
			5	1532
			6	447
			7	654

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	188x105x11	6.82
	Chapas	1	140x70x8	0.62
		1	133x194x10	2.03
		1	180x390x18	9.92
	Total			

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	2	ISO 4017-M16x40
		10	ISO 4017-M20x65
Tuercas	Clase 8	2	ISO 4032-M16
		10	ISO 4032-M20
Arandelas	Dureza 200 HV	4	ISO 7089-16
		20	ISO 7089-20

Tipo 57

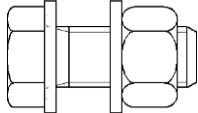
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 120 B		120	120	11	6.5	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Esquema	Geometría			Taladros		Acero		
		Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa lateral: Viga HE 120 B		140	70	8	2	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x40-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	40	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

2) Viga HE 120 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.66
	Tensiones combinadas	--	--	--	21.26
	Pandeo local	N/mm ²	53.08	230.97	22.98
	Aplastamiento	kN	13.02	78.52	16.58
	Desgarro	kN	25.88	62.90	41.14
Alma	Aplastamiento	kN	13.02	52.36	24.87
	Desgarro	kN	25.88	141.03	18.35

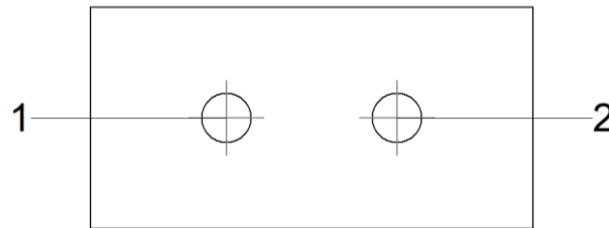
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	En ángulo	5	70	8.0	90.00	

*a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	26.1	26.1	0.7	52.3	13.55	26.1	7.97	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x40-8.8	18.0	35	33	--	54	35.0
2	ISO 4017-M16x40-8.8	18.0	35	43	--	54	35.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	13.020	50.240	25.92	Vástago	0.000	90.432	0.00	25.92	25.92
	Aplastamiento	13.020	78.522	16.58	Punzonamiento	0.000	101.975	0.00		
2	Sección transversal	12.943	50.240	25.76	Vástago	0.000	90.432	0.00	25.76	25.76
	Aplastamiento	12.233	78.676	15.55	Punzonamiento	0.000	101.975	0.00		

d) Medición

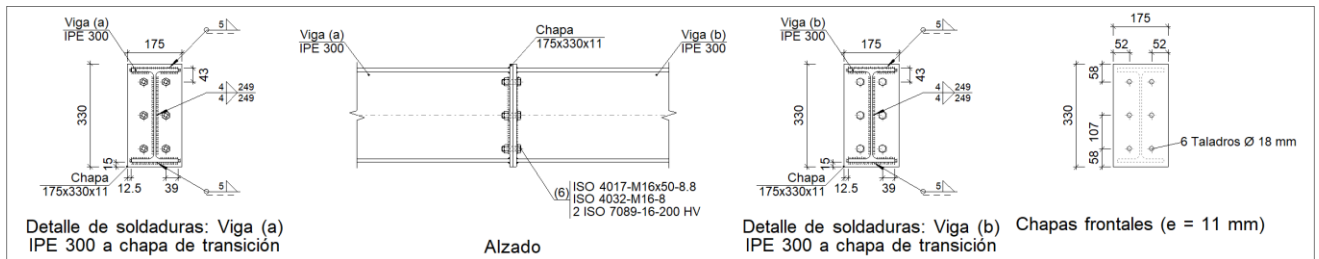
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	5	140

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	1	140x70x8	0.62
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	2	ISO 4017-M16x40
Tuercas	Clase 8	2	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	4	ISO 7089-16

Tipo 58

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal		175	330	11	6	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x50-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	50	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Viga (a) IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	40.54	153.59	26.39
Ala	Aplastamiento	kN	50.99	420.36	12.13
	Tracción	kN	10.52	210.18	5.00
Alma	Tracción	kN	19.50	138.38	14.10

Cordones de soldadura

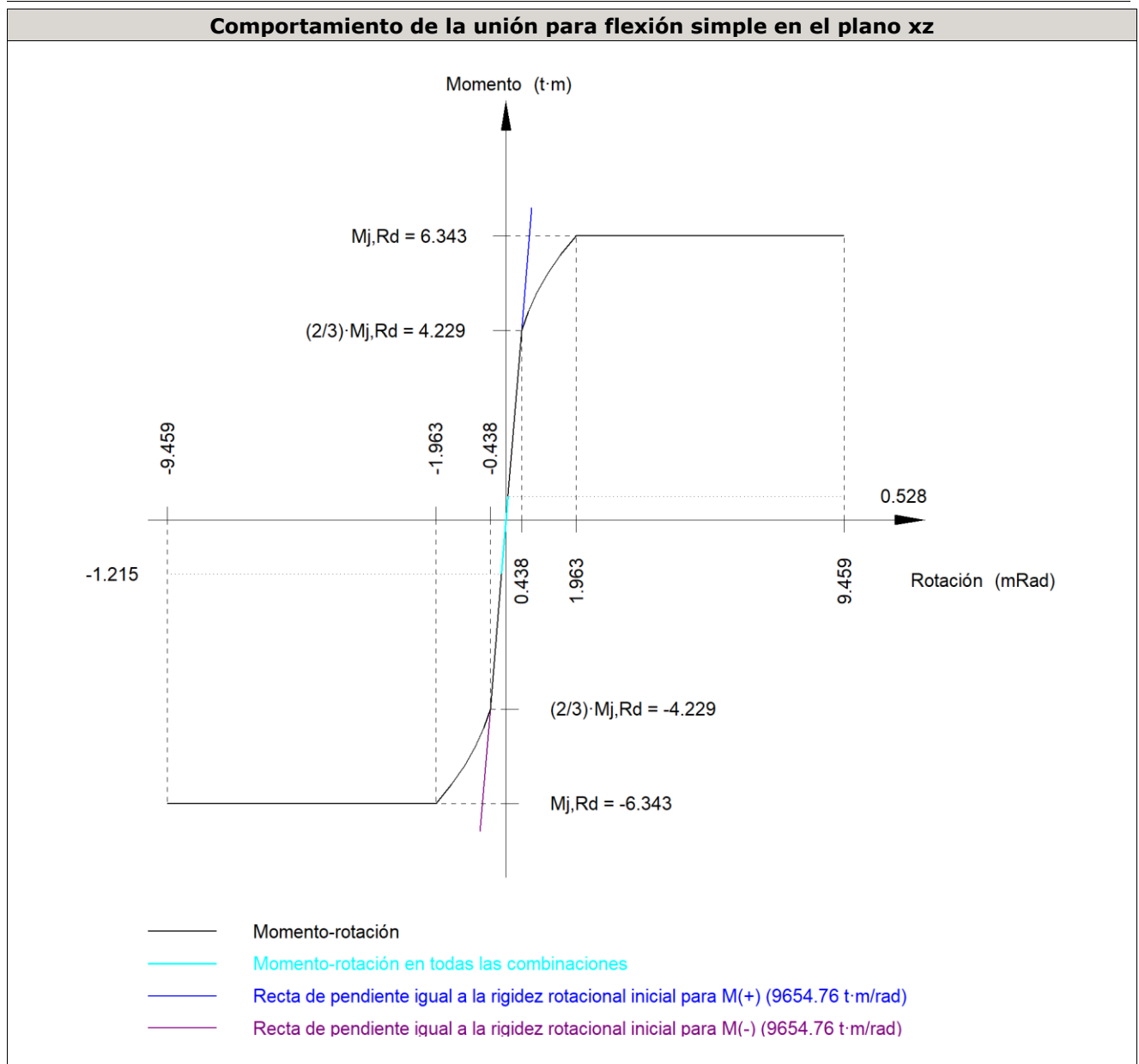
Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	249	7.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	28.6	28.6	0.1	57.1	14.80	28.6	8.70	410.0	0.85
Soldadura del alma	5.3	5.3	45.5	79.6	20.63	30.4	9.28	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	30.5	30.5	0.1	60.9	15.79	30.5	9.29	410.0	0.85

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	3691.08	9654.76
Calculada para momentos negativos	3691.08	9654.76

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.10	1.80	61.16
Momento resistente	kNm	11.92	62.22	19.15
Capacidad de rotación	mRad	13.243	667	1.99

2) Viga (b) IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	40.54	153.59	26.39
Ala	Compresión	kN	50.99	420.36	12.13
	Tracción	kN	10.52	210.18	5.00
Alma	Tracción	kN	19.50	138.38	14.10

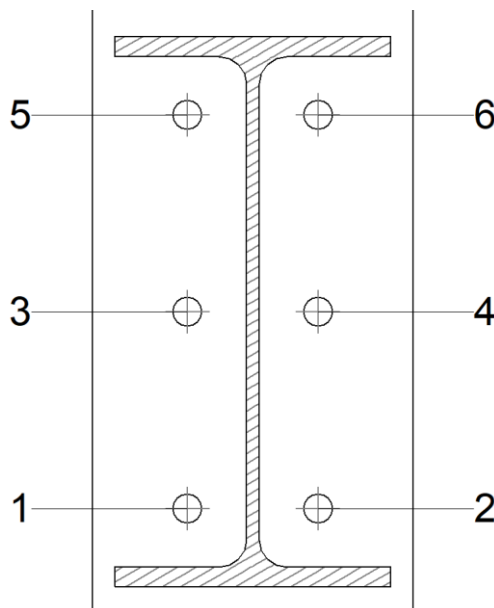
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	4	249	7.1	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	28.6	28.6	0.1	57.1	14.80	28.6	8.70	410.0	0.85
Soldadura del alma	5.3	5.3	45.5	79.6	20.63	30.4	9.28	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	30.5	30.5	0.1	60.9	15.79	30.5	9.29	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición								
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)	
1	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0	
2	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0	
3	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0	
4	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0	
5	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0	

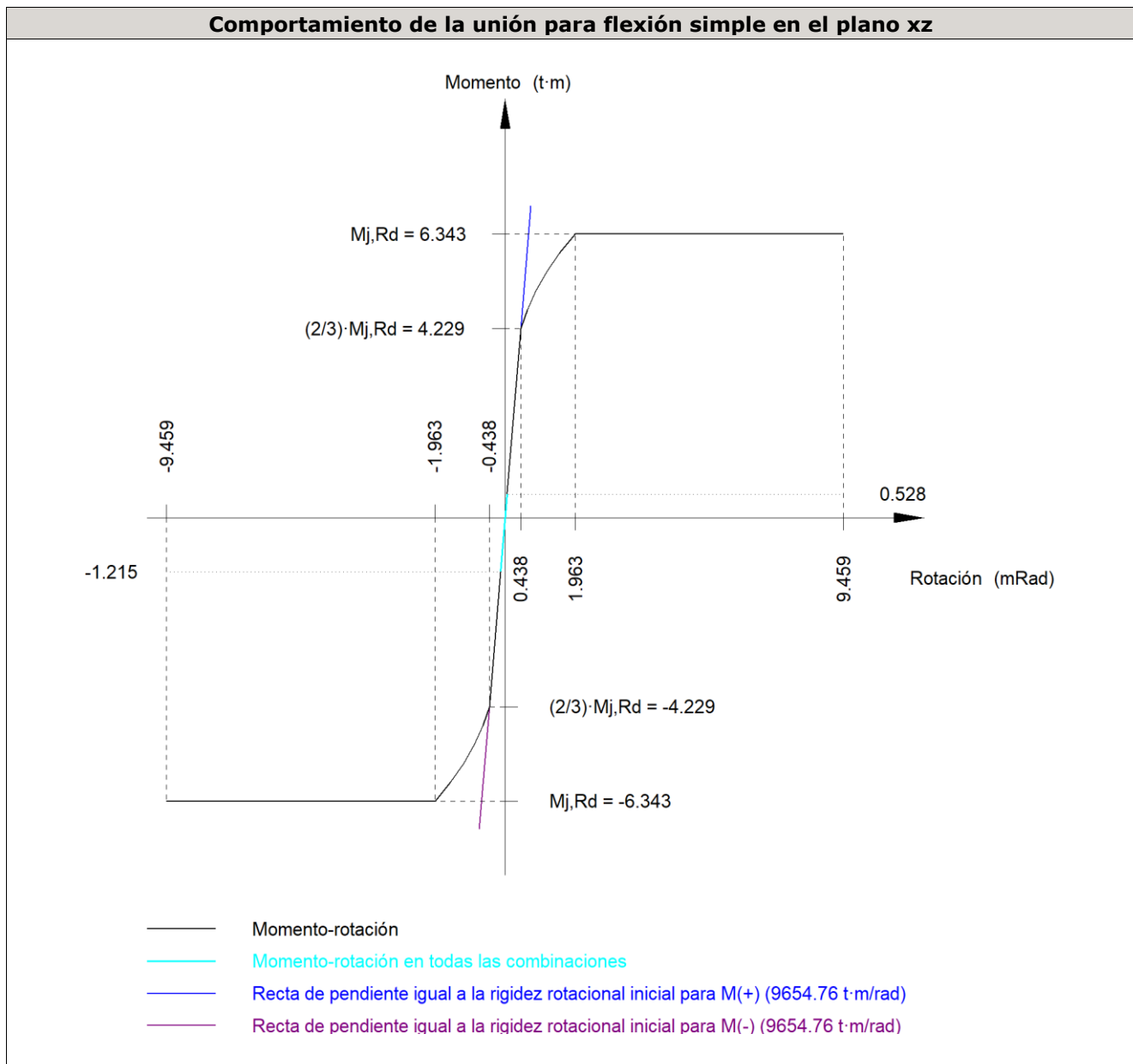
Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
6	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia											
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante		Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	49.460	50.240	98.45	Vástago	22.724	90.432	25.13	98.45	98.45	
	Aplastamiento	60.103	144.320	41.65	Punzonamiento	22.724	172.573	13.17			
2	Sección transversal	13.146	50.240	26.17	Vástago	23.869	90.432	26.39	36.82	36.82	
	Aplastamiento	13.146	144.320	9.11	Punzonamiento	23.869	172.573	13.83			
3	Sección transversal	45.290	50.240	90.15	Vástago	14.430	90.432	15.96	90.15	90.15	
	Aplastamiento	45.290	144.320	31.38	Punzonamiento	14.430	172.573	8.36			
4	Sección transversal	13.146	50.240	26.17	Vástago	15.810	90.432	17.48	33.02	33.02	
	Aplastamiento	13.146	144.320	9.11	Punzonamiento	15.810	172.573	9.16			
5	Sección transversal	45.290	50.240	90.15	Vástago	8.796	90.432	9.73	90.15	90.15	
	Aplastamiento	77.241	144.320	53.52	Punzonamiento	8.796	172.573	5.10			
6	Sección transversal	22.405	50.240	44.60	Vástago	7.249	90.432	8.02	44.60	44.60	
	Aplastamiento	22.405	144.320	15.52	Punzonamiento	7.249	172.573	4.20			

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	3691.08	9654.76
Calculada para momentos negativos	3691.08	9654.76

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.10	1.80	61.16
Momento resistente	kNm	11.92	62.22	19.15
Capacidad de rotación	mRad	13.243	667	1.99

d) Medición

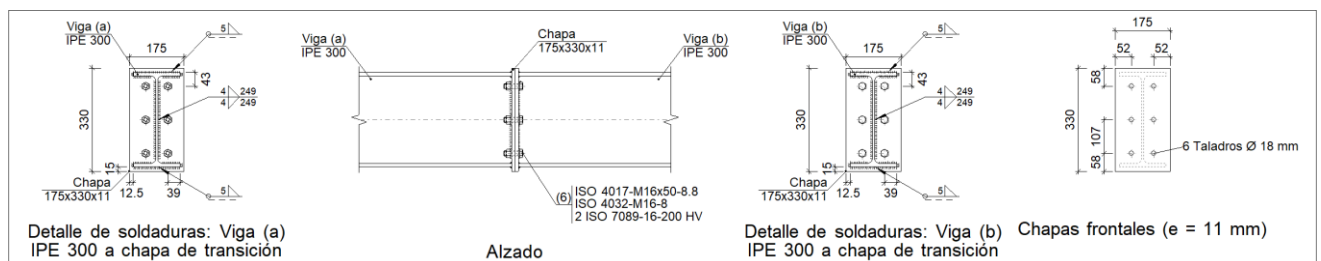
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	994
			5	1137

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	2	175x330x11	9.97
	Total			9.97

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4017-M16x50
Tuercas	Clase 8	6	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	12	ISO 7089-16

Tipo 59

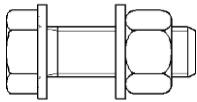
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Esquema	Geometría			Taladros		Acero		
		Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal		175	330	11	6	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x50-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	50	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Viga (a) IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	18.67	153.59	12.16
Ala	Aplastamiento	kN	17.64	225.63	7.82
	Tracción	kN	4.84	210.18	2.30
Alma	Tracción	kN	14.68	180.26	8.15

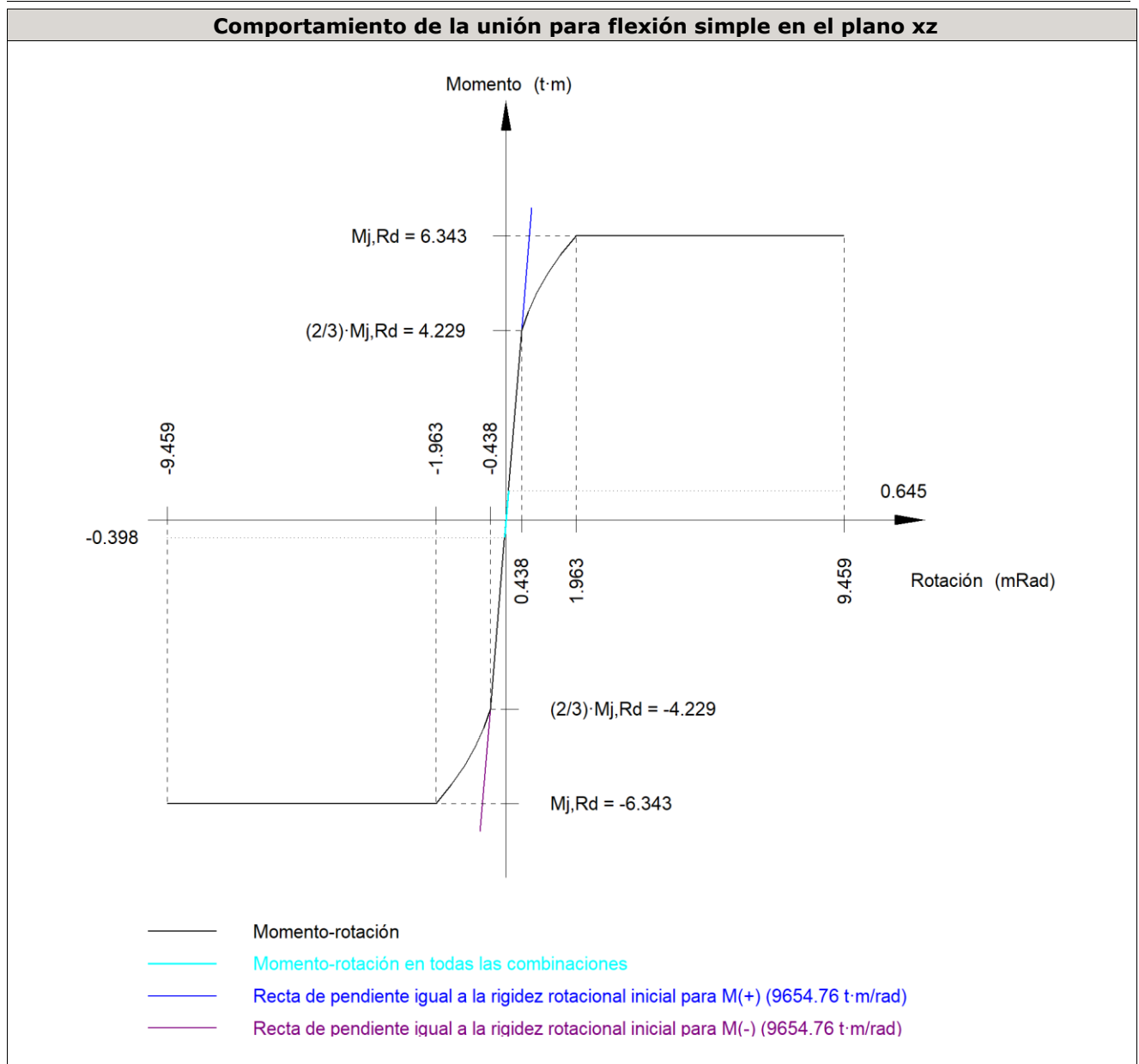
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	249	7.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	18.3	18.3	0.5	36.6	9.50	18.3	5.58	410.0	0.85
Soldadura del alma	8.6	8.6	34.0	61.3	15.88	14.0	4.27	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	18.9	18.9	0.3	37.9	9.81	18.9	5.77	410.0	0.85

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	3691.08	9654.76
Calculada para momentos negativos	3691.08	9654.76



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.10	1.80	61.16
Momento resistente	kNm	6.33	62.22	10.17
Capacidad de rotación	mRad	7.064	667	1.06

2) Viga (b) IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	18.67	153.59	12.16
Ala	Compresión	kN	17.64	225.63	7.82
	Tracción	kN	4.84	210.18	2.30
Alma	Tracción	kN	14.68	180.26	8.15

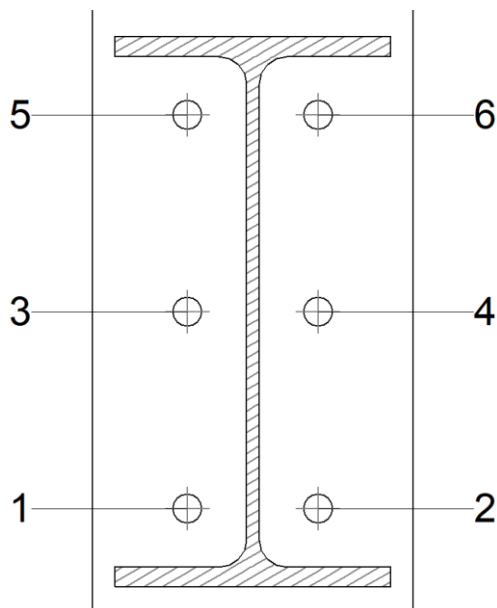
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	4	249	7.1	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	18.3	18.3	0.5	36.6	9.50	18.3	5.58	410.0	0.85
Soldadura del alma	8.6	8.6	34.0	61.3	15.88	14.0	4.27	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	18.9	18.9	0.3	37.9	9.81	18.9	5.77	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0
2	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0
3	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0
4	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0
5	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0

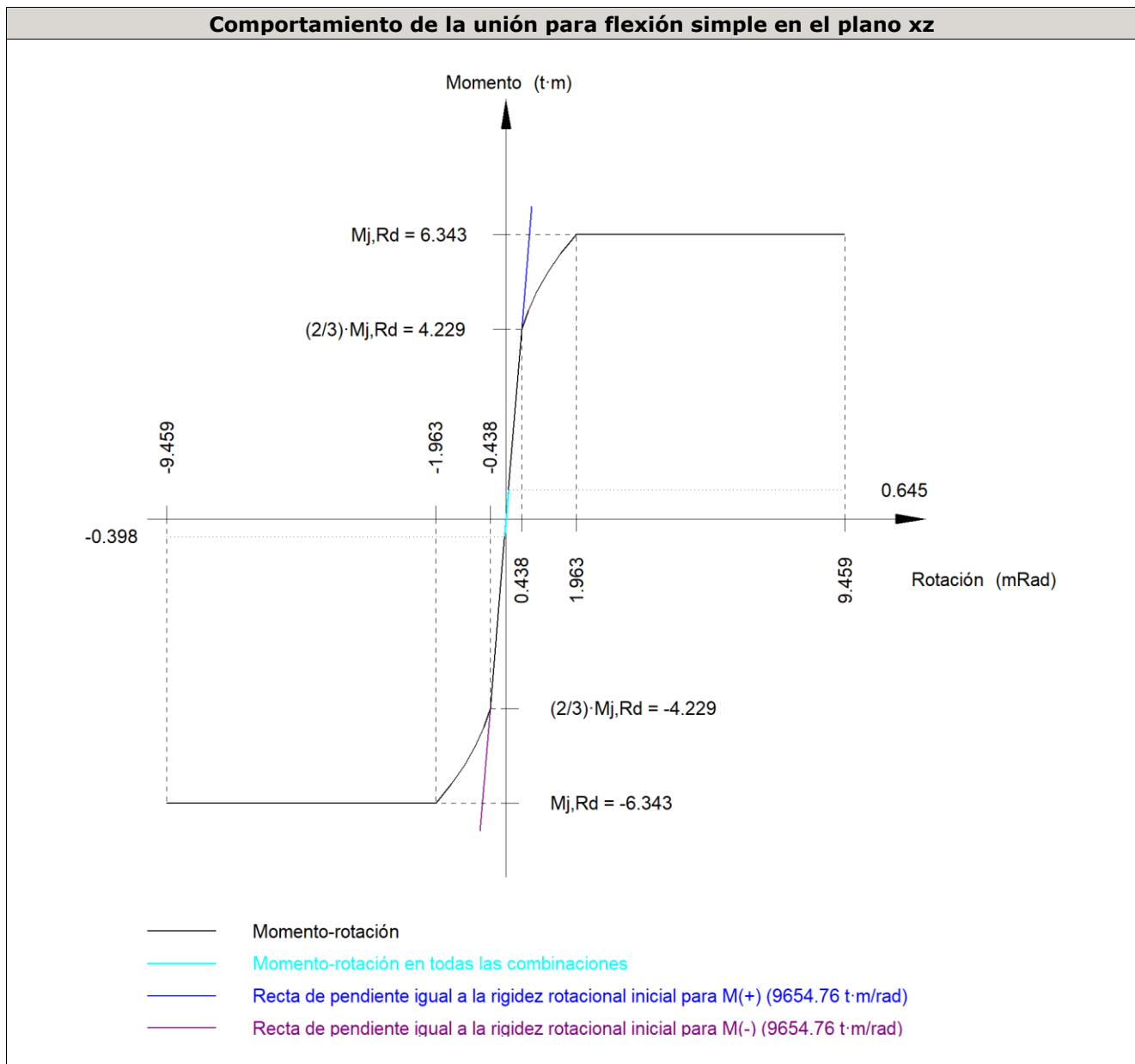
Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
6	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	46.681	50.240	92.92	Vástago	8.846	90.432	9.78	92.92	92.92
	Aplastamiento	67.488	144.320	46.76	Punzonamiento	8.846	172.573	5.13		
2	Sección transversal	41.463	50.240	82.53	Vástago	8.782	90.432	9.71	82.53	82.53
	Aplastamiento	64.402	144.320	44.62	Punzonamiento	8.782	172.573	5.09		
3	Sección transversal	30.946	50.240	61.60	Vástago	10.416	90.432	11.52	61.60	61.60
	Aplastamiento	30.946	144.320	21.44	Punzonamiento	10.416	172.573	6.04		
4	Sección transversal	11.255	50.240	22.40	Vástago	8.050	90.432	8.90	25.87	25.87
	Aplastamiento	11.255	144.320	7.80	Punzonamiento	8.050	172.573	4.66		
5	Sección transversal	48.354	50.240	96.25	Vástago	10.993	90.432	12.16	96.25	96.25
	Aplastamiento	61.989	144.319	42.95	Punzonamiento	10.993	172.573	6.37		
6	Sección transversal	11.255	50.240	22.40	Vástago	9.253	90.432	10.23	27.72	27.72
	Aplastamiento	11.255	144.320	7.80	Punzonamiento	9.253	172.573	5.36		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	3691.08	9654.76
Calculada para momentos negativos	3691.08	9654.76

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.10	1.80	61.16
Momento resistente	kNm	6.33	62.22	10.17
Capacidad de rotación	mRad	7.064	667	1.06

d) Medición

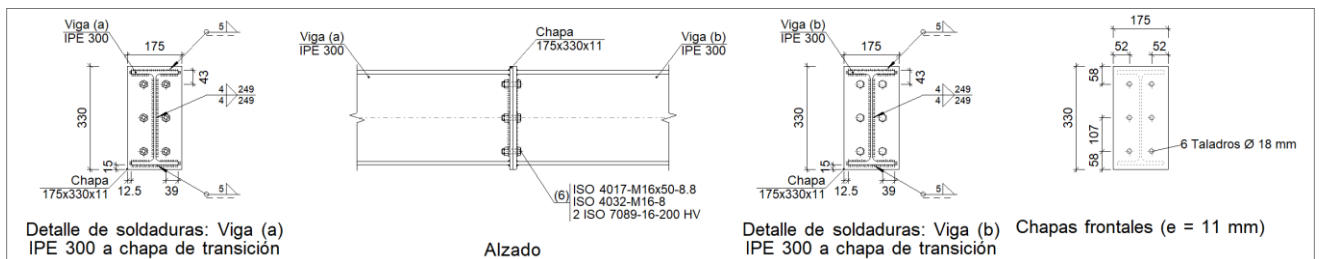
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	994
			5	1137

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	2	175x330x11	9.97
	Total			9.97

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4017-M16x50
Tuercas	Clase 8	6	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	12	ISO 7089-16

Tipo 60

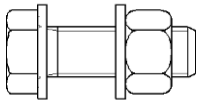
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Esquema	Geometría			Taladros		Acero		
		Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal		175	330	11	6	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x50-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	50	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Viga (a) IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	60.75	153.59	39.56
Ala	Aplastamiento	kN	87.76	420.36	20.88
	Tracción	kN	15.75	210.18	7.50
Alma	Tracción	kN	29.23	138.38	21.12

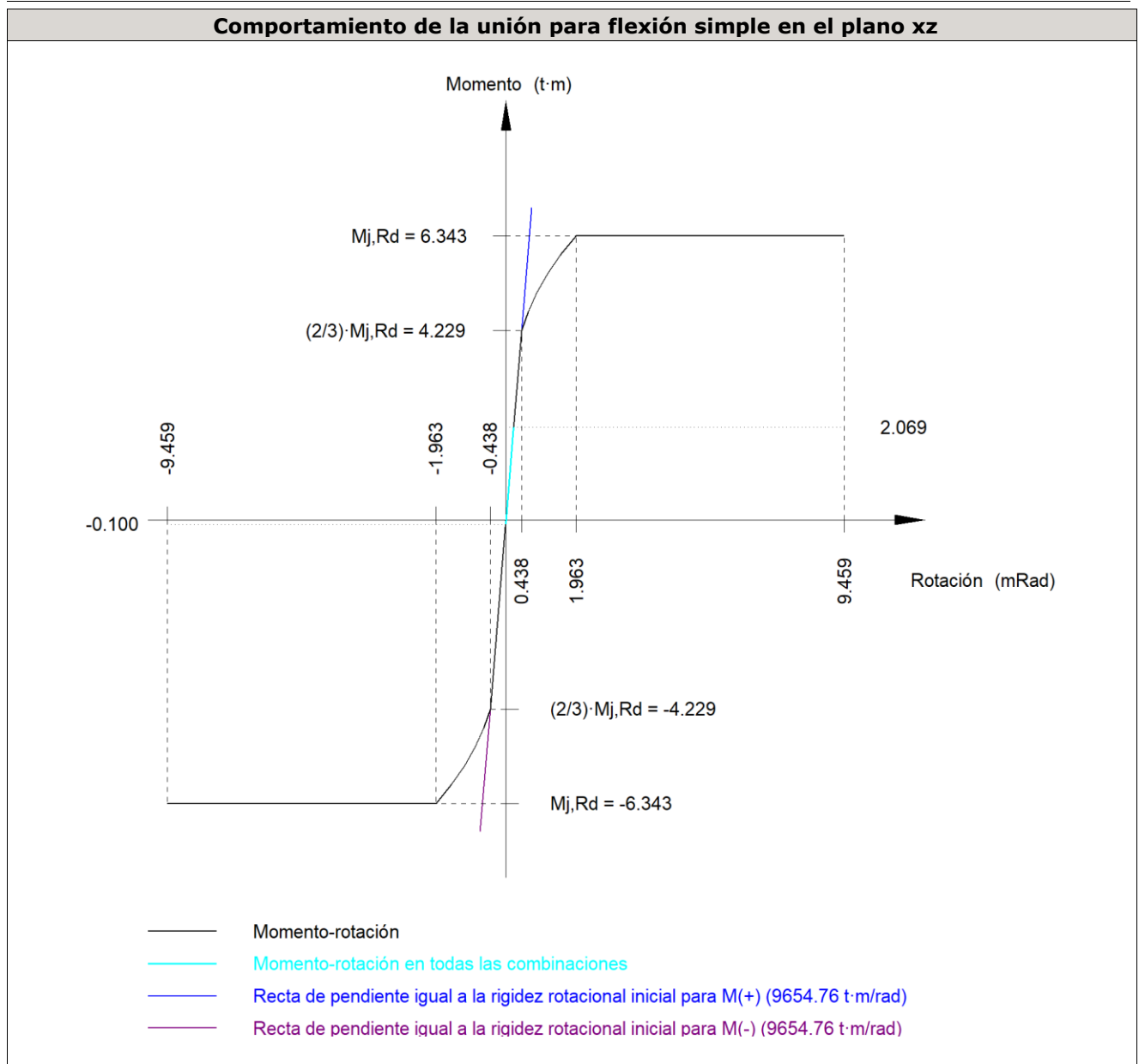
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	249	7.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	45.7	45.7	0.3	91.3	23.67	45.7	13.92	410.0	0.85
Soldadura del alma	45.6	45.6	41.9	116.5	30.20	45.6	13.90	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	42.3	42.3	0.4	84.5	21.91	42.3	12.88	410.0	0.85

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	3691.08	9654.76
Calculada para momentos negativos	3691.08	9654.76



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.10	1.80	61.16
Momento resistente	kNm	20.29	62.22	32.62
Capacidad de rotación	mRad	22.651	667	3.40

2) Viga (b) IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	60.75	153.59	39.56
Ala	Compresión	kN	87.76	420.36	20.88
	Tracción	kN	15.75	210.18	7.50
Alma	Tracción	kN	29.23	138.38	21.12

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

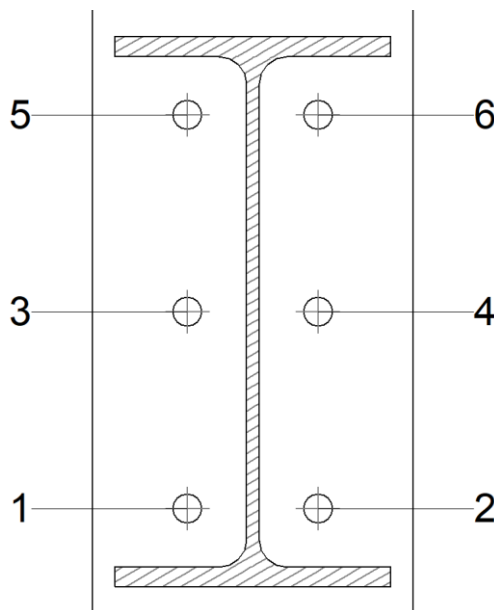
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	4	249	7.1	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	45.7	45.7	0.3	91.3	23.67	45.7	13.92	410.0	0.85
Soldadura del alma	45.6	45.6	41.9	116.5	30.20	45.6	13.90	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	42.3	42.3	0.4	84.5	21.91	42.3	12.88	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición

Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0
2	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0
3	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0
4	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0
5	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0

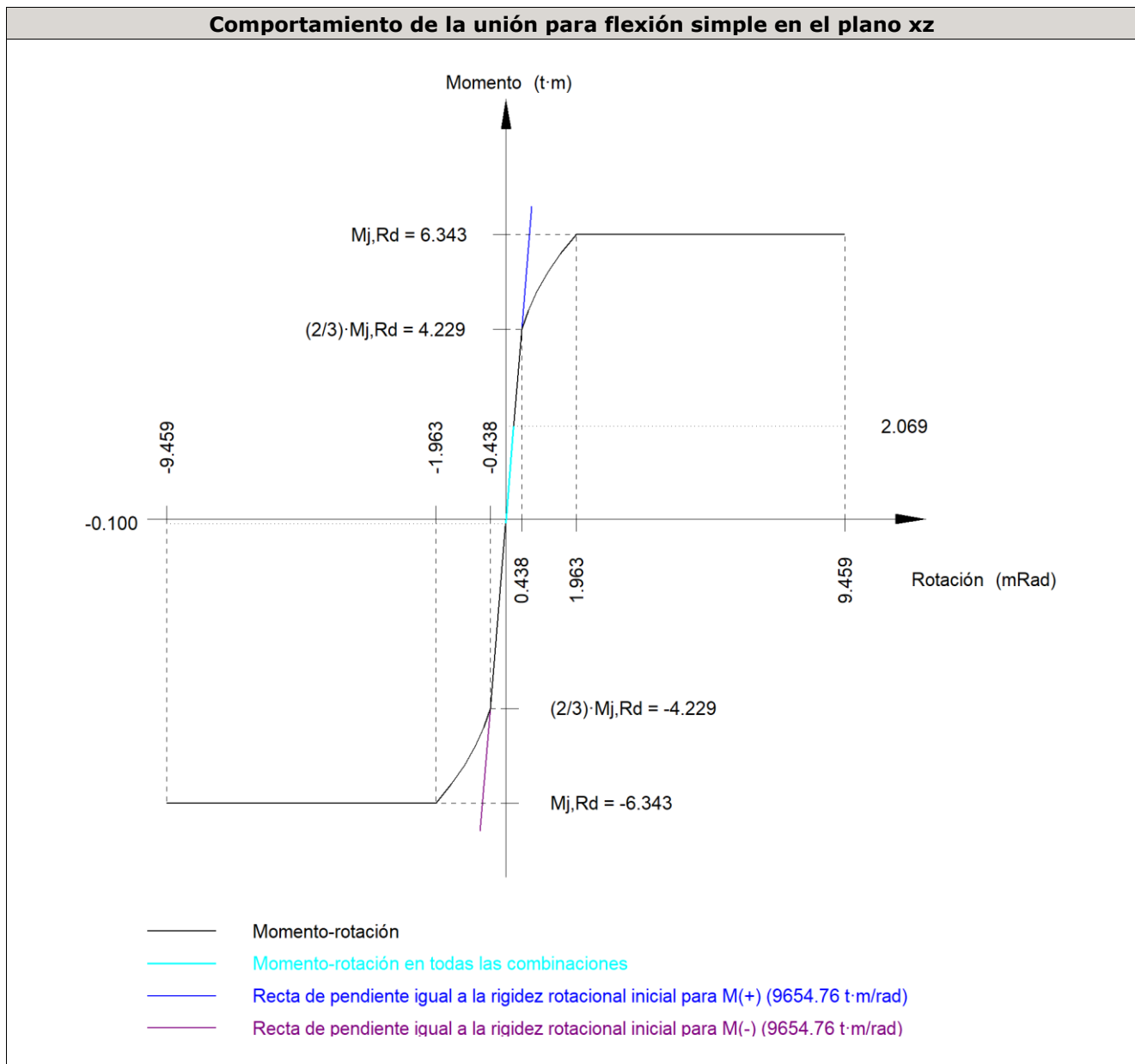
Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
6	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	18.611	50.240	37.04	Vástago	3.446	90.432	3.81	37.04	37.04
	Aplastamiento	18.611	144.319	12.90	Punzonamiento	3.446	172.573	2.00		
2	Sección transversal	47.412	50.240	94.37	Vástago	3.090	90.432	3.42	94.37	94.37
	Aplastamiento	64.399	144.320	44.62	Punzonamiento	3.090	172.573	1.79		
3	Sección transversal	13.903	50.240	27.67	Vástago	23.177	90.432	25.63	45.87	45.87
	Aplastamiento	13.903	144.320	9.63	Punzonamiento	23.177	172.573	13.43		
4	Sección transversal	13.909	50.240	27.69	Vástago	22.051	90.432	24.38	45.06	45.06
	Aplastamiento	13.909	144.320	9.64	Punzonamiento	22.051	172.573	12.78		
5	Sección transversal	13.903	50.240	27.67	Vástago	35.771	90.432	39.56	55.88	55.88
	Aplastamiento	13.903	144.320	9.63	Punzonamiento	35.771	172.573	20.73		
6	Sección transversal	19.538	50.240	38.89	Vástago	34.880	90.432	38.57	55.19	55.19
	Aplastamiento	19.538	144.320	13.54	Punzonamiento	34.880	172.573	20.21		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	3691.08	9654.76
Calculada para momentos negativos	3691.08	9654.76

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.10	1.80	61.16
Momento resistente	kNm	20.29	62.22	32.62
Capacidad de rotación	mRad	22.651	667	3.40

d) Medición

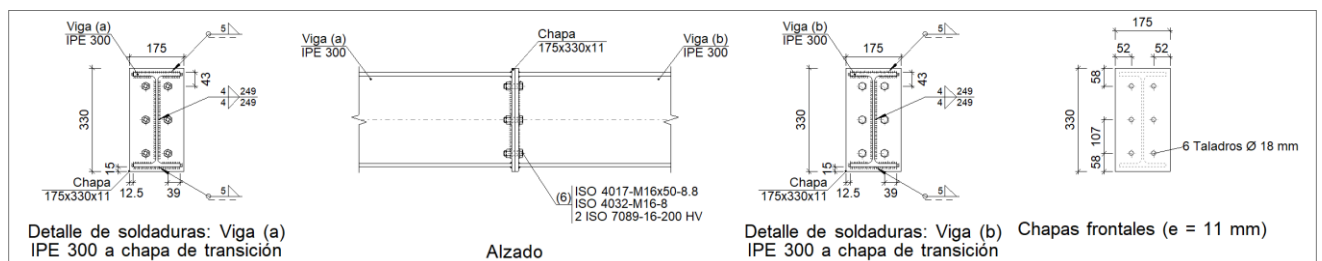
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	994
			5	1137

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	2	175x330x11	9.97
	Total			9.97

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4017-M16x50
Tuercas	Clase 8	6	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	12	ISO 7089-16

Tipo 61

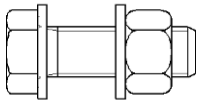
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Esquema	Geometría			Taladros		Acero		
		Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal		175	330	11	6	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x50-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	50	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Viga (a) IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	38.42	153.59	25.02
Ala	Aplastamiento	kN	64.05	420.36	15.24
	Tracción	kN	9.97	210.18	4.74
Alma	Tracción	kN	18.49	138.38	13.36

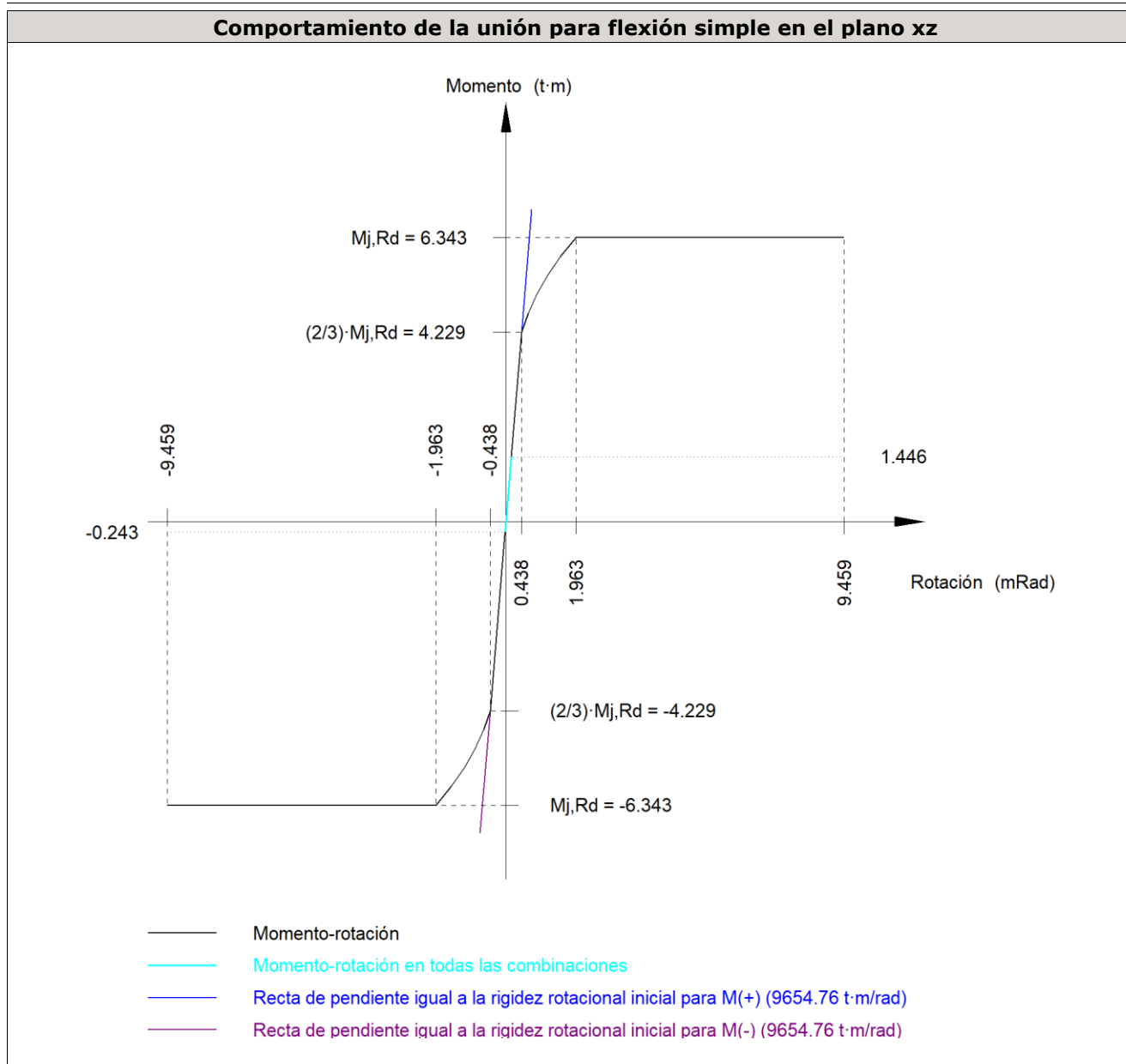
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	249	7.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	28.9	28.9	0.3	57.8	14.97	28.9	8.80	410.0	0.85
Soldadura del alma	28.1	28.1	55.8	111.8	28.98	28.8	8.79	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	33.1	33.1	0.1	66.3	17.18	33.2	10.11	410.0	0.85

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	3691.08	9654.76
Calculada para momentos negativos	3691.08	9654.76



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.10	1.80	61.16
Momento resistente	kNm	14.18	62.22	22.79
Capacidad de rotación	mRad	15.802	667	2.37

2) Viga (b) IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	38.42	153.59	25.02
Ala	Compresión	kN	64.05	420.36	15.24
	Tracción	kN	9.97	210.18	4.74
Alma	Tracción	kN	18.49	138.38	13.36

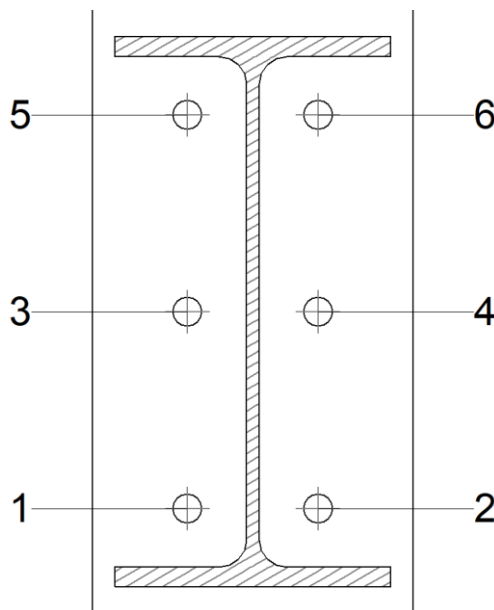
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	4	249	7.1	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	28.9	28.9	0.3	57.8	14.97	28.9	8.80	410.0	0.85
Soldadura del alma	28.1	28.1	55.8	111.8	28.98	28.8	8.79	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	33.1	33.1	0.1	66.3	17.18	33.2	10.11	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición								
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)	
1	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0	
2	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0	
3	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0	
4	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0	
5	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0	

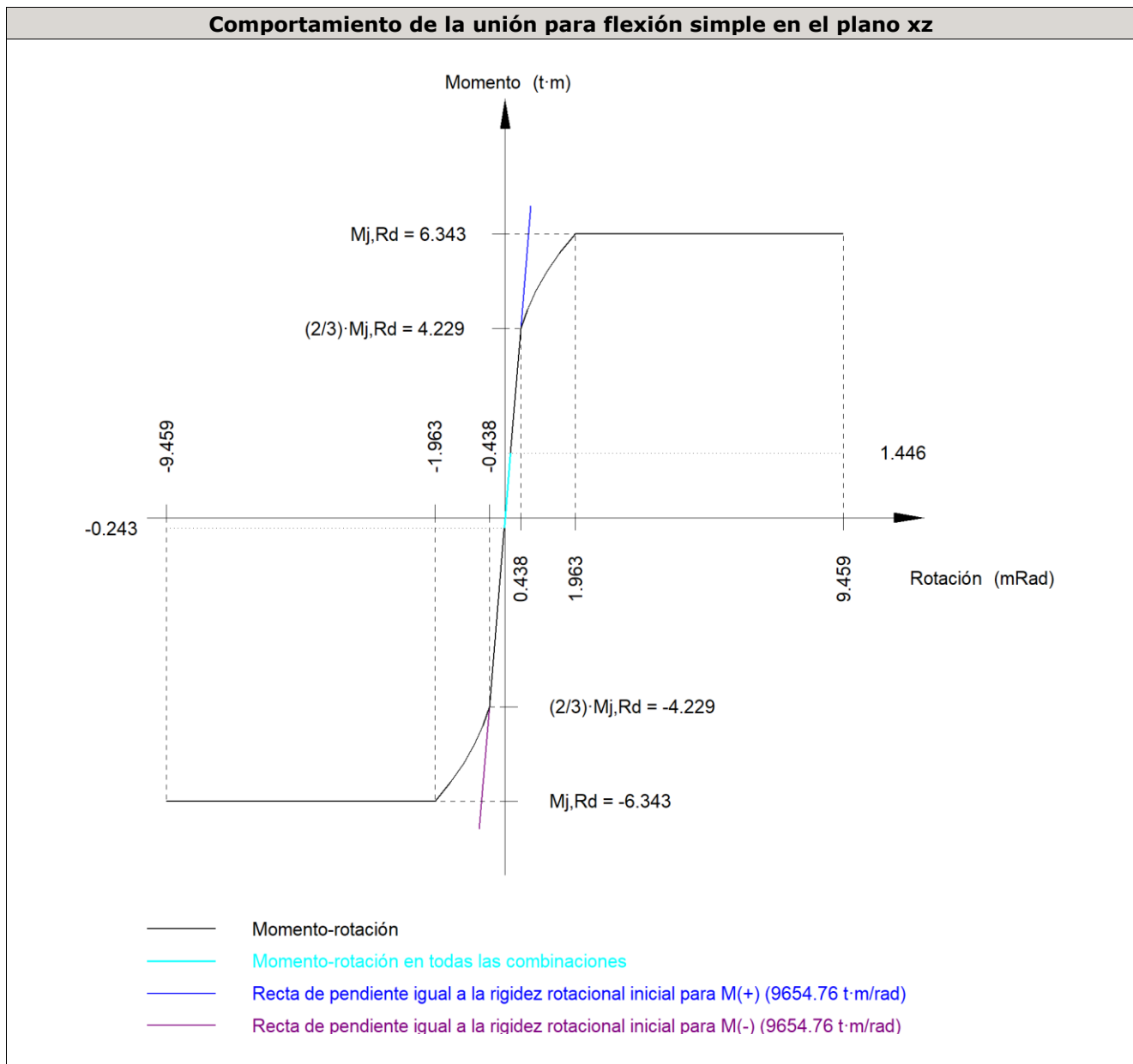
Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
6	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	18.478	50.240	36.78	Vástago	7.693	90.432	8.51	38.08	38.08
	Aplastamiento	18.478	144.320	12.80	Punzonamiento	7.693	172.573	4.46		
2	Sección transversal	37.176	50.240	74.00	Vástago	3.176	90.432	3.51	74.00	76.63
	Aplastamiento	110.587	144.320	76.63	Punzonamiento	3.176	172.573	1.84		
3	Sección transversal	18.478	50.240	36.78	Vástago	14.545	90.432	16.08	47.96	47.96
	Aplastamiento	18.478	144.320	12.80	Punzonamiento	14.545	172.573	8.43		
4	Sección transversal	33.523	50.240	66.73	Vástago	14.319	90.432	15.83	66.73	66.73
	Aplastamiento	33.523	144.320	23.23	Punzonamiento	14.319	172.573	8.30		
5	Sección transversal	18.478	50.240	36.78	Vástago	22.623	90.432	25.02	54.19	54.19
	Aplastamiento	18.478	144.320	12.80	Punzonamiento	22.623	172.573	13.11		
6	Sección transversal	30.314	50.240	60.34	Vástago	21.659	90.432	23.95	60.34	60.34
	Aplastamiento	30.314	144.318	21.00	Punzonamiento	21.659	172.573	12.55		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	3691.08	9654.76
Calculada para momentos negativos	3691.08	9654.76

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.10	1.80	61.16
Momento resistente	kNm	14.18	62.22	22.79
Capacidad de rotación	mRad	15.802	667	2.37

d) Medición

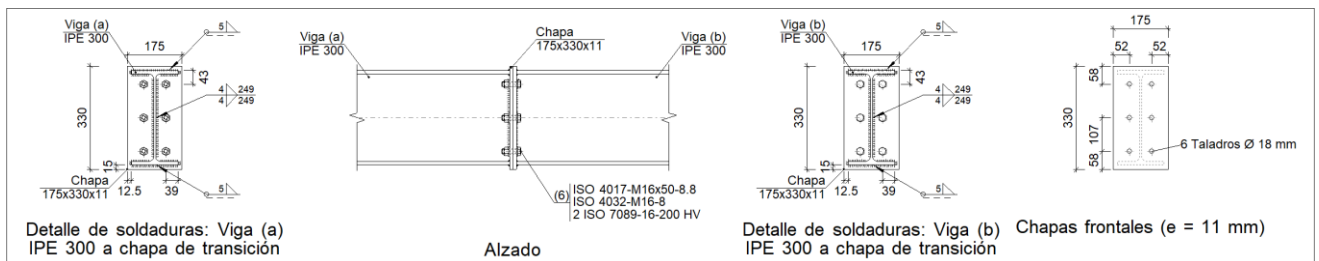
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	994
			5	1137

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	2	175x330x11	9.97
	Total			9.97

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4017-M16x50
Tuercas	Clase 8	6	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	12	ISO 7089-16

Tipo 62

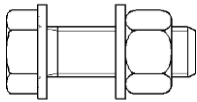
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Esquema	Geometría			Taladros		Acero		
		Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal		175	330	11	6	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x50-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	50	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Viga (a) IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	56.86	153.59	37.02
Ala	Aplastamiento	kN	81.79	420.36	19.46
	Tracción	kN	14.75	210.18	7.02
Alma	Tracción	kN	27.36	138.38	19.77

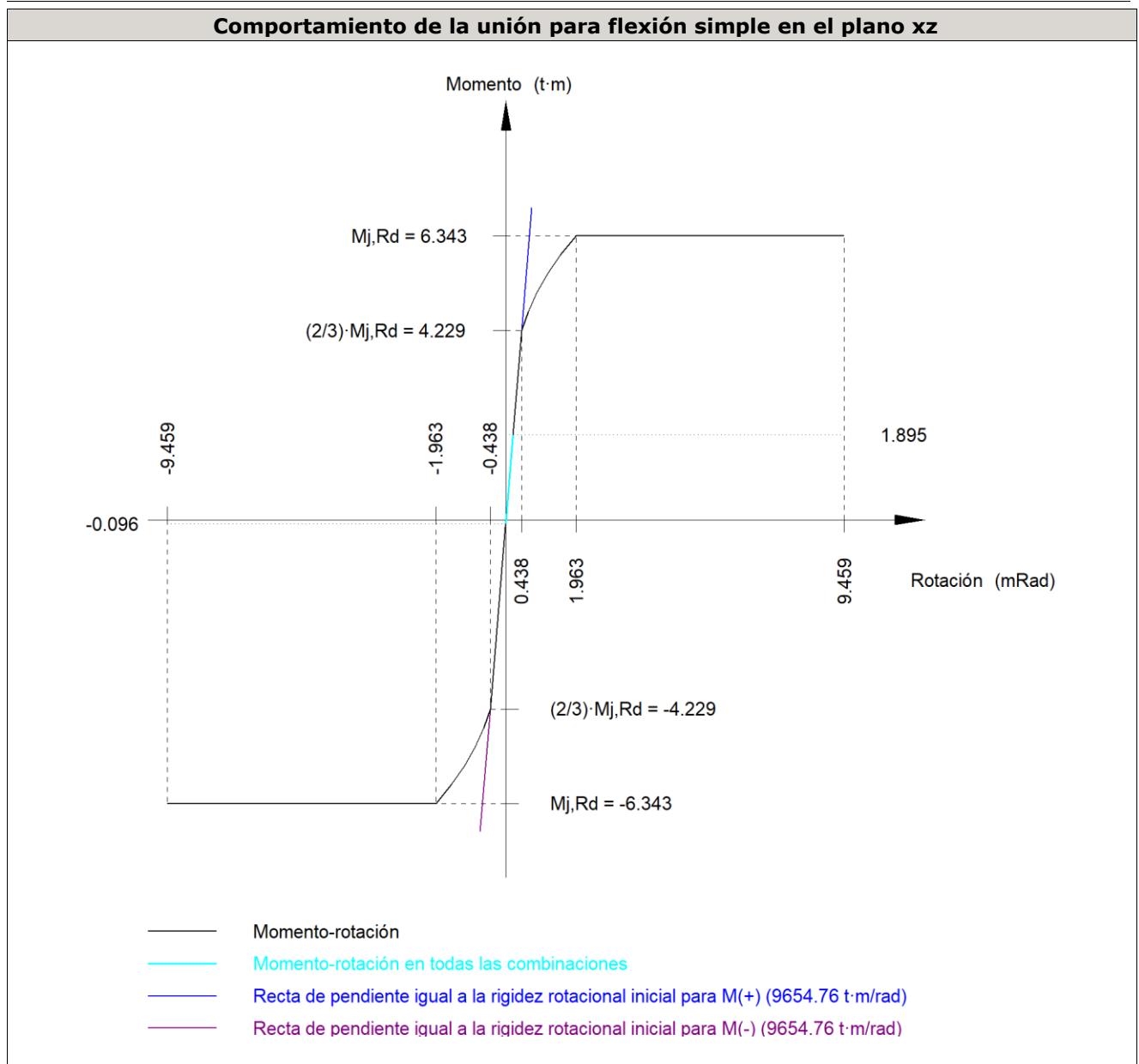
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	249	7.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	42.7	42.7	0.3	85.5	22.15	42.7	13.03	410.0	0.85
Soldadura del alma	42.4	42.4	57.6	131.0	33.95	42.7	13.01	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	38.6	38.6	0.1	77.1	19.98	38.6	11.75	410.0	0.85

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	3691.08	9654.76
Calculada para momentos negativos	3691.08	9654.76



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.10	1.80	61.16
Momento resistente	kNm	18.59	62.22	29.88
Capacidad de rotación	mRad	20.755	667	3.11

2) Viga (b) IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	56.86	153.59	37.02
Ala	Compresión	kN	81.79	420.36	19.46
	Tracción	kN	14.75	210.18	7.02
Alma	Tracción	kN	27.36	138.38	19.77

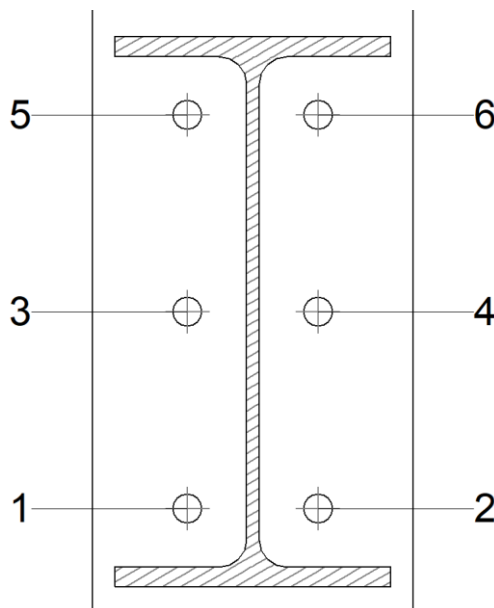
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	4	249	7.1	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	42.7	42.7	0.3	85.5	22.15	42.7	13.03	410.0	0.85
Soldadura del alma	42.4	42.4	57.6	131.0	33.95	42.7	13.01	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	38.6	38.6	0.1	77.1	19.98	38.6	11.75	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición								
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)	
1	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0	
2	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0	
3	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0	
4	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0	
5	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0	

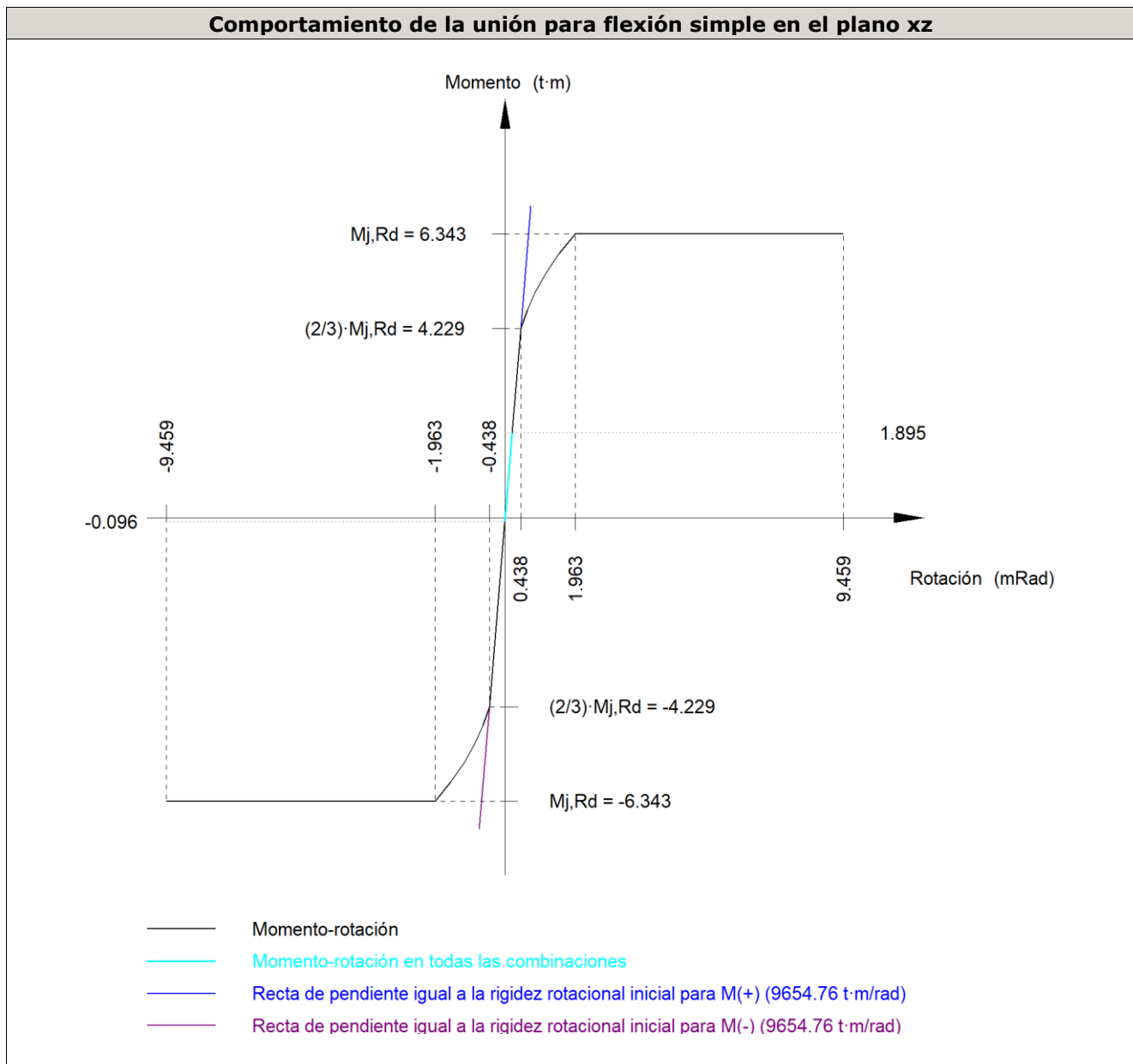
Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
6	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	46.535	50.240	92.63	Vástago	2.709	90.432	3.00	92.63	92.63
	Aplastamiento	110.613	144.320	76.64	Punzonamiento	2.709	172.573	1.57		
2	Sección transversal	46.535	50.240	92.63	Vástago	3.516	90.432	3.89	92.63	92.63
	Aplastamiento	46.535	144.320	32.24	Punzonamiento	3.516	172.573	2.04		
3	Sección transversal	23.095	50.240	45.97	Vástago	20.542	90.432	22.72	54.23	54.23
	Aplastamiento	23.095	144.320	16.00	Punzonamiento	20.542	172.573	11.90		
4	Sección transversal	19.089	50.240	38.00	Vástago	21.751	90.432	24.05	54.98	54.98
	Aplastamiento	19.089	144.320	13.23	Punzonamiento	21.751	172.573	12.60		
5	Sección transversal	19.136	50.240	38.09	Vástago	32.477	90.432	35.91	63.65	63.65
	Aplastamiento	19.136	144.320	13.26	Punzonamiento	32.477	172.573	18.82		
6	Sección transversal	19.089	50.240	38.00	Vástago	33.481	90.432	37.02	64.25	64.25
	Aplastamiento	19.089	144.320	13.23	Punzonamiento	33.481	172.573	19.40		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	3691.08	9654.76
Calculada para momentos negativos	3691.08	9654.76

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.10	1.80	61.16
Momento resistente	kNm	18.59	62.22	29.88
Capacidad de rotación	mRad	20.755	667	3.11

d) Medición

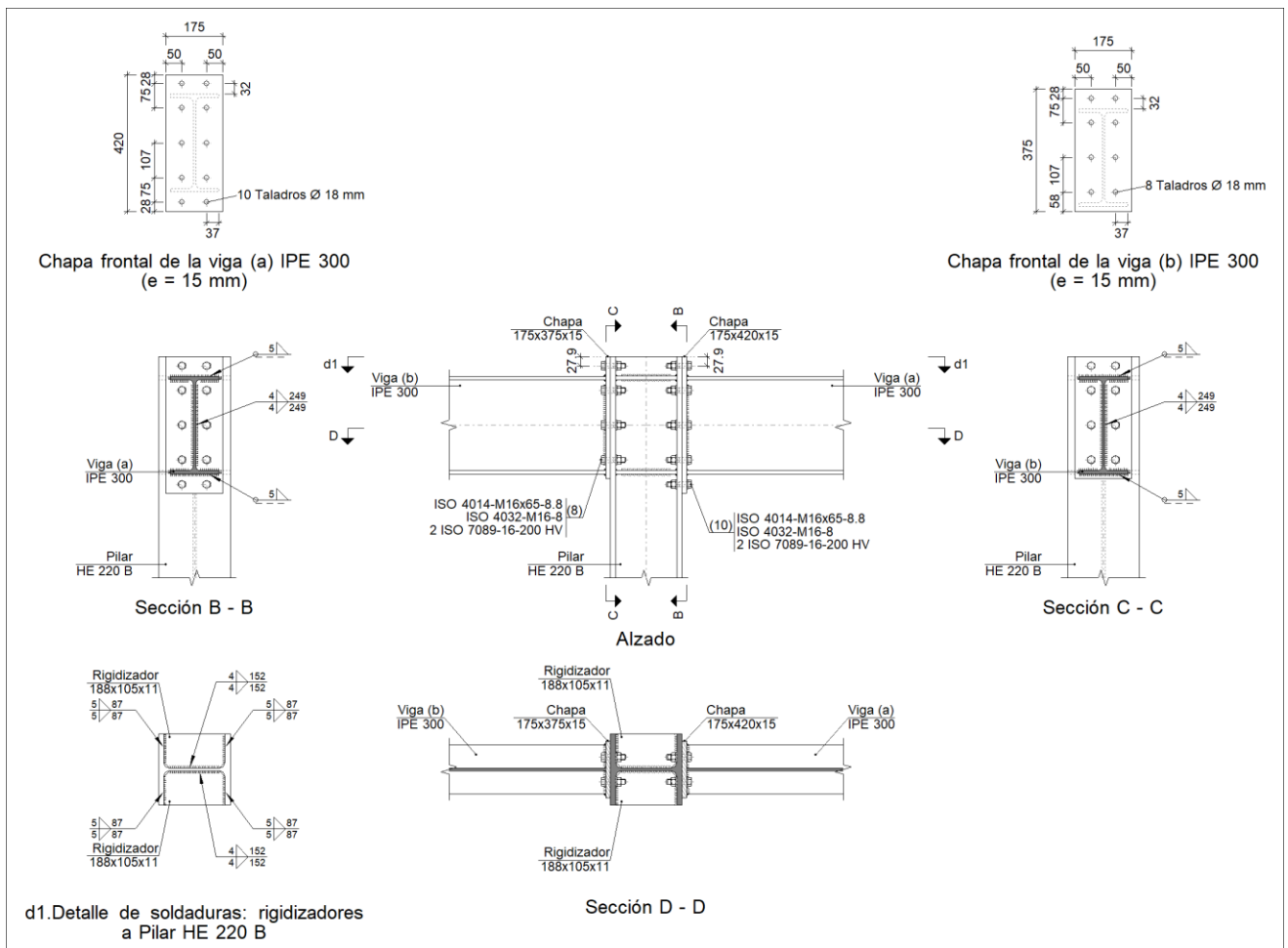
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	994
			5	1137

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	2	175x330x11	9.97
				Total

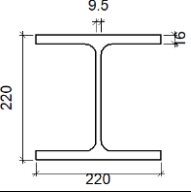
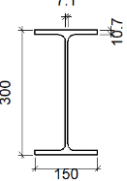
Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4017-M16x50
Tuercas	Clase 8	6	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	12	ISO 7089-16

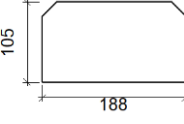
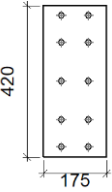
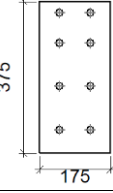
Tipo 63

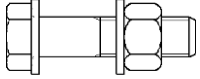
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		188	105	11	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga (a) IPE 300		175	420	15	10	18	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga (b) IPE 300		175	375	15	8	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M16x65-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	65	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	--	--	--	30.58	
	Cortante	kN	133.77	388.24	34.45	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	127.38	261.90	48.64	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	131.37	261.90	50.16	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	145.55	261.90	55.57	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	116.65	261.90	44.54	
Ala	Cortante	N/mm ²	65.57	261.90	25.03	
Viga (a) IPE 300	Ala	Tracción por flexión	kN	135.81	180.86	75.09
		Tracción	kN	49.58	237.38	20.89
	Alma	Tracción	kN	78.89	133.43	59.12
Viga (b) IPE 300	Ala	Tracción por flexión	kN	121.00	180.86	66.90
		Tracción	kN	44.14	237.38	18.59
	Alma	Tracción	kN	70.29	133.43	52.68

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	99.1	99.1	0.1	198.2	51.35	99.1	30.21	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	29.9	51.8	13.43	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	102.2	102.2	0.3	204.4	52.96	102.2	31.15	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	34.8	60.3	15.63	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	113.2	113.2	0.1	226.4	58.68	113.2	34.52	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	29.7	51.4	13.33	0.0	0.00	410.0	0.85

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	90.7	90.7	0.1	181.5	47.03	90.7	27.66	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	35.1	60.7	15.74	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga (a) IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	135.81	141.16	96.21
Ala	Compresión	kN	255.29	420.36	60.73
	Tracción	kN	94.92	210.18	45.16
Alma	Tracción	kN	46.73	145.74	32.06

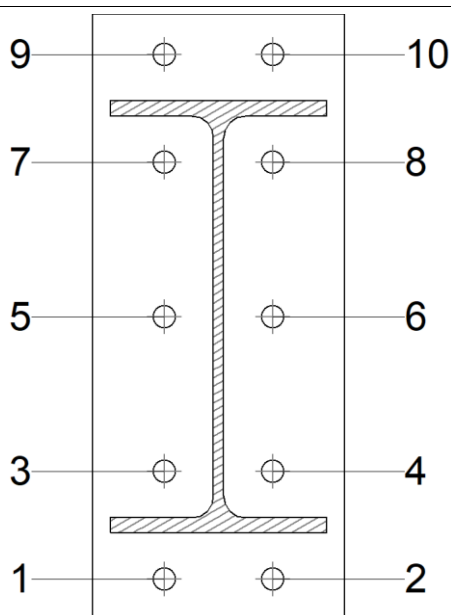
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	249	7.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	143.5	143.5	0.2	287.1	74.40	143.6	43.77	410.0	0.85
Soldadura del alma	107.0	107.0	75.7	251.0	65.05	107.0	32.62	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	149.6	149.6	0.3	299.1	77.51	149.6	45.60	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	28	50	75	76	27.9
2	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	28	50	75	76	27.9
3	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	75	76	32.2
4	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	75	76	32.2
5	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	107	76	33.0
6	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	107	76	33.0
7	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	75	76	32.2
8	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	75	76	32.2
9	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	28	50	75	76	27.9
10	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	28	50	75	76	27.9

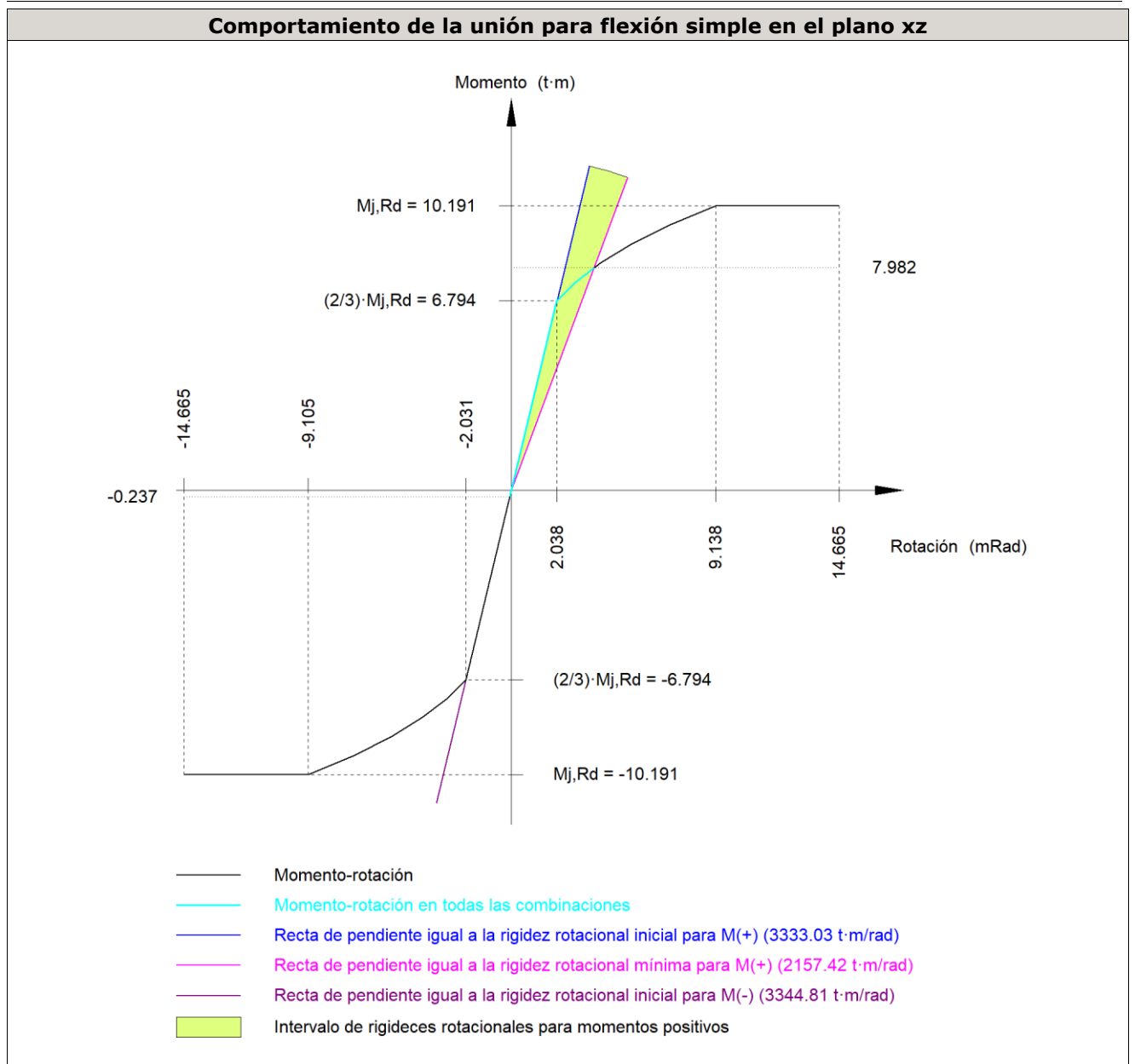
--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	60.489	64.340	94.02	Vástago	2.823	90.432	3.12	94.02	94.02
	Aplastamiento	69.432	196.800	35.28	Punzonamiento	2.823	235.327	1.20		
2	Sección transversal	60.489	64.340	94.02	Vástago	6.556	90.432	7.25	94.02	94.02
	Aplastamiento	69.432	196.800	35.28	Punzonamiento	6.556	235.327	2.79		
3	Sección transversal	50.533	64.340	78.54	Vástago	1.603	90.432	1.77	78.54	78.54
	Aplastamiento	50.533	196.800	25.68	Punzonamiento	1.603	235.327	0.68		
4	Sección transversal	46.633	64.340	72.48	Vástago	4.644	90.432	5.14	72.48	72.48

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
	Aplastamiento	46.633	196.800	23.70	Punzonamiento	4.644	235.327	1.97		
5	Sección transversal	13.887	64.340	21.58	Vástago	29.376	90.432	32.48	43.40	43.40
	Aplastamiento	13.887	196.800	7.06	Punzonamiento	29.376	235.327	12.48		
6	Sección transversal	13.886	64.340	21.58	Vástago	31.203	90.432	34.50	43.14	43.14
	Aplastamiento	13.886	196.800	7.06	Punzonamiento	31.203	235.327	13.26		
7	Sección transversal	13.887	64.340	21.58	Vástago	48.899	90.432	54.07	56.78	56.78
	Aplastamiento	13.887	196.800	7.06	Punzonamiento	48.899	235.327	20.78		
8	Sección transversal	13.886	64.340	21.58	Vástago	50.384	90.432	55.71	56.57	56.57
	Aplastamiento	13.886	196.800	7.06	Punzonamiento	50.384	235.327	21.41		
9	Sección transversal	19.624	64.340	30.50	Vástago	85.100	90.432	94.10	82.35	94.10
	Aplastamiento	19.624	101.508	19.33	Punzonamiento	85.100	235.327	36.16		
10	Sección transversal	13.886	64.340	21.58	Vástago	87.002	90.432	96.21	82.08	96.21
	Aplastamiento	13.886	101.498	13.68	Punzonamiento	87.002	235.327	36.97		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	775.79	3333.03
Calculada para momentos negativos	775.79	3344.81

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.09	1.80	60.69
Momento resistente	kNm	78.30	99.97	78.32
Capacidad de rotación	mRad	252.275	667	37.84

3) Viga (b) IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	121.00	141.16	85.72
Ala	Compresión	kN	223.92	420.36	53.27
	Tracción	kN	84.55	210.18	40.23
Alma	Tracción	kN	41.58	145.74	28.53

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

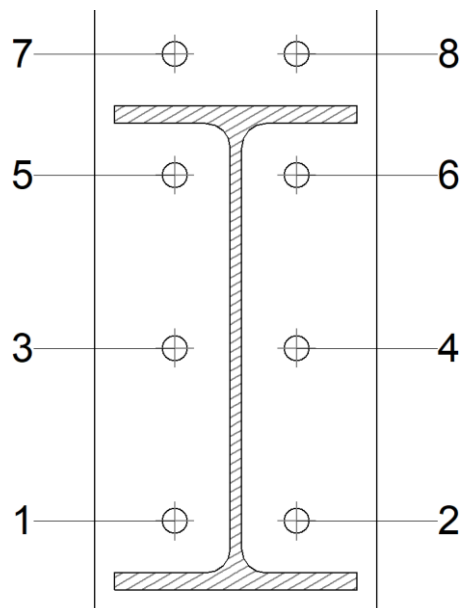
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	4	249	7.1	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	117.9	117.9	0.2	235.8	61.10	117.9	35.94	410.0	0.85
Soldadura del alma	93.8	93.8	64.4	218.2	56.56	93.8	28.59	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	120.9	120.9	0.2	241.7	62.64	120.9	36.85	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición

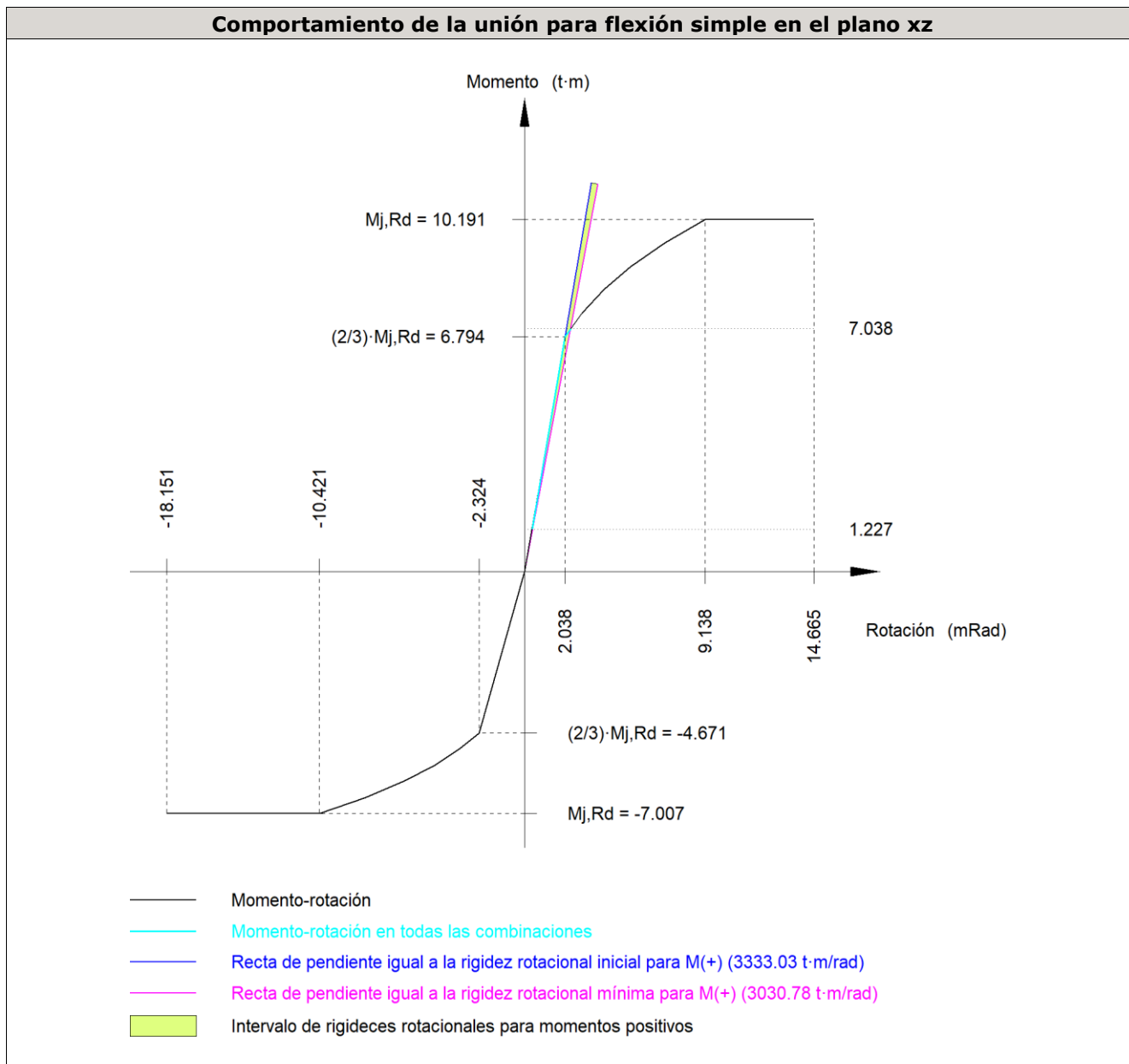
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	107	76	32.2
2	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	107	76	32.2
3	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	107	76	33.0
4	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	107	76	33.0
5	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	75	76	32.2

Disposición							
Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
6	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	75	76	32.2
7	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	28	50	75	76	27.9
8	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	28	50	75	76	27.9

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	64.258	64.340	99.87	Vástago	1.764	90.432	1.95	99.87	99.87
	Aplastamiento	125.466	196.800	63.75	Punzonamiento	1.764	235.327	0.75		
2	Sección transversal	64.258	64.340	99.87	Vástago	1.243	90.432	1.37	99.87	99.87
	Aplastamiento	128.565	196.800	65.33	Punzonamiento	1.243	235.327	0.53		
3	Sección transversal	16.077	64.340	24.99	Vástago	27.662	90.432	30.59	46.84	46.84
	Aplastamiento	16.077	196.800	8.17	Punzonamiento	27.662	235.327	11.75		
4	Sección transversal	16.065	64.340	24.97	Vástago	27.045	90.432	29.91	46.11	46.11
	Aplastamiento	16.065	196.800	8.16	Punzonamiento	27.045	235.327	11.49		
5	Sección transversal	16.077	64.340	24.99	Vástago	44.835	90.432	49.58	60.40	60.40
	Aplastamiento	16.077	196.800	8.17	Punzonamiento	44.835	235.327	19.05		
6	Sección transversal	16.065	64.340	24.97	Vástago	44.101	90.432	48.77	59.80	59.80
	Aplastamiento	16.065	196.800	8.16	Punzonamiento	44.101	235.327	18.74		
7	Sección transversal	16.077	64.340	24.99	Vástago	77.520	90.432	85.72	86.22	86.22
	Aplastamiento	16.077	101.498	15.84	Punzonamiento	77.520	235.327	32.94		
8	Sección transversal	16.065	64.340	24.97	Vástago	76.571	90.432	84.67	85.45	85.45
	Aplastamiento	16.065	101.498	15.83	Punzonamiento	76.571	235.327	32.54		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	1209.35	3333.03
Calculada para momentos negativos	1209.35	2009.40



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.16	1.80	64.70
Momento resistente	kNm	69.04	99.97	69.06
Capacidad de rotación	mRad	158.336	667	23.75

d) Medición

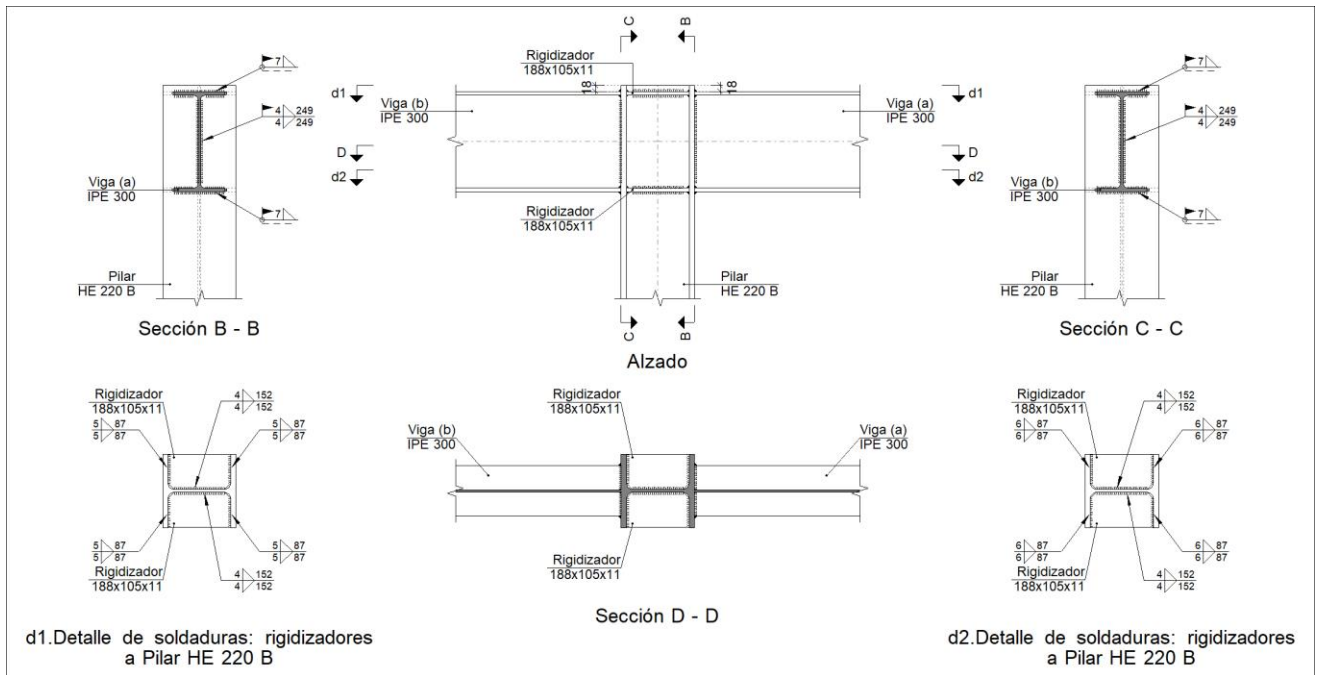
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	2210
			5	2529

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	188x105x11	6.82
	Chapas	1	175x420x15	8.65
		1	175x375x15	7.73
	Total			

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	18	ISO 4014-M16x65
Tuercas	Clase 8	18	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	36	ISO 7089-16

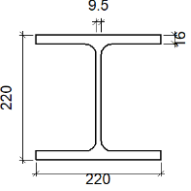
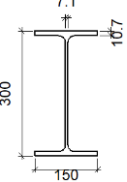
Tipo 64

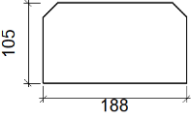
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Canto total (mm)	Geometría			Tipo	Acero	
				Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)		f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		188	105	11	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbellez	--	--	--	30.58
	Cortante	kN	156.31	388.24	40.26
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	198.59	261.90	75.82
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	223.60	261.90	85.37
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	215.13	261.90	82.14
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	202.61	261.90	77.36
Ala	Desgarro	N/mm ²	290.52	261.90	110.92
	Cortante	N/mm ²	81.61	261.90	31.16

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	6	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	6	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	154.4	154.4	2.8	308.9	80.05	154.4	47.08	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	44.4	76.9	19.93	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	144.9	144.9	2.3	289.8	75.11	144.9	44.18	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	38.6	66.9	17.33	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	167.3	167.3	3.1	334.6	86.72	167.3	51.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	34.8	60.3	15.64	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	131.3	131.3	1.6	262.6	68.06	131.3	40.03	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	50.9	88.3	22.87	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga (a) IPE 300

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	7	150	10.7	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	249	7.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	7	150	10.7	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	148.7	148.7	0.2	297.4	77.08	148.7	45.34	410.0	0.85

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	116.2	116.2	88.2	278.2	72.09	116.2	35.44	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	149.8	149.8	0.1	299.6	77.64	149.8	45.67	410.0	0.85

3) Viga (b) IPE 300

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	7	150	10.7	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	249	7.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	7	150	10.7	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	155.1	155.1	0.4	310.2	80.38	155.1	47.28	410.0	0.85
Soldadura del alma	116.2	116.2	70.2	262.2	67.96	116.2	35.43	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	159.3	159.3	0.3	318.6	82.55	159.3	48.56	410.0	0.85

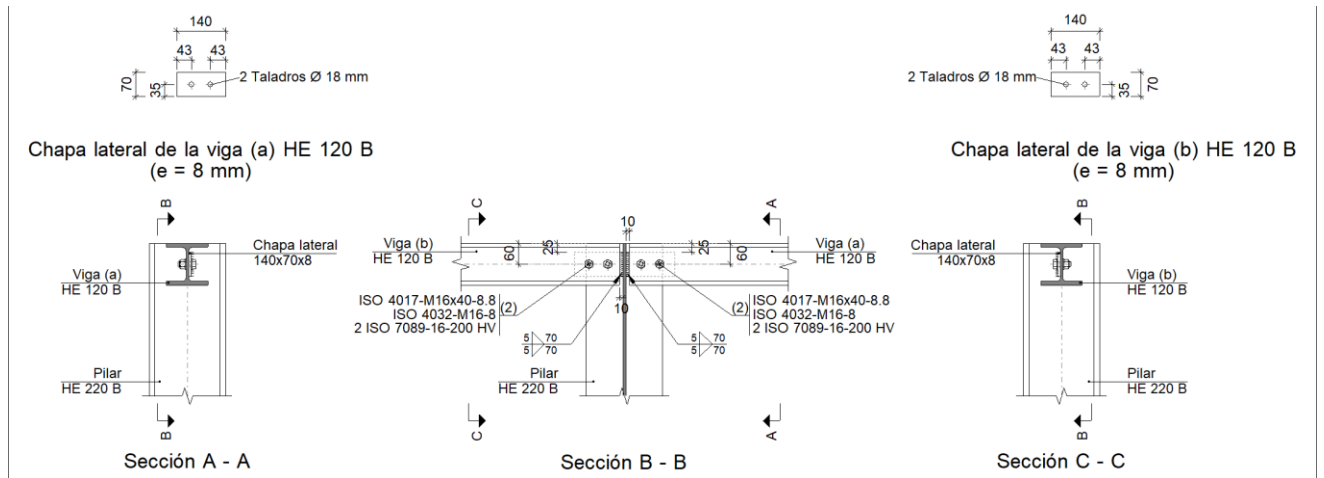
d) Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1216
			5	696
			6	696
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	994
			7	1137

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	188x105x11	6.82
			Total	6.82

Tipo 65

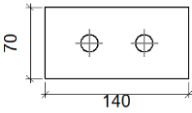
a) Detalle

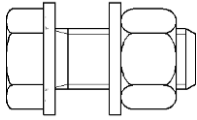


b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 120 B		120	120	11	6.5	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa lateral: Viga (a) HE 120 B		140	70	8	2	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa lateral: Viga (b) HE 120 B		140	70	8	2	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x40-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	40	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia						
	Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Viga (a) HE 120 B	Alma	Punzonamiento	kN	17.37	291.66	5.95
Viga (b) HE 120 B	Alma	Punzonamiento	kN	22.07	291.66	7.57
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	4.70	73.91	6.36

2) Viga (a) HE 120 B

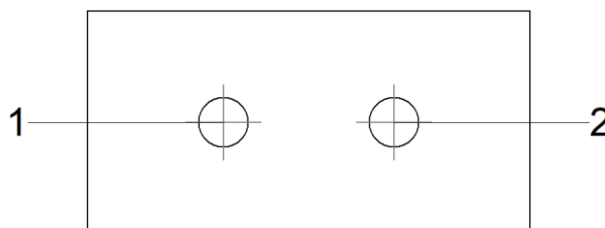
Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.66
	Tensiones combinadas	--	--	--	15.49
	Pandeo local	N/mm ²	36.81	230.97	15.94
	Aplastamiento	kN	8.83	78.29	11.28
	Desgarro	kN	17.39	62.90	27.65
Alma	Aplastamiento	kN	8.83	52.65	16.77
	Desgarro	kN	17.39	141.03	12.33

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	En ángulo	5	70	8.0	90.00	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	17.5	17.5	1.3	35.2	9.11	17.5	5.35	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x40-8.8	18.0	35	33	--	54	35.0
2	ISO 4017-M16x40-8.8	18.0	35	43	--	54	35.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	8.828	50.240	17.57	Vástago	0.000	90.432	0.00	17.57	17.57
	Aplastamiento	8.828	78.292	11.28	Punzonamiento	0.000	101.975	0.00		
2	Sección transversal	8.712	50.240	17.34	Vástago	0.000	90.432	0.00	17.34	17.34
	Aplastamiento	8.712	83.441	10.44	Punzonamiento	0.000	101.975	0.00		

3) Viga (b) HE 120 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.66
	Tensiones combinadas	--	--	--	18.61
	Pandeo local	N/mm ²	43.53	230.97	18.85
	Aplastamiento	kN	11.14	78.46	14.20
	Desgarro	kN	22.08	62.90	35.10
Alma	Aplastamiento	kN	11.14	52.44	21.25
	Desgarro	kN	22.08	141.03	15.66

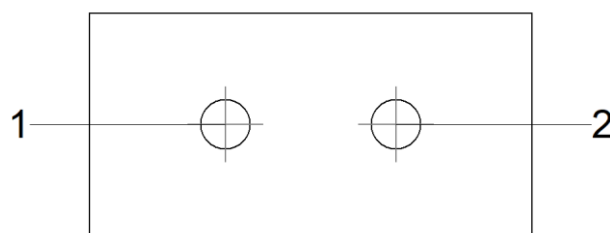
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	En ángulo	5	70	8.0	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	22.3	22.3	1.2	44.6	11.57	22.3	6.80	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x40-8.8	18.0	35	33	--	54	35.0
2	ISO 4017-M16x40-8.8	18.0	35	43	--	54	35.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia					
Tornillo	Cortante	Tracción		Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)

	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprovisionado (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprovisionado (%)	Aprovisionado (%)	
1	Sección transversal	11.141	50.240	22.18	Vástago	0.000	90.432	0.00	22.18	22.18
	Aplastamiento	11.141	78.462	14.20	Punzonamiento	0.000	101.975	0.00		
2	Sección transversal	11.054	50.240	22.00	Vástago	0.000	90.432	0.00	22.00	22.00
	Aplastamiento	11.054	83.497	13.24	Punzonamiento	0.000	101.975	0.00		

d) Medición

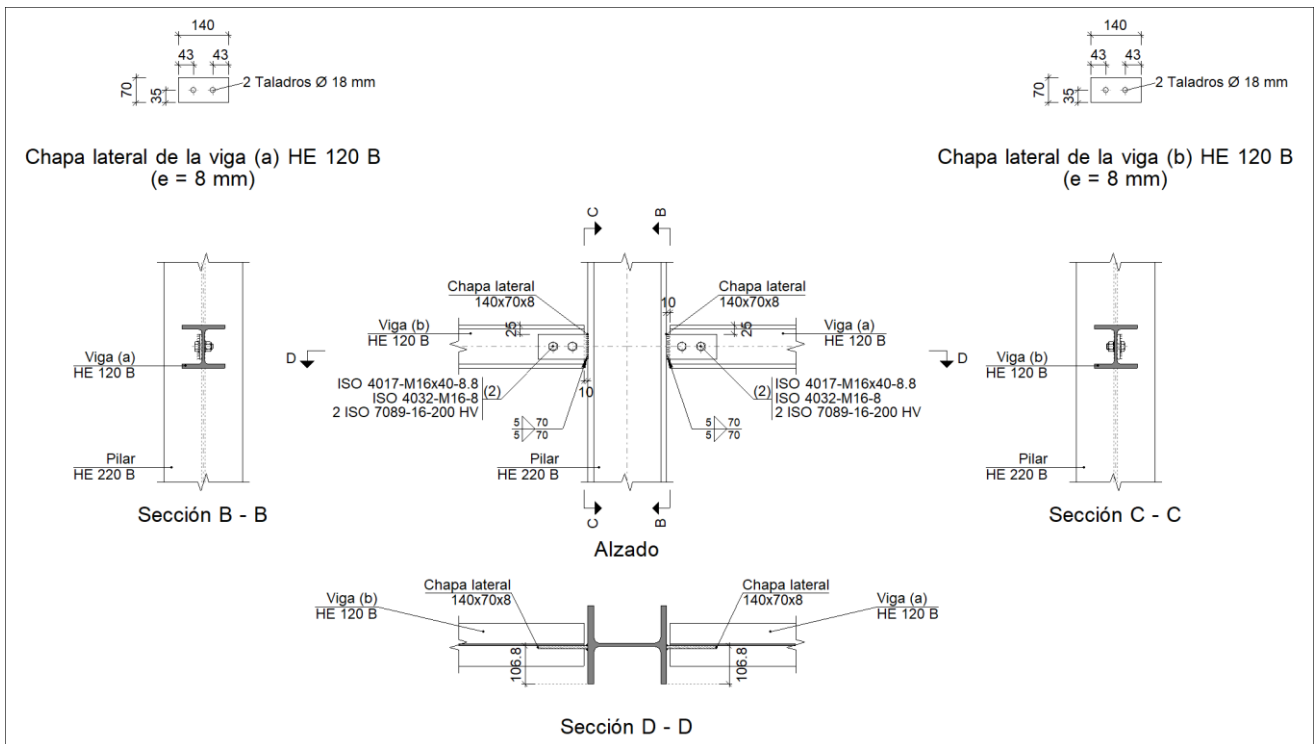
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	5	280

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	2	140x70x8	1.23
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	4	ISO 4017-M16x40
Tuercas	Clase 8	4	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	8	ISO 7089-16

Tipo 66

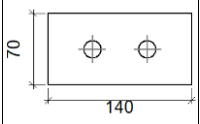
a) Detalle

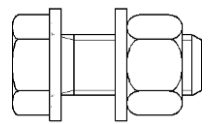


b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 120 B		120	120	11	6.5	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa lateral: Viga (a) HE 120 B		140	70	8	2	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa lateral: Viga (b) HE 120 B		140	70	8	2	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x40-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	40	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

2) Viga (a) HE 120 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.66
	Tensiones combinadas	--	--	--	29.96
	Pandeo local	N/mm ²	75.82	230.97	32.83
	Aplastamiento	kN	19.37	78.63	24.64
	Desgarro	kN	38.66	62.90	61.46
Alma	Aplastamiento	kN	19.35	52.15	37.10
	Desgarro	kN	38.66	141.03	27.41

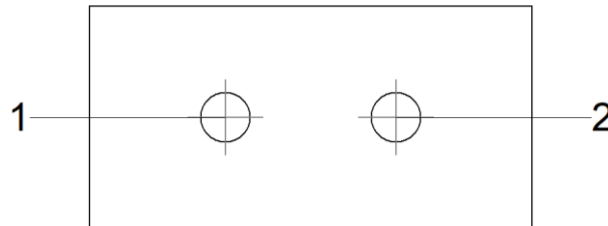
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	En ángulo	5	70	8.0	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	39.0	39.0	0.7	78.1	20.24	39.1	11.91	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x40-8.8	18.0	35	33	--	54	35.0
2	ISO 4017-M16x40-8.8	18.0	35	43	--	54	35.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	19.373	50.240	38.56	Vástago	0.000	90.432	0.00	38.56	38.56
	Aplastamiento	19.373	78.631	24.64	Punzonamiento	0.000	101.975	0.00		
2	Sección transversal	19.332	50.240	38.48	Vástago	0.000	90.432	0.00	38.48	38.48
	Aplastamiento	18.592	78.701	23.62	Punzonamiento	0.000	101.975	0.00		

3) Viga (b) HE 120 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.66
	Tensiones combinadas	--	--	--	21.26
	Pandeo local	N/mm ²	53.08	230.97	22.98
	Aplastamiento	kN	13.02	78.52	16.58
	Desgarro	kN	25.88	62.90	41.14

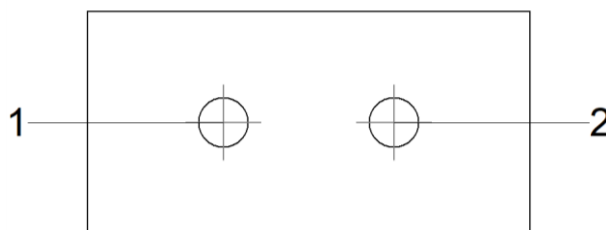
Alma	Aplastamiento	kN	13.02	52.36	24.87
	Desgarro	kN	25.88	141.03	18.35

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	En ángulo	5	70	8.0	90.00	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	26.1	26.1	0.7	52.3	13.55	26.1	7.97	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x40-8.8	18.0	35	33	--	54	35.0
2	ISO 4017-M16x40-8.8	18.0	35	43	--	54	35.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	13.020	50.240	25.92	Vástago	0.000	90.432	0.00	25.92	25.92
	Aplastamiento	13.020	78.522	16.58	Punzonamiento	0.000	101.975	0.00		
2	Sección transversal	12.943	50.240	25.76	Vástago	0.000	90.432	0.00	25.76	25.76

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
	Aplastamiento	12.233	78.676	15.55	Punzonamiento	0.000	101.975	0.00		

d) Medición

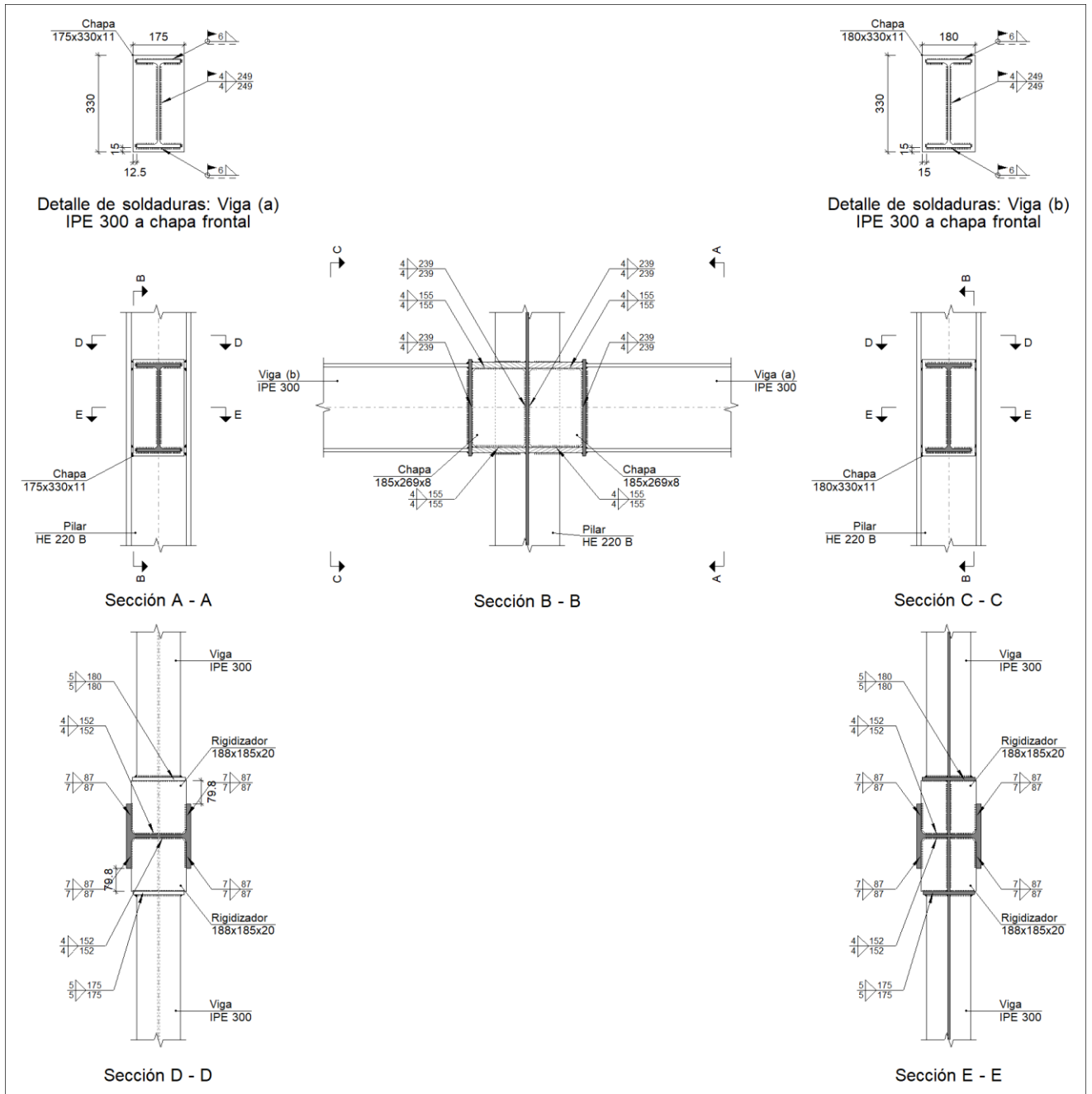
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	5	280

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	2	140x70x8	1.23
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	4	ISO 4017-M16x40
Tuercas	Clase 8	4	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	8	ISO 7089-16

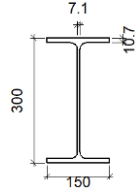
Tipo 67

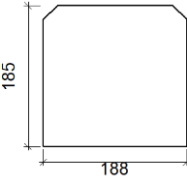
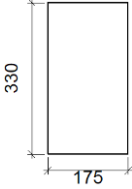
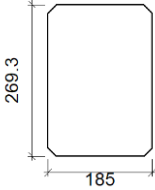
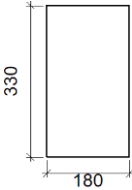
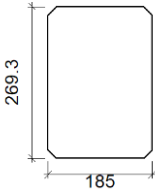
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

		Perfiles							
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		188	185	20	S275	2803.3	4179.4
Chapa de apoyo de la viga Viga (a) IPE 300		175	330	11	S275	2803.3	4179.4
Chapa vertical de la viga Viga (a) IPE 300		185	269.3	8	S275	2803.3	4179.4
Chapa de apoyo de la viga Viga (b) IPE 300		180	330	11	S275	2803.3	4179.4
Chapa vertical de la viga Viga (b) IPE 300		185	269.3	8	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	30.58

	Cortante	kN	1.60	399.88	0.40
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	219.61	261.90	83.85
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	222.20	261.90	84.84
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	248.07	261.90	94.72
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	253.56	261.90	96.81
Chapa frontal [Viga (a) IPE 300]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (a) IPE 300]	Cortante	kN	105.14	187.50	56.07
Chapa frontal [Viga (b) IPE 300]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (b) IPE 300]	Cortante	kN	125.20	187.50	66.77
Ala	Desgarro	N/mm ²	163.29	261.90	62.35
	Cortante	N/mm ²	194.74	261.90	74.36

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	7	87	16.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	5	175	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	7	87	16.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	5	175	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	7	87	16.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	5	180	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	7	87	16.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	5	180	11.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	4	239	8.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	4	239	8.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	4	155	8.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	4	155	8.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	4	239	8.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	4	239	8.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	4	155	8.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	4	155	8.0	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	181.1	313.7	81.30	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	0.5	0.9	0.24	0.0	0.00	410.0	0.85

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	156.1	156.1	0.3	312.1	80.89	156.1	47.58	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	183.3	317.4	82.26	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.5	0.8	0.21	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	159.0	159.0	0.2	317.9	82.39	159.0	48.46	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	204.6	354.4	91.84	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	0.4	0.7	0.18	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	174.4	174.4	0.2	348.8	90.40	174.4	53.17	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	209.1	362.2	93.87	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.2	0.4	0.09	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	180.0	180.0	0.0	360.0	93.28	180.0	54.87	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	75.5	130.7	33.87	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	75.5	130.7	33.87	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	84.8	146.9	38.06	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	84.8	146.9	38.06	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	89.9	155.7	40.34	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	89.9	155.7	40.34	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	101.0	174.9	45.32	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	101.0	174.9	45.32	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga (a) IPE 300

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	6	150	10.7	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	249	7.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	6	150	10.7	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	163.6	163.6	0.3	327.3	84.81	163.6	49.89	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	72.6	125.8	32.60	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	165.4	165.4	0.2	330.9	85.74	165.4	50.44	410.0	0.85

3) Viga (b) IPE 300

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	6	150	10.7	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	249	7.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	6	150	10.7	90.00	

*a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	178.9	178.9	0.2	357.9	92.74	178.9	54.55	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	86.5	149.8	38.83	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	183.9	183.9	0.1	367.8	95.30	183.9	56.06	410.0	0.85

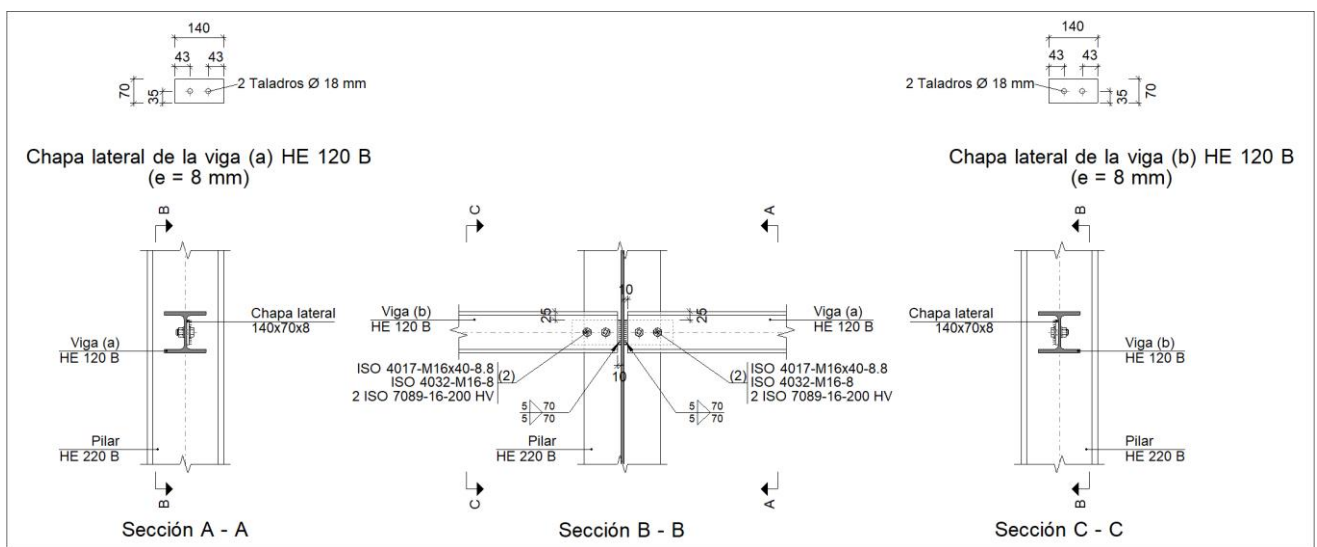
d) Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	4370
			5	1420
			7	1396
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	994
			6	1137

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	188x185x20	21.84
	Chapas	2	185x269x8	6.26
		1	175x330x11	4.99
		1	180x330x11	5.13
	Total			

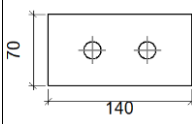
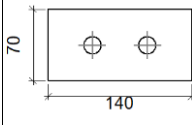
Tipo 68

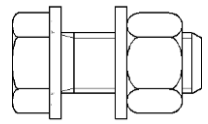
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Canto total (mm)	Geometría			Tipo	Acero	
				Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)		f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 120 B		120	120	11	6.5	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa lateral: Viga (a) HE 120 B		140	70	8	2	18	S275	2803.3	4179.4
Chapa lateral: Viga (b) HE 120 B		140	70	8	2	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x40-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	40	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Viga (a) HE 120 B	Punzonamiento	kN	9.33	291.66	3.20	
	Flexión por fuerza perpendicular	kN	22.73	124.85	18.21	
Viga (b) HE 120 B	Punzonamiento	kN	36.64	291.66	12.56	
	Flexión por fuerza perpendicular	kN	27.31	124.85	21.87	

2) Viga (a) HE 120 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.66
	Tensiones combinadas	--	--	--	10.04
	Pandeo local	N/mm ²	25.98	230.97	11.25
	Aplastamiento	kN	4.93	77.37	6.38
	Desgarro	kN	9.38	62.90	14.92
Alma	Aplastamiento	kN	4.93	53.89	9.15
	Desgarro	kN	9.38	141.03	6.65

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

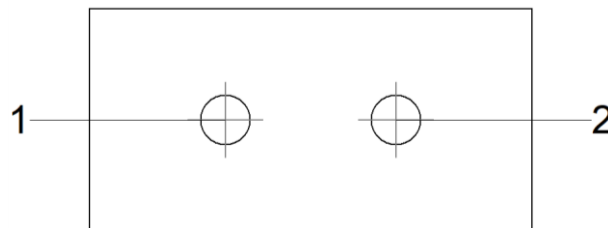
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	En ángulo	5	70	8.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	9.4	9.4	1.3	19.0	4.92	9.4	2.88	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición

Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x40-8.8	18.0	35	33	--	54	35.0
2	ISO 4017-M16x40-8.8	18.0	35	43	--	54	35.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia

Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	4.934	50.240	9.82	Vástago	0.000	90.432	0.00	9.82	9.82
	Aplastamiento	4.934	77.374	6.38	Punzonamiento	0.000	101.975	0.00		
2	Sección transversal	4.724	50.240	9.40	Vástago	0.000	90.432	0.00	9.40	9.40
	Aplastamiento	4.676	78.420	5.96	Punzonamiento	0.000	101.975	0.00		

3) Viga (b) HE 120 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.66
	Tensiones combinadas	--	--	--	28.44
	Pandeo local	N/mm ²	74.44	230.97	32.23
	Aplastamiento	kN	18.32	78.71	23.28
	Desgarro	kN	36.64	62.90	58.25
Alma	Aplastamiento	kN	18.34	64.00	28.66
	Desgarro	kN	36.64	141.03	25.98

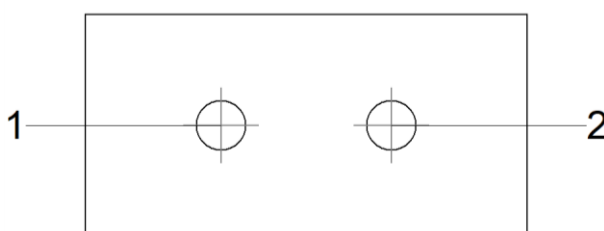
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	En ángulo	5	70	8.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	37.0	37.0	0.7	74.0	19.18	37.0	11.28	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x40-8.8	18.0	35	33	--	54	35.0
2	ISO 4017-M16x40-8.8	18.0	35	43	--	54	35.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	18.344	50.240	36.51	Vástago	0.000	90.432	0.00	36.51	36.51
	Aplastamiento	18.344	83.523	21.96	Punzonamiento	0.000	101.975	0.00		
2	Sección transversal	18.324	50.240	36.47	Vástago	0.000	90.432	0.00	36.47	36.47
	Aplastamiento	18.324	78.713	23.28	Punzonamiento	0.000	101.975	0.00		

d) Medición

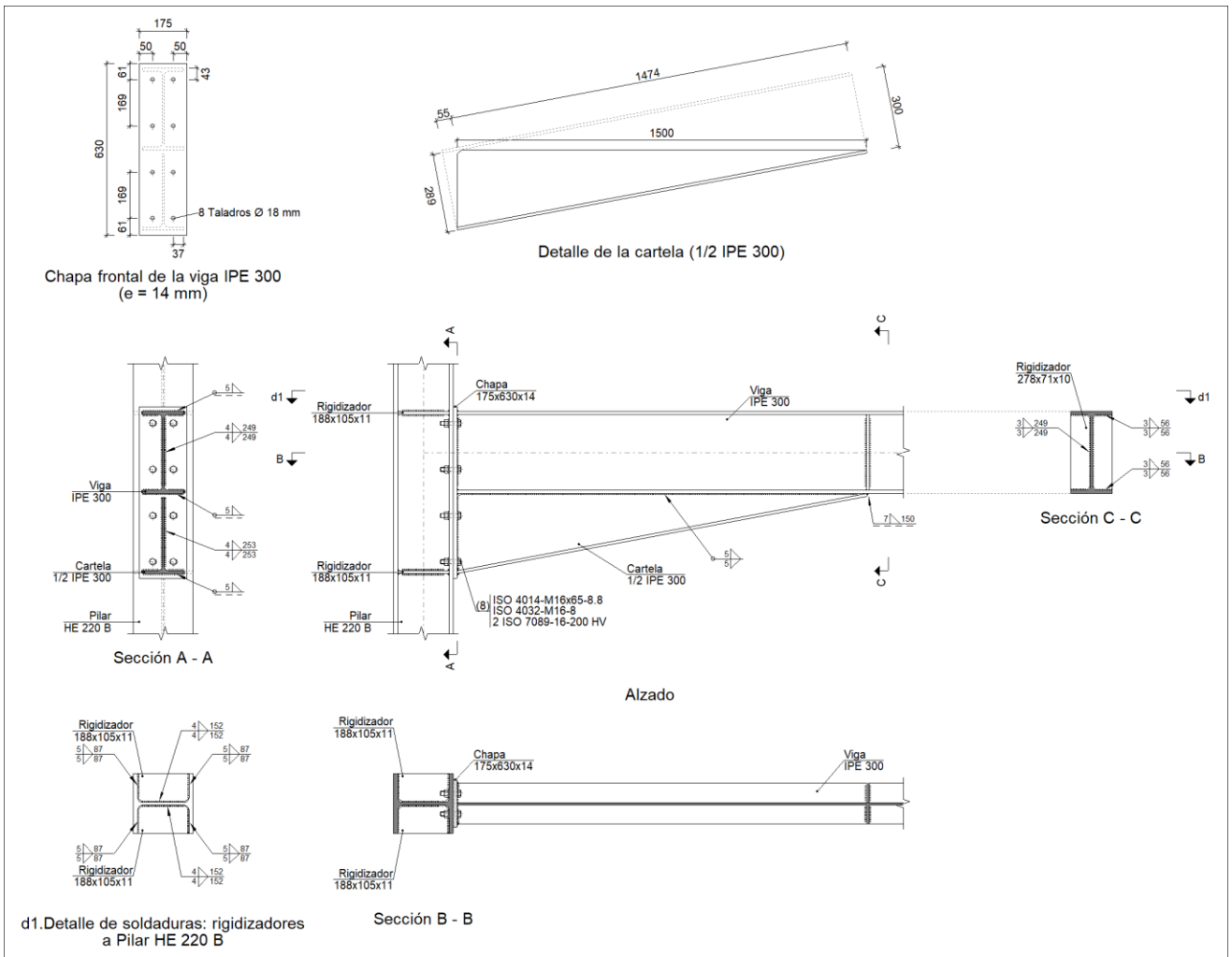
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	5	280

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	2	140x70x8	1.23
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	4	ISO 4017-M16x40
Tuercas	Clase 8	4	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	8	ISO 7089-16

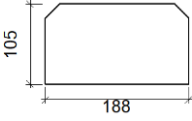
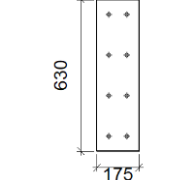
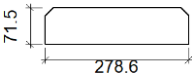
Tipo 69

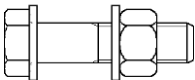
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

		Perfiles							
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		188	105	11	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga IPE 300		175	630	14	8	18	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador de refuerzo del extremo de la cartela		278.6	71.5	10	-	-	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M16x65-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	65	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia							
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)		
Panel	Esbeltez	--	--	--	30.58		
	Cortante	kN	501.85	768.77	65.28		
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	89.78	261.90	34.28		
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	73.17	261.90	27.94		
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	89.83	261.90	34.30		
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	73.14	261.90	27.93		
Ala	Cortante	N/mm ²	78.54	261.90	29.99		
Viga IPE 300	Ala	Tracción por flexión	kN	119.63	180.86	66.15	
		Tracción	kN	24.84	239.46	10.37	
	Alma	Tracción	kN	78.32	160.31	48.85	

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	69.8	69.8	0.2	139.7	36.19	69.8	21.29	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	55.4	96.0	24.88	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	56.9	56.9	0.1	113.8	29.50	56.9	17.35	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	53.4	92.6	23.99	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	69.9	69.9	0.2	139.7	36.21	69.9	21.30	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	55.5	96.1	24.89	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	56.9	56.9	0.1	113.8	29.49	56.9	17.35	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	53.4	92.6	23.99	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	119.63	180.86	66.15
Ala	Compresión	kN	182.34	427.80	42.62
	Tracción	kN	31.84	210.18	15.15
Alma	Tracción	kN	78.32	194.43	40.28
Rigidizadores	Cortante	kN	2.23	421.27	0.53

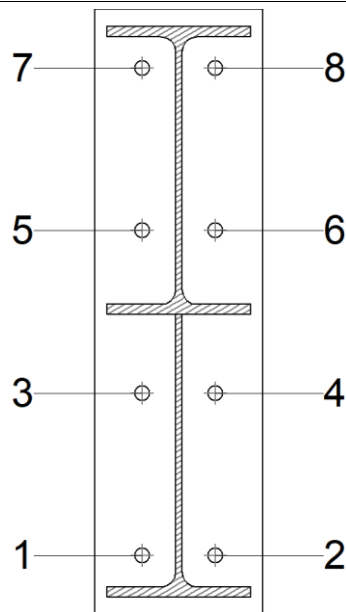
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	249	7.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	90.00	
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	4	268	7.1	90.00	
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	5	150	10.7	79.30	
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	5	1500	7.1	90.00	
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	7	150	10.7	79.30	
Soldadura del rigidizador de refuerzo del extremo de la cartela a las alas	En ángulo	3	249	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador de refuerzo del extremo de la cartela al alma	En ángulo	3	56	7.1	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	89.9	89.9	0.1	179.8	46.60	89.9	27.41	410.0	0.85
Soldadura del alma	82.6	82.6	32.3	174.4	45.20	82.6	25.19	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	0.0	0.0	0.2	0.4	0.10	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	57.3	57.3	32.5	127.6	33.06	57.3	17.46	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	57.2	69.0	0.0	132.5	34.34	65.3	19.92	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	27.4	47.4	12.28	0.0	0.01	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura del rigidizador de refuerzo del extremo de la cartela a las alas	1.1	1.1	0.0	2.1	0.55	1.1	0.32	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador de refuerzo del extremo de la cartela al alma	0.0	0.0	6.6	11.4	2.96	0.0	0.00	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	169	76	32.6
2	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	169	76	32.6
3	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	169	76	33.0
4	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	169	76	33.0
5	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	169	76	33.0
6	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	169	76	33.0
7	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	169	76	32.6
8	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	169	76	32.6

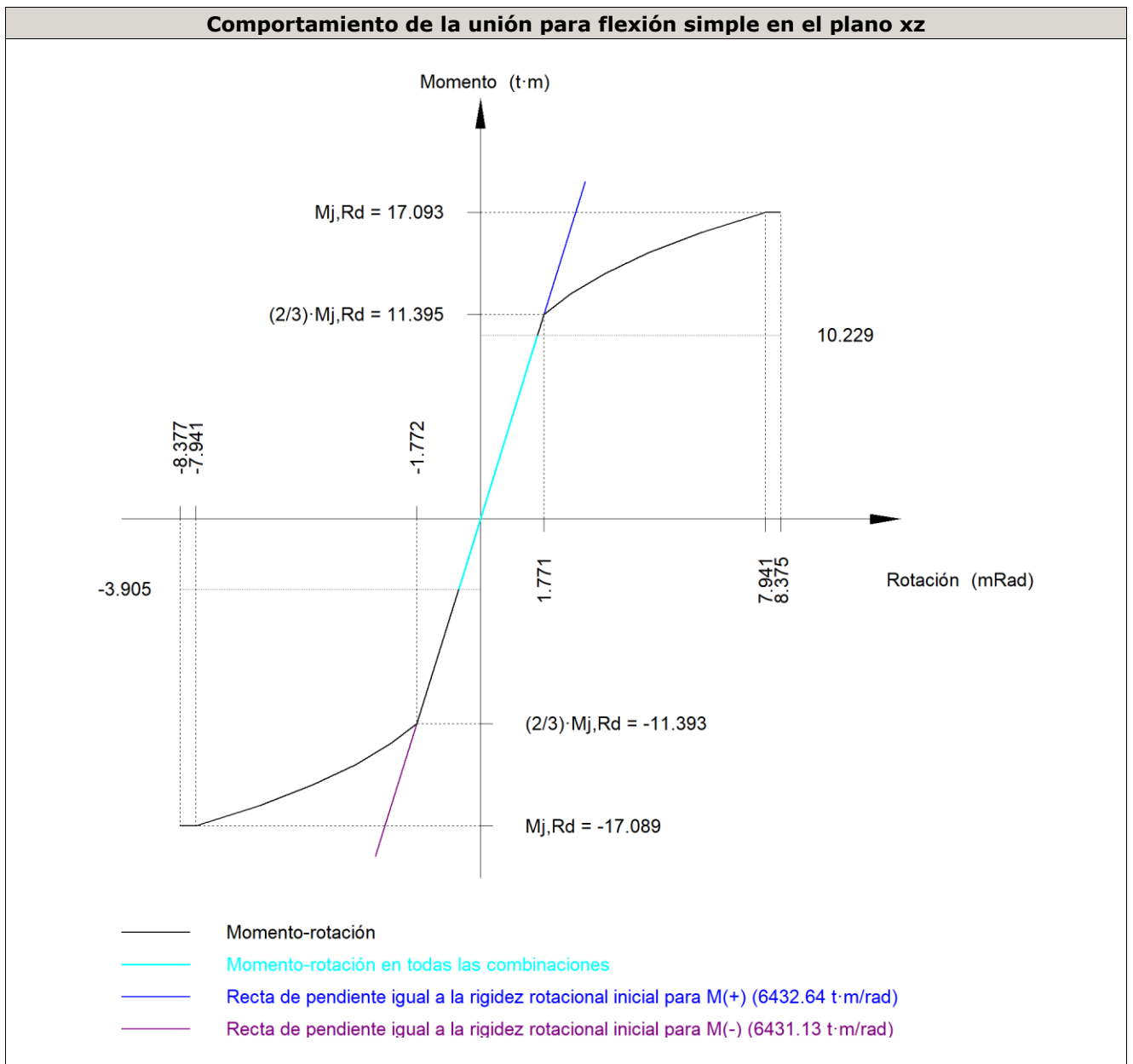
--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	64.318	64.340	99.97	Vástago	19.813	90.432	21.91	99.97	99.97
	Aplastamiento	72.015	183.680	39.21	Punzonamiento	19.813	219.639	9.02		
2	Sección transversal	64.318	64.340	99.97	Vástago	19.829	90.432	21.93	99.97	99.97
	Aplastamiento	72.015	183.680	39.21	Punzonamiento	19.829	219.639	9.03		
3	Sección transversal	18.006	64.340	27.99	Vástago	19.731	90.432	21.82	41.54	41.54
	Aplastamiento	18.006	183.680	9.80	Punzonamiento	19.731	219.639	8.98		
4	Sección transversal	18.002	64.340	27.98	Vástago	19.731	90.432	21.82	41.53	41.53
	Aplastamiento	18.002	183.680	9.80	Punzonamiento	19.731	219.639	8.98		

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
5	Sección transversal	18.006	64.340	27.99	Vástago	43.072	90.432	47.63	59.98	59.98
	Aplastamiento	18.006	183.680	9.80	Punzonamiento	43.072	219.639	19.61		
6	Sección transversal	18.002	64.340	27.98	Vástago	43.072	90.432	47.63	59.97	59.97
	Aplastamiento	18.002	183.680	9.80	Punzonamiento	43.072	219.639	19.61		
7	Sección transversal	45.083	64.340	70.07	Vástago	59.817	90.432	66.15	73.22	73.22
	Aplastamiento	45.083	183.680	24.54	Punzonamiento	59.817	219.639	27.23		
8	Sección transversal	45.083	64.340	70.07	Vástago	59.817	90.432	66.15	73.21	73.21
	Aplastamiento	45.083	183.679	24.54	Punzonamiento	59.817	219.639	27.23		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	673.00	6432.64
Calculada para momentos negativos	673.00	6431.13

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.16	1.80	64.70
Momento resistente	kNm	100.35	167.68	59.85
Capacidad de rotación	mRad	189.872	667	28.48

d) Medición

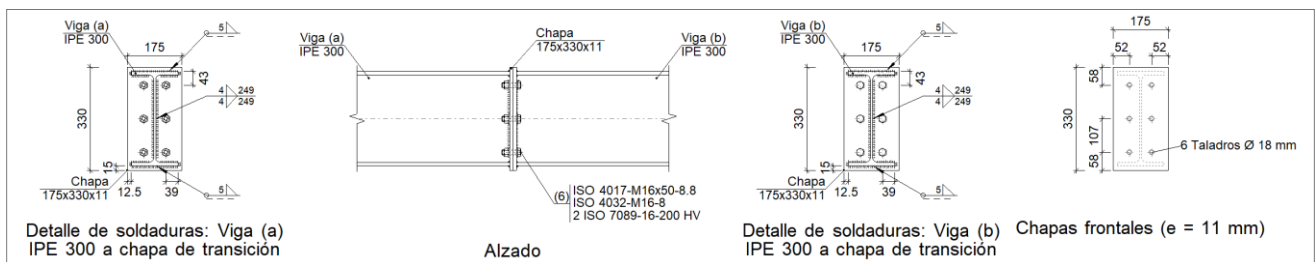
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	1446
			4	2250
			5	5224
			7	150

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	278x71x10	3.13
		4	188x105x11	6.82
	Chapas	1	175x630x14	12.12
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	8	ISO 4014-M16x65
Tuercas	Clase 8	8	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	16	ISO 7089-16

Tipo 70

a) Detalle

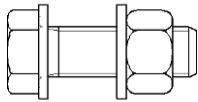


b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Canto total (mm)	Geometría			Tipo	Acero	
				Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)		f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal		175	330	11	6	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x50-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	50	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Viga (a) IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	102.74	153.59	66.89
Ala	Aplastamiento	kN	158.39	420.36	37.68
	Tracción	kN	26.66	210.18	12.68
Alma	Tracción	kN	49.43	138.38	35.72

Cordones de soldadura

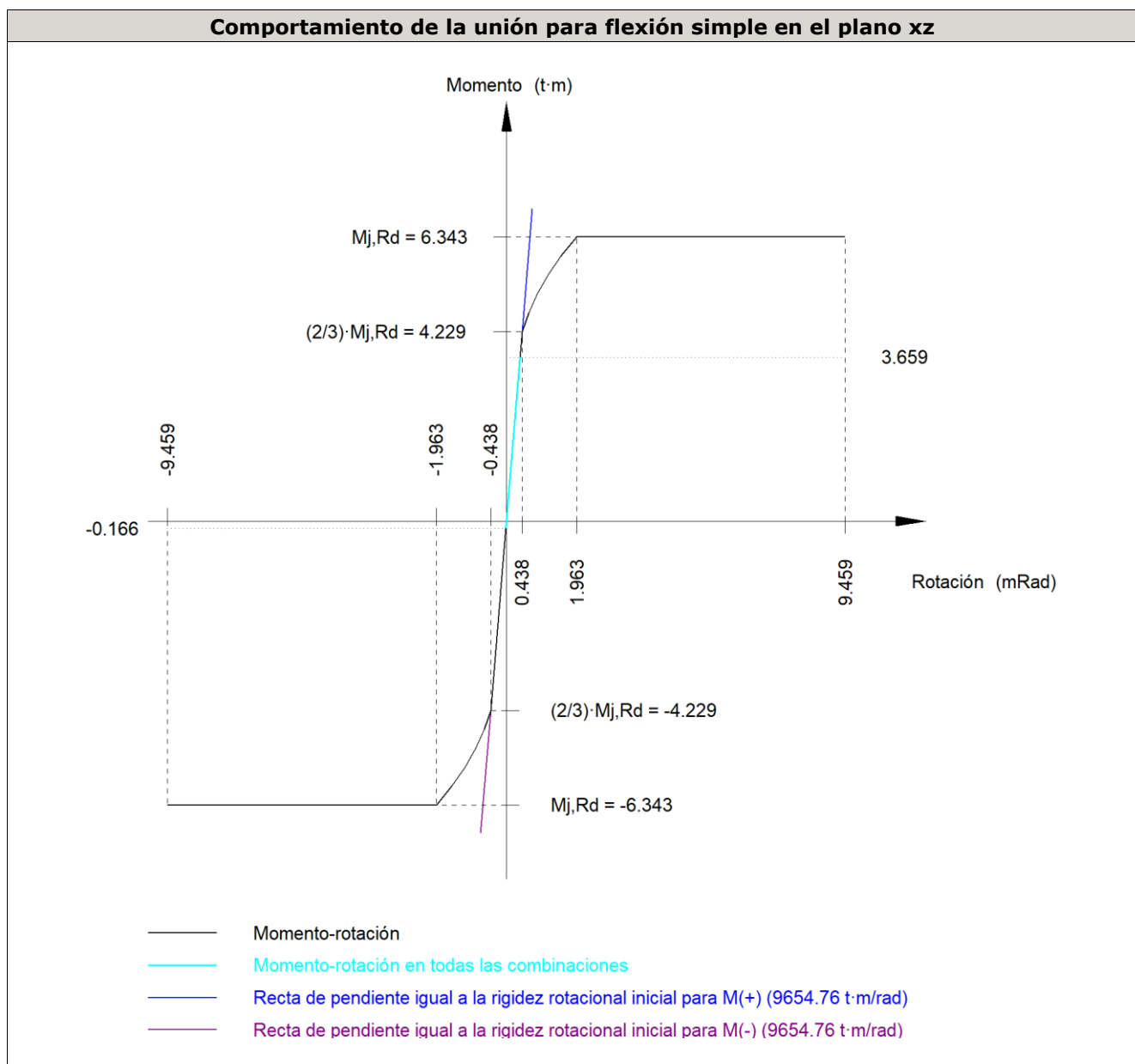
Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	249	7.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	77.2	77.2	0.5	154.4	40.02	77.2	23.54	410.0	0.85

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	77.1	77.1	48.1	175.3	45.44	77.1	23.51	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	82.5	82.5	0.5	165.0	42.76	82.5	25.15	410.0	0.85

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	3691.08	9654.76
Calculada para momentos negativos	3691.08	9654.76



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.10	1.80	61.16

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Momento resistente	kNm	35.90	62.22	57.70
Capacidad de rotación	mRad	40.071	667	6.01

2) Viga (b) IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	102.74	153.59	66.89
Ala	Compresión	kN	158.39	420.36	37.68
	Tracción	kN	26.66	210.18	12.68
Alma	Tracción	kN	49.43	138.38	35.72

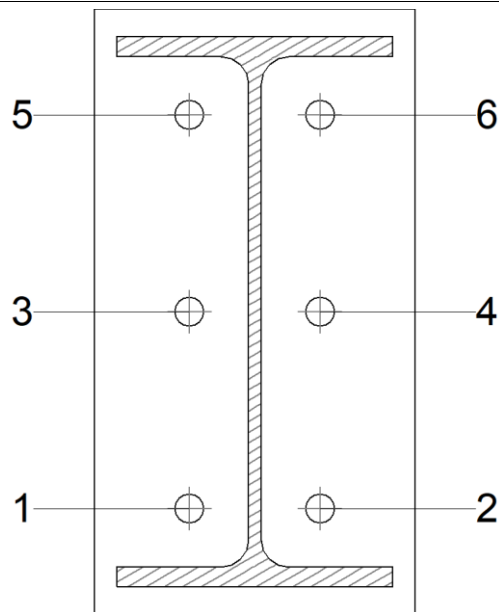
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	249	7.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	77.2	77.2	0.5	154.4	40.02	77.2	23.54	410.0	0.85
Soldadura del alma	77.1	77.1	48.1	175.3	45.44	77.1	23.51	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	82.5	82.5	0.5	165.0	42.76	82.5	25.15	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



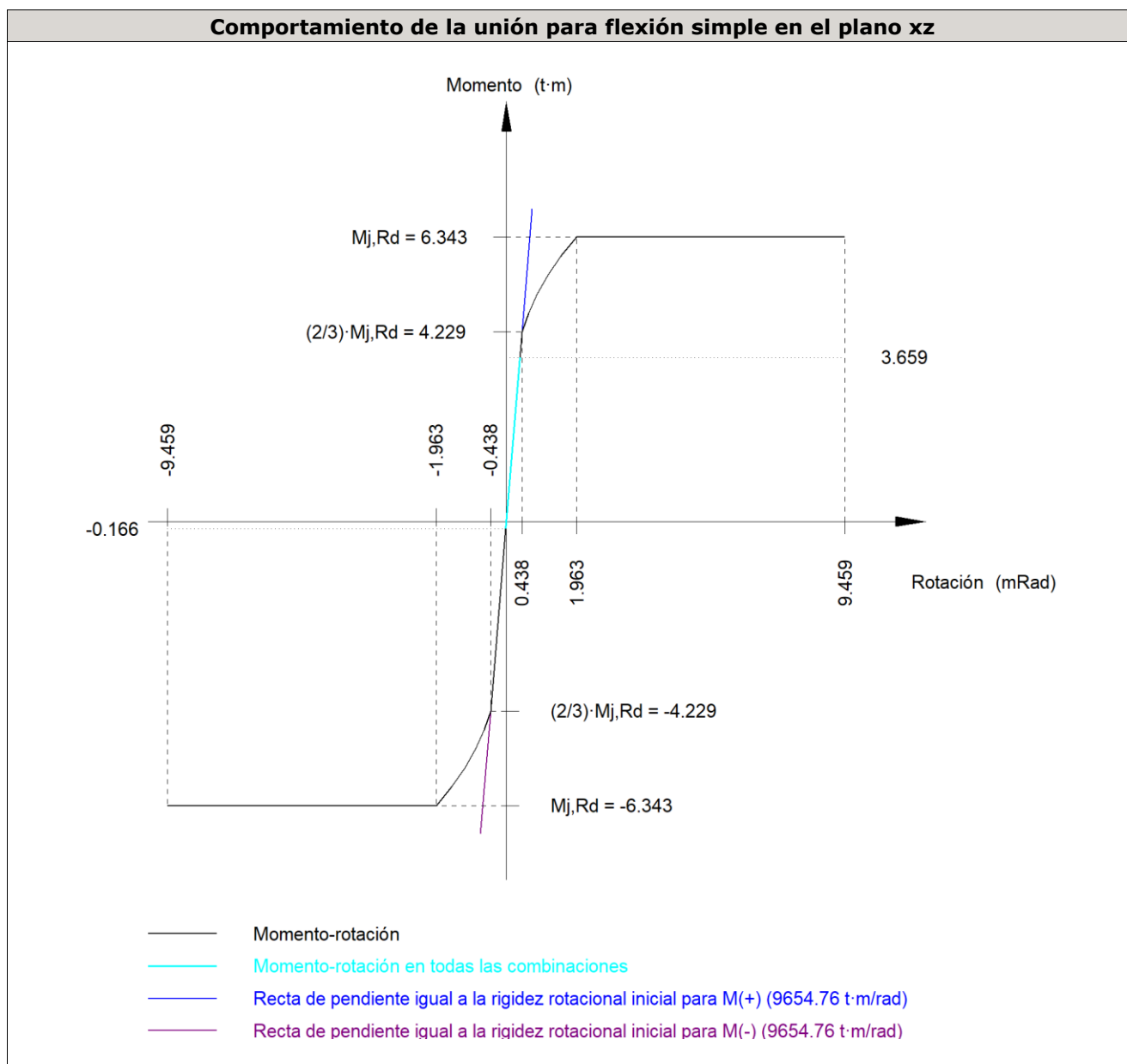
Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0
2	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0
3	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0
4	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0
5	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0
6	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	--	52	107	71	32.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	40.487	50.240	80.59	Vástago	4.679	90.432	5.17	80.59	80.59
	Aplastamiento	40.487	144.317	28.05	Punzonamiento	4.679	172.573	2.71		
2	Sección transversal	16.125	50.240	32.10	Vástago	15.213	90.432	16.82	35.68	35.68
	Aplastamiento	16.125	144.320	11.17	Punzonamiento	15.213	172.573	8.82		
3	Sección transversal	16.161	50.240	32.17	Vástago	36.523	90.432	40.39	60.64	60.64
	Aplastamiento	16.161	144.319	11.20	Punzonamiento	36.523	172.573	21.16		
4	Sección transversal	16.126	50.240	32.10	Vástago	39.075	90.432	43.21	62.59	62.59
	Aplastamiento	16.126	144.320	11.17	Punzonamiento	39.075	172.573	22.64		
5	Sección transversal	16.162	50.240	32.17	Vástago	58.376	90.432	64.55	77.90	77.90

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
0	Aplastamiento	16.162	144.319	11.20	Punzonamiento	58.376	172.573	33.83		
6	Sección transversal	16.127	50.240	32.10	Vástago	60.493	90.432	66.89	79.51	79.51
	Aplastamiento	16.127	144.320	11.17	Punzonamiento	60.493	172.573	35.05		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	3691.08	9654.76
Calculada para momentos negativos	3691.08	9654.76



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.10	1.80	61.16
Momento resistente	kNm	35.90	62.22	57.70
Capacidad de rotación	mRad	40.071	667	6.01

d) Medición

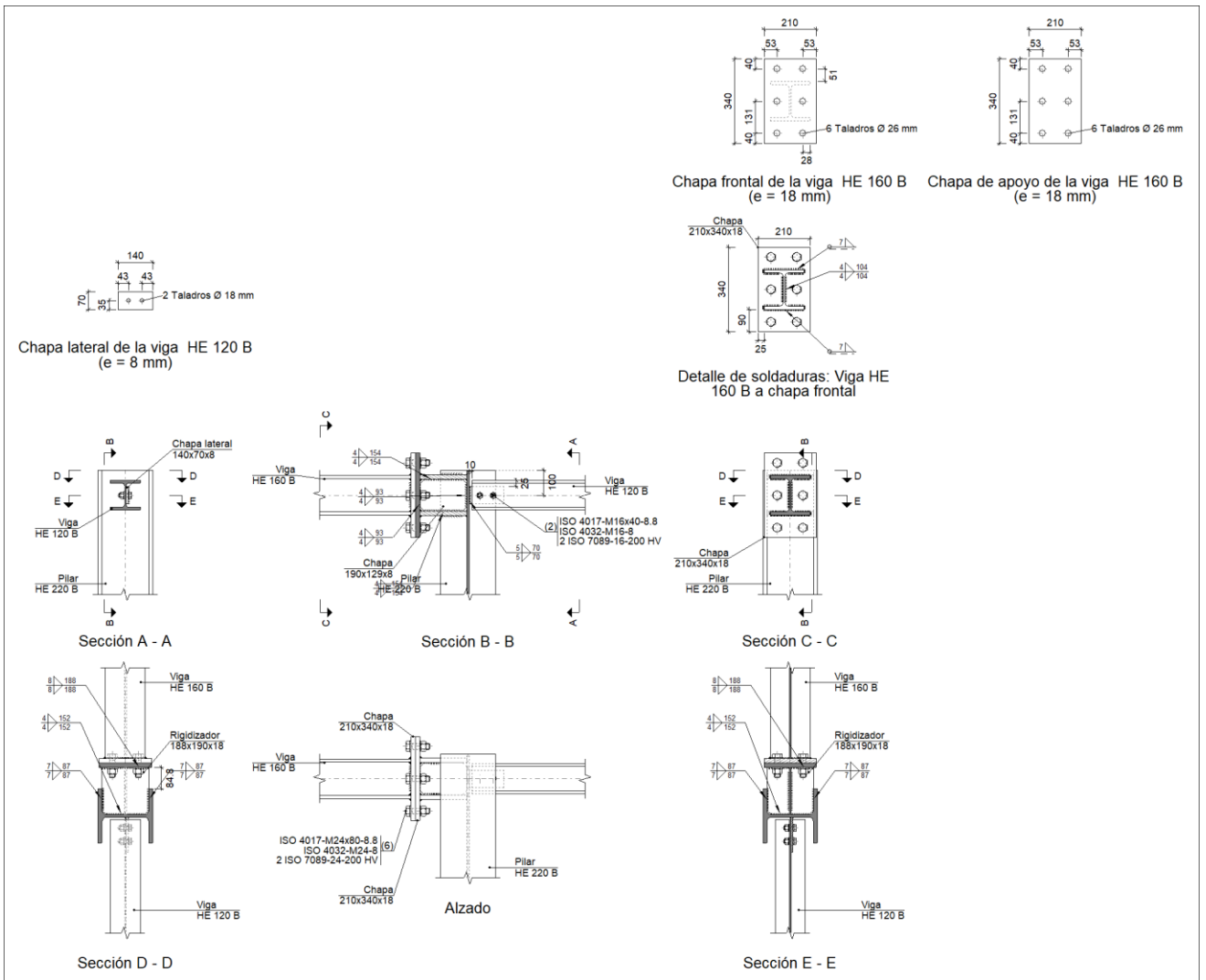
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	994
			5	1137

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	2	175x330x11	9.97
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4017-M16x50
Tuercas	Clase 8	6	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	12	ISO 7089-16

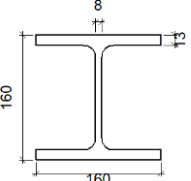
Tipo 71

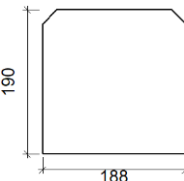
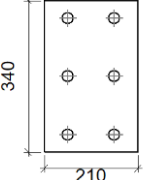
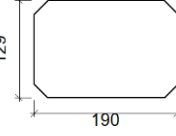
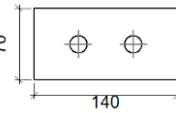
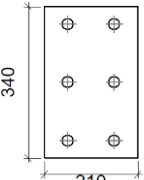
a) Detalle



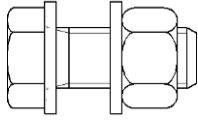
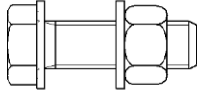
b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 120 B		120	120	11	6.5	S275	2803.3	4179.4

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	HE 160 B		160	160	13	8	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		188	190	18	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa de apoyo de la viga Viga HE 160 B		210	340	18	6	26	S275	2803.3	4179.4
Chapa vertical de la viga Viga HE 160 B		190	129	8	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa lateral: Viga HE 120 B		140	70	8	2	18	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga HE 160 B		210	340	18	6	26	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x40-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	40	8.8	6524.0	8154.9
ISO 4017-M24x80-8.8 ISO 4032-M24-8 2 ISO 7089-24-200 HV		M24	80	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	--	--	--	30.58	
	Cortante	kN	1.61	284.43	0.57	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	274.15	261.90	104.68	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	289.33	261.90	110.47	
Chapa frontal [Viga HE 160 B]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00	
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00	
Chapa vertical [Viga HE 160 B]	Cortante	kN	138.66	186.29	74.43	
Ala	Desgarro	N/mm ²	154.21	261.90	58.88	
	Cortante	N/mm ²	207.88	261.90	79.37	
Viga HE 120 B	Alma	Punzonamiento	kN	33.33	291.66	11.43
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	33.33	73.91	45.09
Viga HE 160 B	Rigidizadores	Tracción	kN	128.74	377.14	34.14
	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	237.93	235.60	100.99
	Chapa vertical	Tracción	kN	118.97	162.00	73.44

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	7	87	16.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	8	210	18.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	7	87	16.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	8	210	18.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	4	93	8.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	4	93	8.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	4	154	8.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	4	154	8.0	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ _∥ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	203.5	352.5	91.34	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	1.3	2.3	0.59	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	101.3	101.3	0.4	202.7	52.52	101.3	30.89	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	214.8	372.0	96.40	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	1.7	2.9	0.74	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	109.6	109.6	0.0	219.2	56.79	109.6	33.41	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	90.0	155.9	40.40	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	90.0	155.9	40.40	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	112.6	194.9	50.52	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	87.6	151.8	39.34	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga HE 120 B

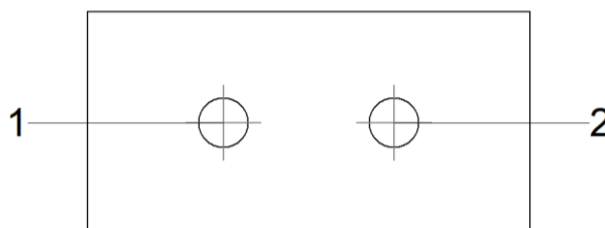
Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.66
	Tensiones combinadas	--	--	--	26.28
	Pandeo local	N/mm ²	44.29	230.97	19.17
	Aplastamiento	kN	16.74	78.61	21.29
	Desgarro	kN	33.34	62.90	53.00
Alma	Aplastamiento	kN	16.74	52.26	32.03
	Desgarro	kN	33.34	141.03	23.64

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	En ángulo	5	70	8.0	90.00	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	33.7	33.7	1.2	67.4	17.46	33.7	10.27	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x40-8.8	18.0	35	33	--	54	35.0
2	ISO 4017-M16x40-8.8	18.0	35	43	--	54	35.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	16.737	50.240	33.31	Vástago	0.000	90.432	0.00	33.31	33.31
	Aplastamiento	16.737	78.605	21.29	Punzonamiento	0.000	101.975	0.00		
2	Sección transversal	16.679	50.240	33.20	Vástago	0.000	90.432	0.00	33.20	33.20
	Aplastamiento	16.679	83.543	19.96	Punzonamiento	0.000	101.975	0.00		

3) Viga HE 160 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	237.93	206.51	115.22
Ala	Compresión	kN	291.29	544.76	53.47
	Tracción	kN	128.39	272.38	47.14
Alma	Tracción	kN	25.85	249.95	10.34

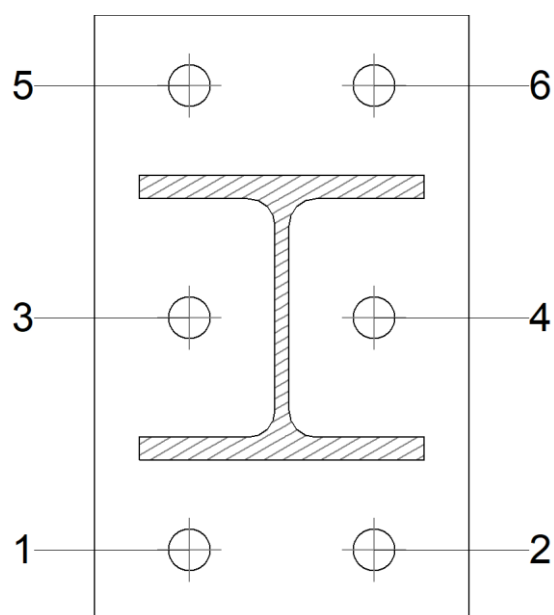
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	7	160	13.0	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	104	8.0	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	7	160	13.0	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	150.2	150.2	0.6	300.4	77.86	150.2	45.80	410.0	0.85
Soldadura del alma	93.3	93.3	80.5	233.0	60.37	93.3	28.45	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	153.2	153.2	0.0	306.3	79.38	153.2	46.70	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



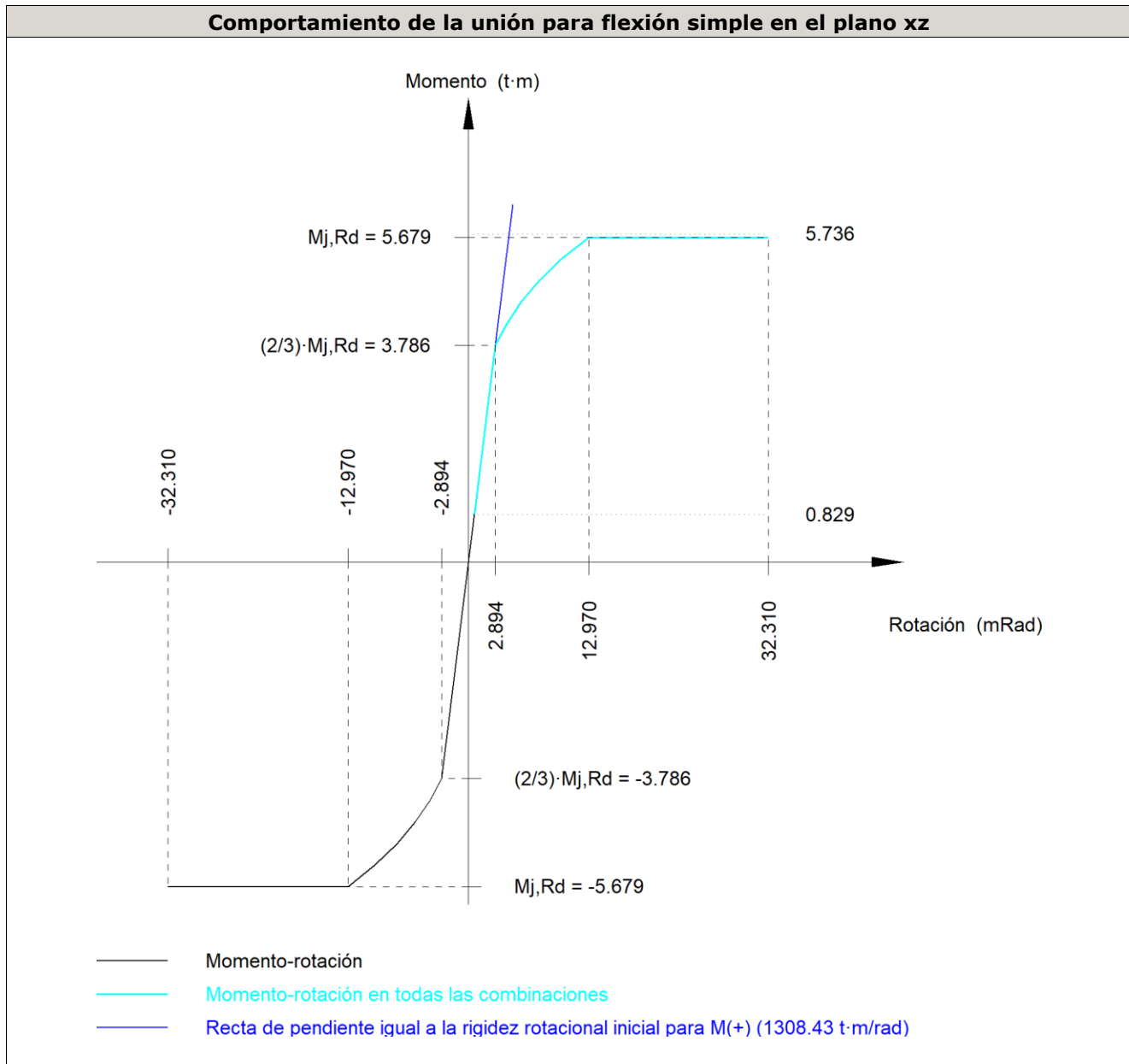
Disposición							
Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M24x80-8.8	26.0	40	53	131	104	39.5
2	ISO 4017-M24x80-8.8	26.0	40	53	131	104	39.5
3	ISO 4017-M24x80-8.8	26.0	--	53	131	104	48.0
4	ISO 4017-M24x80-8.8	26.0	--	53	131	104	48.0
5	ISO 4017-M24x80-8.8	26.0	40	53	131	104	39.5
6	ISO 4017-M24x80-8.8	26.0	40	53	131	104	39.5

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	33.147	112.960	29.34	Vástago	0.000	203.328	0.00	29.34	29.34
	Aplastamiento	33.147	354.227	9.36	Punzonamiento	0.000	420.390	0.00		
2	Sección transversal	33.147	112.960	29.34	Vástago	0.000	203.328	0.00	29.34	29.34
	Aplastamiento	33.147	354.240	9.36	Punzonamiento	0.000	420.390	0.00		
3	Sección transversal	11.109	112.960	9.83	Vástago	38.327	203.328	18.85	23.30	23.30
	Aplastamiento	11.109	354.181	3.14	Punzonamiento	38.327	420.390	9.12		
4	Sección transversal	11.214	112.960	9.93	Vástago	35.878	203.328	17.65	22.52	22.52
	Aplastamiento	11.214	354.240	3.17	Punzonamiento	35.878	420.390	8.53		
5	Sección transversal	11.112	112.960	9.84	Vástago	194.866	203.328	95.84	78.29	95.84
	Aplastamiento	11.112	179.424	6.19	Punzonamiento	194.866	420.390	46.35		
6	Sección transversal	11.217	112.960	9.93	Vástago	191.343	203.328	94.11	77.15	94.11
	Aplastamiento	11.217	179.445	6.25	Punzonamiento	191.343	420.390	45.52		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	734.77	1308.43
Calculada para momentos negativos	734.77	1308.43

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	0.51	1.80	28.21
Momento resistente	kNm	56.27	55.71	101.01
Capacidad de rotación	mRad	416.581	667	62.49

d) Medición

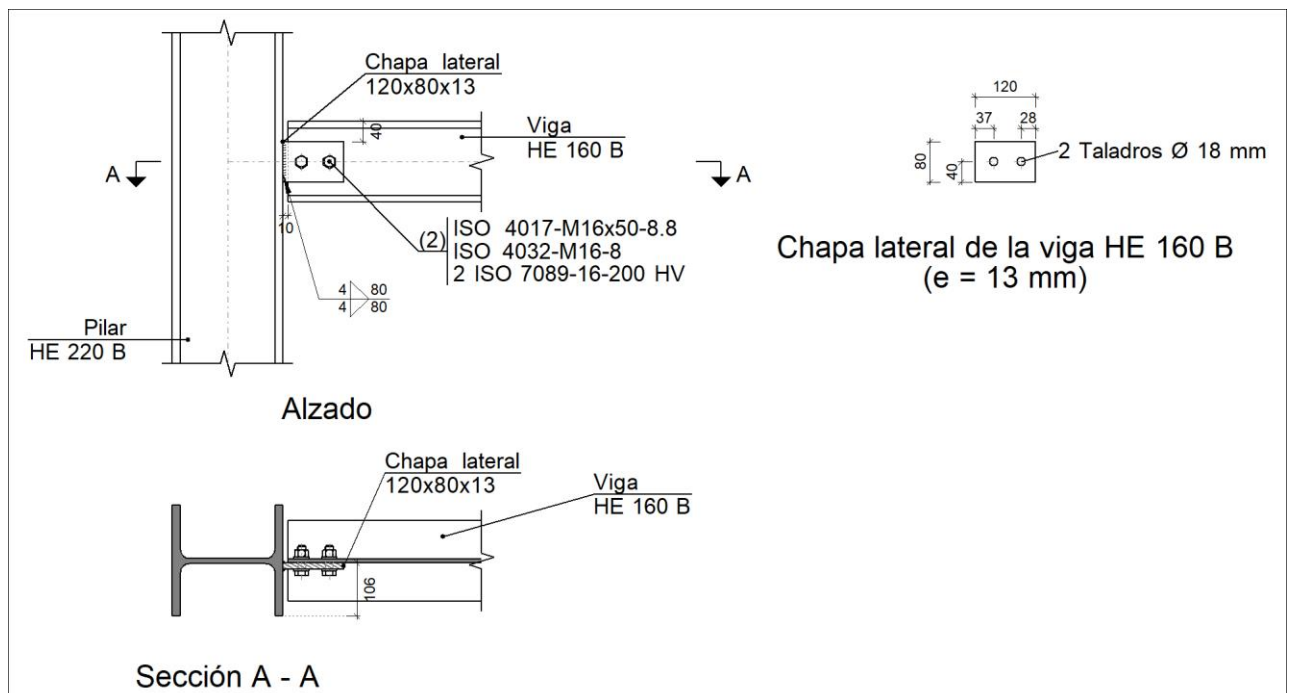
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1804
			5	140
			7	1314
			8	840

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	188x190x18	10.09
	Chapas	1	140x70x8	0.62
		1	190x129x8	1.54
		2	210x340x18	20.18
	Total			

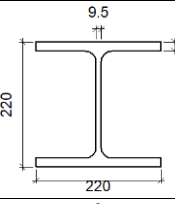
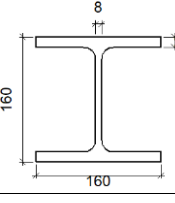
Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	2	ISO 4017-M16x40
		6	ISO 4017-M24x80
Tuercas	Clase 8	2	ISO 4032-M16
		6	ISO 4032-M24
Arandelas	Dureza 200 HV	4	ISO 7089-16
		12	ISO 7089-24

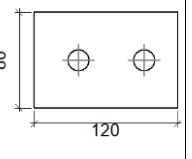
Tipo 72

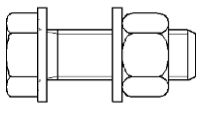
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 160 B		160	160	13	8	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios										
Pieza	Geometría					Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)	
Chapa lateral: Viga HE 160 B		120	80	13	2	18	S275	2803.3	4179.4	

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x50-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	50	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

2) Viga HE 160 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacción flexión - cortante	--	--	--	1.80
	Tensiones combinadas	--	--	--	93.70

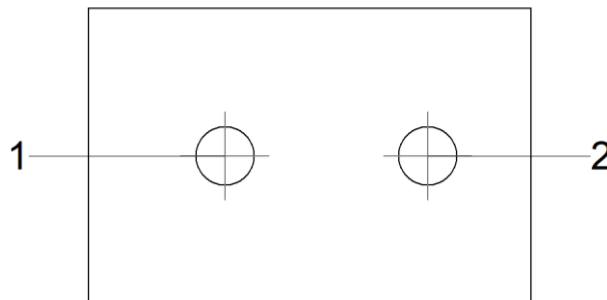
	Pandeo local	N/mm ²	160.39	258.29	62.10
	Aplastamiento	kN	49.86	125.47	39.74
	Desgarro	kN	47.89	121.88	39.29
Alma	Aplastamiento	kN	49.86	102.07	48.85
	Desgarro	kN	47.89	199.60	23.99

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	En ángulo	4	80	13.0	90.00	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	45.2	45.9	38.0	112.7	29.21	46.0	14.01	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	40	27	--	55	37.0
2	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	40	28	--	55	28.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	49.861	50.240	99.25	Vástago	4.794	90.432	5.30	99.98	99.98
	Aplastamiento	49.861	125.466	39.74	Punzonamiento	4.794	125.508	3.82		
2	Sección transversal	26.327	50.240	52.40	Vástago	1.090	90.432	1.21	52.48	52.48
	Aplastamiento	26.327	129.187	20.38	Punzonamiento	1.090	125.508	0.87		

d) Medición

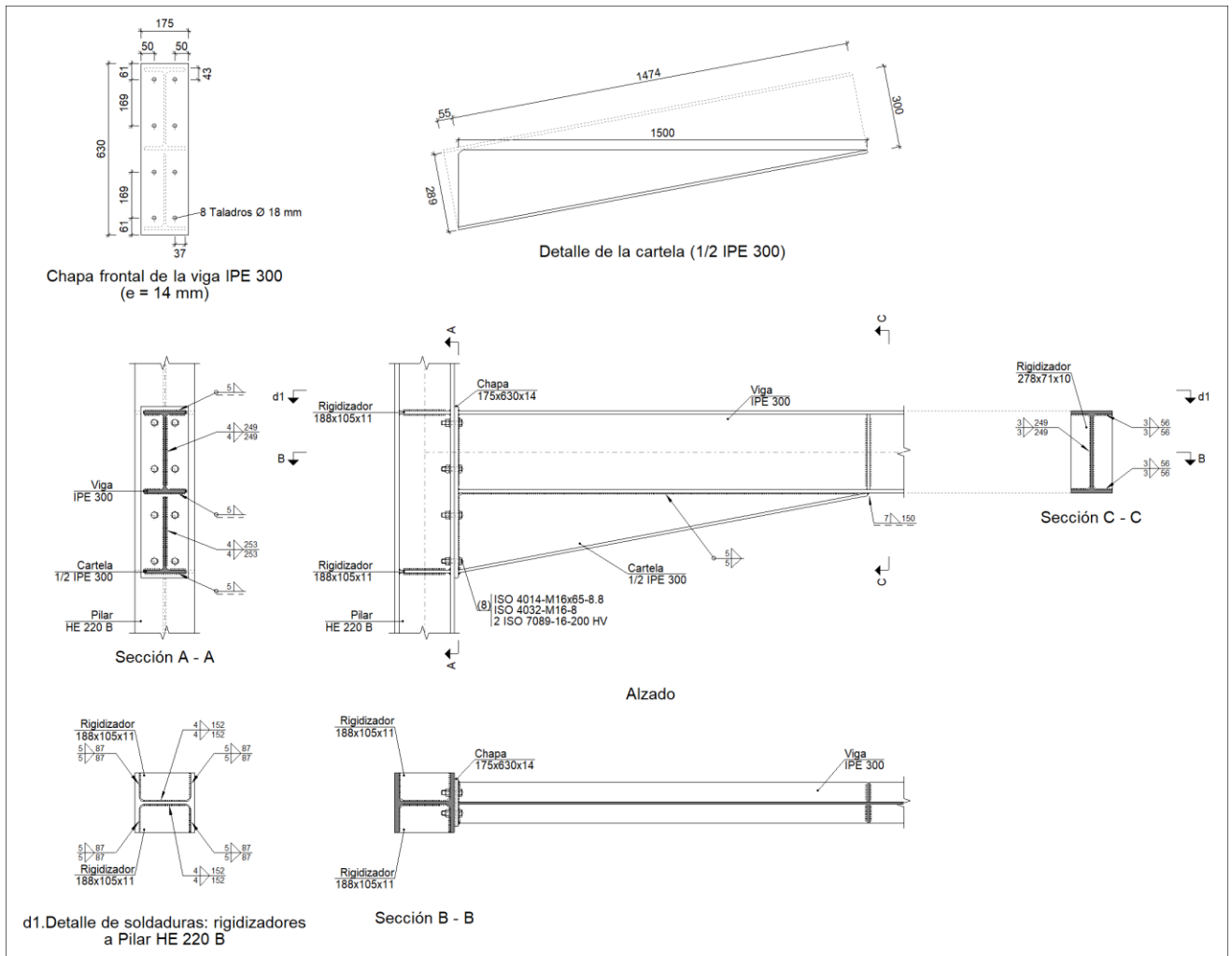
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	160

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	1	120x80x13	0.98
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	2	ISO 4017-M16x50
Tuercas	Clase 8	2	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	4	ISO 7089-16

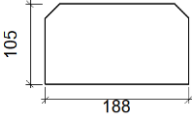
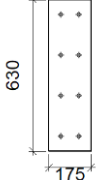
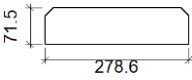
Tipo 74

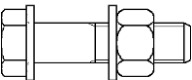
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

		Perfiles							
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f _v (kp/cm ²)	f _u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		188	105	11	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga IPE 300		175	630	14	8	18	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador de refuerzo del extremo de la cartela		278.6	71.5	10	-	-	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M16x65-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	65	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	--	--	--	30.58	
	Cortante	kN	475.57	768.77	61.86	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	114.50	261.90	43.72	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	48.60	261.90	18.55	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	66.02	261.90	25.21	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	86.68	261.90	33.10	
Ala	Desgarro	N/mm ²	210.22	261.90	80.27	
	Cortante	N/mm ²	73.32	261.90	28.00	
Viga IPE 300	Ala	Tracción por flexión	kN	118.26	180.86	65.39
		Tracción	kN	24.55	239.46	10.25
	Alma	Tracción	kN	79.41	160.31	49.53

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	88.5	88.5	8.2	177.6	46.01	88.5	26.98	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	70.7	122.5	31.74	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	37.2	37.2	5.3	75.0	19.44	37.2	11.35	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	35.1	60.8	15.74	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	51.2	51.2	3.2	102.6	26.58	51.2	15.61	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	40.8	70.7	18.32	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	66.8	66.8	7.4	134.2	34.79	66.8	20.37	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	63.2	109.5	28.37	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	118.26	180.86	65.39
Ala	Compresión	kN	166.18	427.80	38.85
	Tracción	kN	31.48	210.18	14.98
Alma	Tracción	kN	79.41	194.43	40.84
Rigidizadores	Cortante	kN	2.77	421.27	0.66

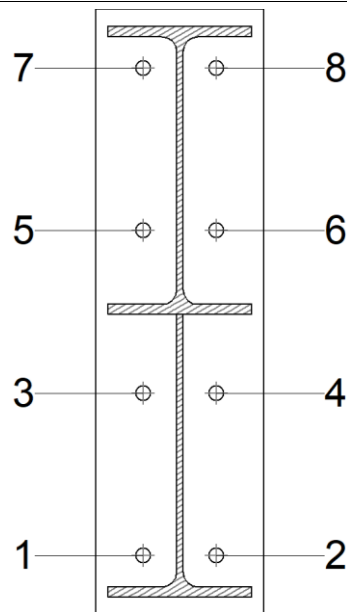
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	150	10.7	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	249	7.1	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	150	10.7	90.00	
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	4	268	7.1	90.00	
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	5	150	10.7	79.30	
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	5	1500	7.1	90.00	
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	7	150	10.7	79.30	
Soldadura del rigidizador de refuerzo del extremo de la cartela a las alas	En ángulo	3	249	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador de refuerzo del extremo de la cartela al alma	En ángulo	3	56	7.1	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	103.5	103.5	0.9	207.0	53.65	103.5	31.55	410.0	0.85
Soldadura del alma	81.7	81.7	26.0	169.4	43.90	81.7	24.90	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	0.0	0.0	0.5	0.9	0.23	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	51.8	51.8	26.3	113.2	29.34	51.8	15.80	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	88.7	107.0	0.1	205.5	53.25	103.7	31.62	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	22.7	39.3	10.19	0.1	0.02	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura del rigidizador de refuerzo del extremo de la cartela a las alas	1.3	1.3	0.0	2.6	0.68	1.3	0.40	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador de refuerzo del extremo de la cartela al alma	0.0	0.0	8.2	14.2	3.68	0.0	0.00	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	169	76	32.6
2	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	169	76	32.6
3	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	169	76	33.0
4	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	169	76	33.0
5	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	169	76	33.0
6	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	169	76	33.0
7	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	169	76	32.6
8	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	50	169	76	32.6

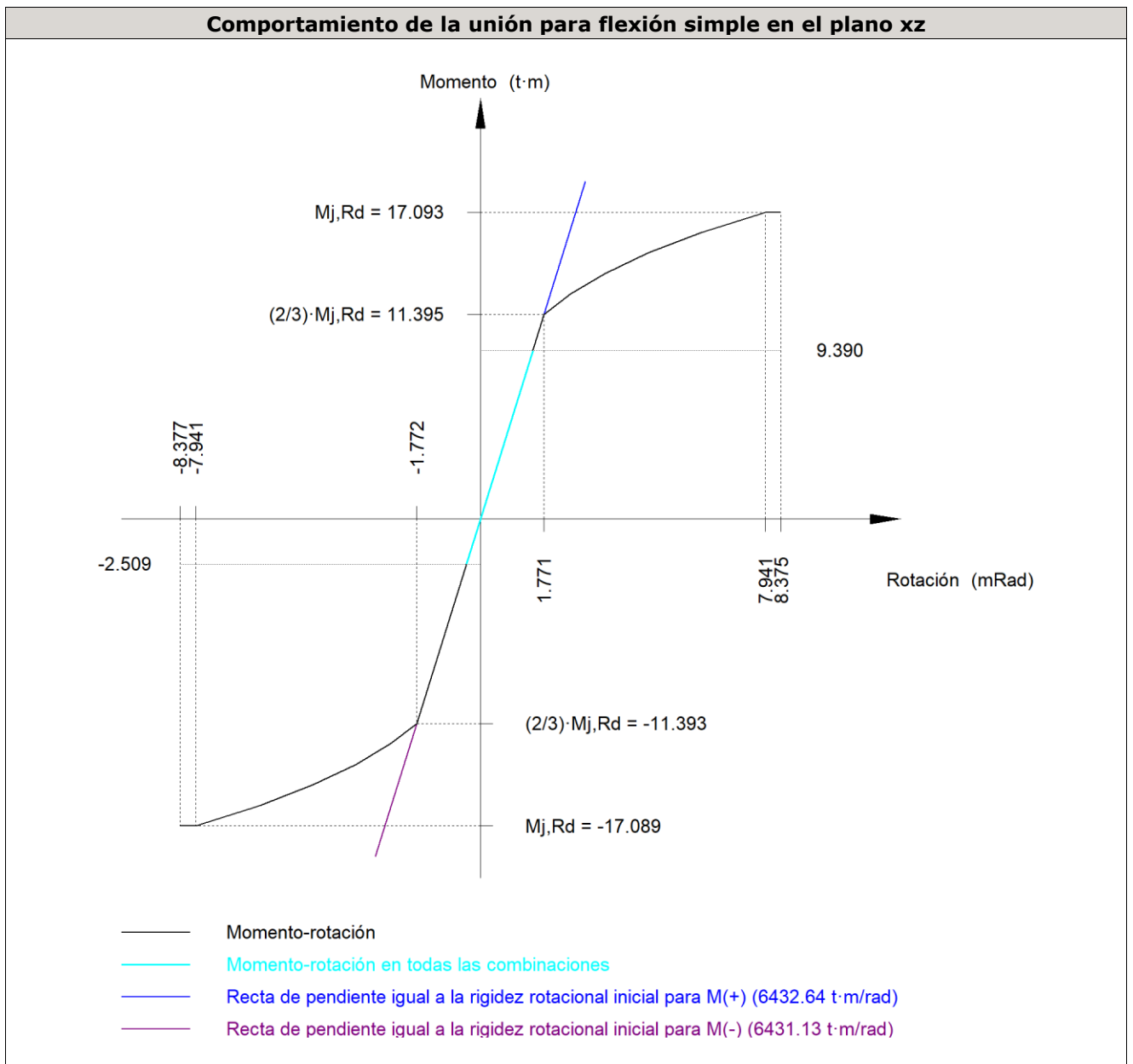
--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	59.158	64.340	91.95	Vástago	12.222	90.432	13.52	91.95	91.95
	Aplastamiento	95.465	183.680	51.97	Punzonamiento	12.222	219.639	5.56		
2	Sección transversal	64.301	64.340	99.94	Vástago	8.459	90.432	9.35	99.94	99.94
	Aplastamiento	89.302	183.680	48.62	Punzonamiento	8.459	219.639	3.85		
3	Sección transversal	14.863	64.340	23.10	Vástago	21.626	90.432	23.91	38.08	38.08
	Aplastamiento	14.863	183.679	8.09	Punzonamiento	21.626	219.639	9.85		
4	Sección transversal	14.910	64.340	23.17	Vástago	16.479	90.432	18.22	35.26	35.26
	Aplastamiento	14.910	183.680	8.12	Punzonamiento	16.479	219.639	7.50		

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
5	Sección transversal	14.864	64.340	23.10	Vástago	43.671	90.432	48.29	55.30	55.30
	Aplastamiento	14.864	183.677	8.09	Punzonamiento	43.671	219.639	19.88		
6	Sección transversal	14.911	64.340	23.17	Vástago	38.244	90.432	42.29	51.35	51.35
	Aplastamiento	14.911	183.680	8.12	Punzonamiento	38.244	219.639	17.41		
7	Sección transversal	14.866	64.340	23.11	Vástago	59.131	90.432	65.39	67.52	67.52
	Aplastamiento	14.866	183.673	8.09	Punzonamiento	59.131	219.639	26.92		
8	Sección transversal	21.873	64.340	34.00	Vástago	54.087	90.432	59.81	63.87	63.87
	Aplastamiento	21.873	183.680	11.91	Punzonamiento	54.087	219.639	24.63		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	673.00	6432.64
Calculada para momentos negativos	673.00	6431.13

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.16	1.80	64.70
Momento resistente	kNm	92.11	167.68	54.94
Capacidad de rotación	mRad	174.291	667	26.14

d) Medición

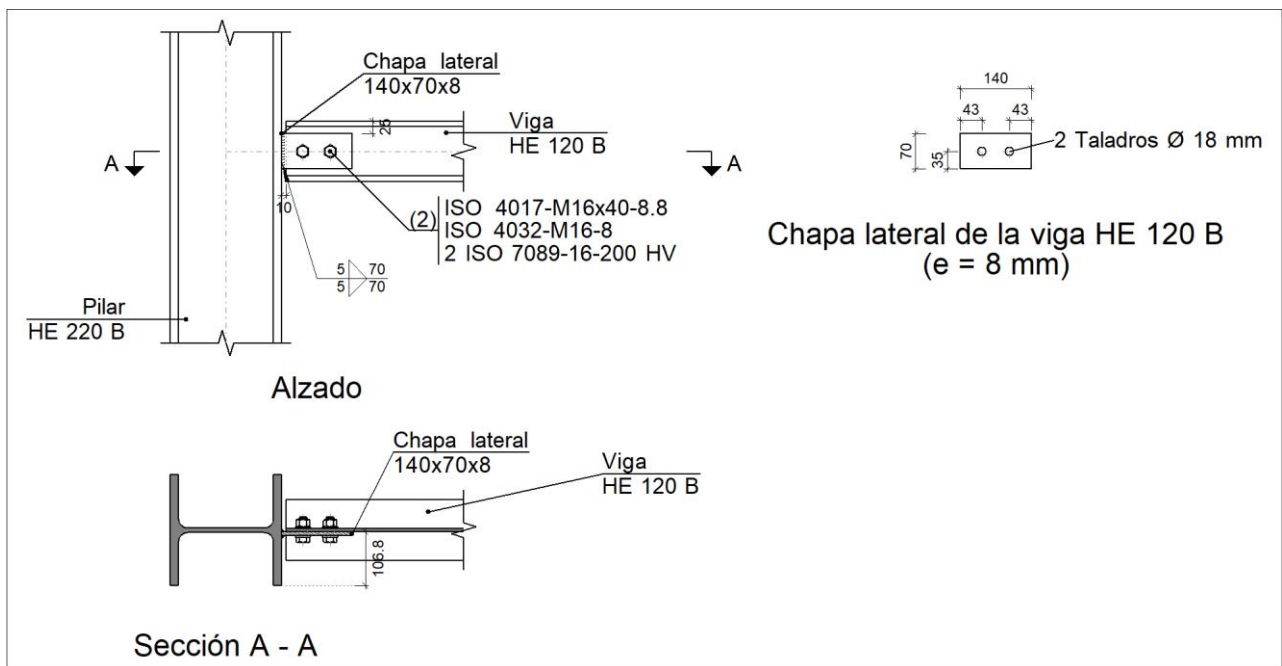
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	1446
			4	2250
			5	5224
			7	150

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	278x71x10	3.13
		4	188x105x11	6.82
	Chapas	1	175x630x14	12.12
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	8	ISO 4014-M16x65
Tuercas	Clase 8	8	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	16	ISO 7089-16

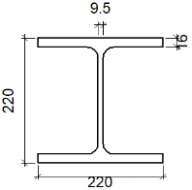
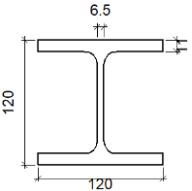
Tipo 75

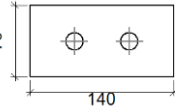
a) Detalle

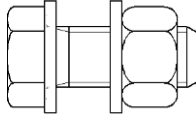


b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Canto total (mm)	Geometría			Acero		
				Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 120 B		120	120	11	6.5	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa lateral: Viga HE 120 B		140	70	8	2	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x40-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	40	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

2) Viga HE 120 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.66
	Tensiones combinadas	--	--	--	26.44
	Pandeo local	N/mm ²	44.53	230.97	19.28
	Aplastamiento	kN	16.74	78.60	21.30
	Desgarro	kN	33.34	62.90	53.00

Alma	Aplastamiento	kN	16.74	52.27	32.03
	Desgarro	kN	33.34	141.03	23.64

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

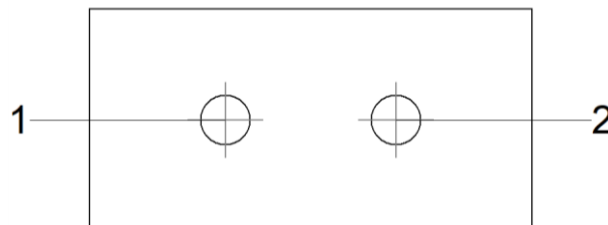
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	En ángulo	5	70	8.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	33.7	33.7	1.3	67.4	17.46	33.7	10.27	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición

Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x40-8.8	18.0	35	33	--	54	35.0
2	ISO 4017-M16x40-8.8	18.0	35	43	--	54	35.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia

Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	16.743	50.240	33.33	Vástago	0.000	90.432	0.00	33.33	33.33
	Aplastamiento	16.743	78.595	21.30	Punzonamiento	0.000	101.975	0.00		

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
2	Sección transversal	16.680	50.240	33.20	Vástago	0.000	90.432	0.00	33.20	33.20
	Aplastamiento	16.680	83.540	19.97	Punzonamiento	0.000	101.975	0.00		

d) Medición

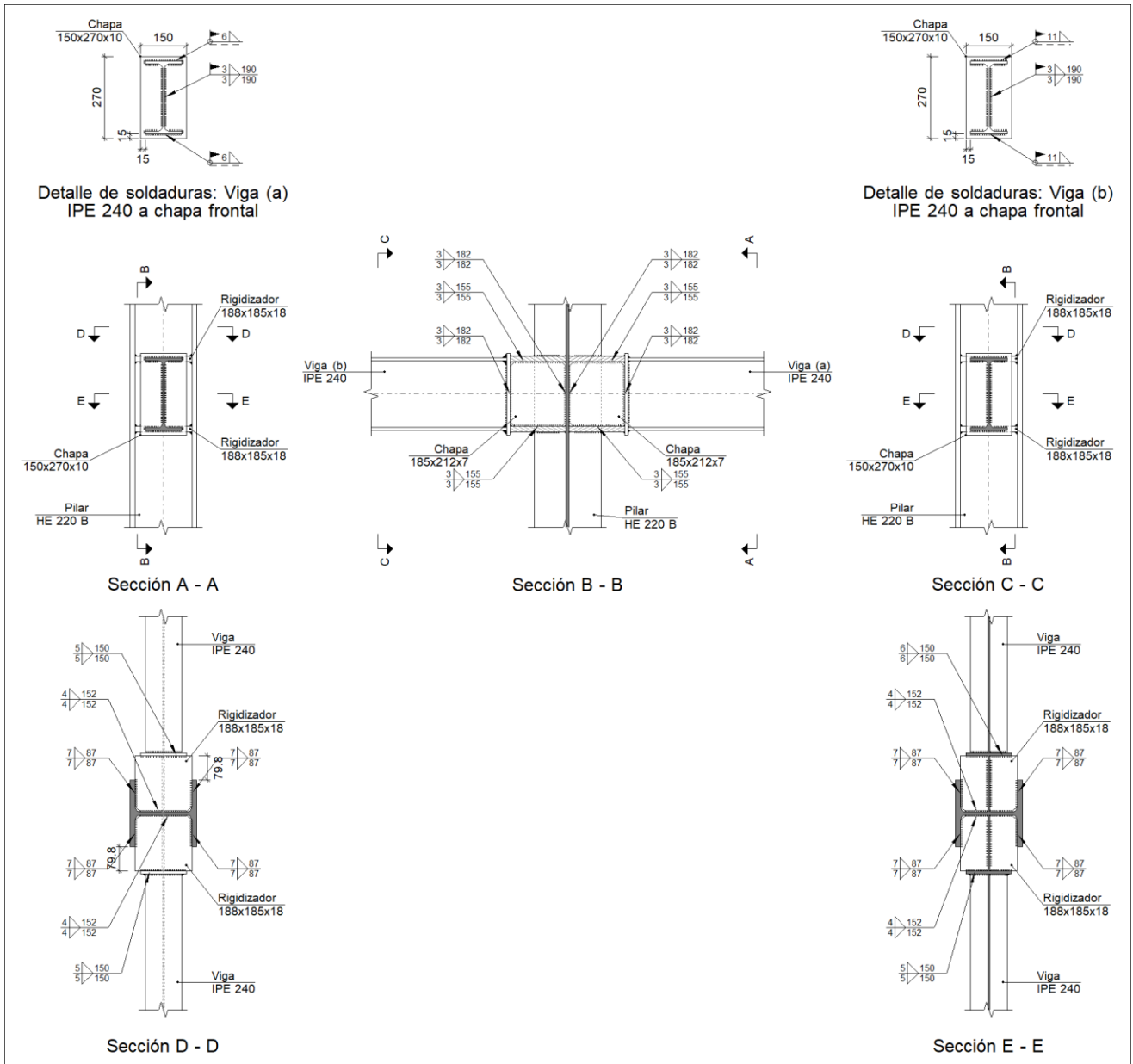
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	5	140

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	1	140x70x8	0.62
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	2	ISO 4017-M16x40
Tuercas	Clase 8	2	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	4	ISO 7089-16

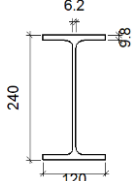
Tipo 76

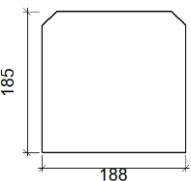
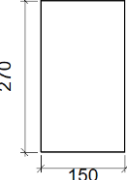
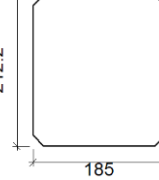

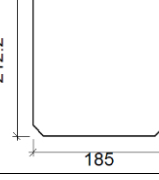
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

		Perfiles							
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 240		240	120	9.8	6.2	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		188	185	18	S275	2803.3	4179.4
Chapa de apoyo de la viga Viga (a) IPE 240		150	270	10	S275	2803.3	4179.4
Chapa vertical de la viga Viga (a) IPE 240		185	212.2	7	S275	2803.3	4179.4
Chapa de apoyo de la viga Viga (b) IPE 240		150	270	10	S275	2803.3	4179.4
Chapa vertical de la viga Viga (b) IPE 240		185	212.2	7	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	30.58

	Cortante	kN	0.46	320.89	0.14
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	216.29	261.90	82.58
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	209.71	261.90	80.07
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	226.06	261.90	86.31
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	237.71	261.90	90.76
Chapa frontal [Viga (a) IPE 240]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (a) IPE 240]	Cortante	kN	84.22	164.06	51.33
Chapa frontal [Viga (b) IPE 240]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (b) IPE 240]	Cortante	kN	89.24	164.06	54.40
Ala	Desgarro	N/mm ²	131.96	261.90	50.38
	Cortante	N/mm ²	164.45	261.90	62.79

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	7	87	16.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	5	150	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	7	87	16.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	5	150	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	7	87	16.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	5	150	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	7	87	16.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	6	150	10.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	182	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	182	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	182	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	182	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	160.6	278.1	72.07	0.0	0.00	410.0	0.85

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	0.2	0.3	0.07	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	179.7	179.7	0.1	359.5	93.16	179.7	54.80	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	155.7	269.6	69.87	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.1	0.3	0.07	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	173.0	173.0	0.1	345.9	89.64	173.0	52.73	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	167.8	290.7	75.32	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	0.2	0.4	0.09	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	187.3	187.3	0.1	374.6	97.06	187.3	57.10	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	176.5	305.6	79.20	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.2	0.3	0.08	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	166.8	166.8	0.1	333.7	86.48	166.9	50.87	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	83.8	145.2	37.63	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	83.8	145.2	37.63	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	90.6	156.9	40.65	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	90.6	156.9	40.65	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	88.8	153.9	39.88	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	88.8	153.9	39.88	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	96.0	166.2	43.07	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	96.0	166.2	43.07	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga (a) IPE 240

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	6	120	9.8	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	6	120	9.8	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	191.1	191.1	0.1	382.1	99.02	191.1	58.25	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	80.2	139.0	36.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	183.1	183.1	0.1	366.2	94.89	183.1	55.82	410.0	0.85

3) Viga (b) IPE 240

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	11	120	9.8	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	11	120	9.8	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	163.2	163.2	0.2	326.5	84.60	163.2	49.77	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	85.0	147.2	38.16	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	174.7	174.7	0.3	349.3	90.53	174.7	53.25	410.0	0.85

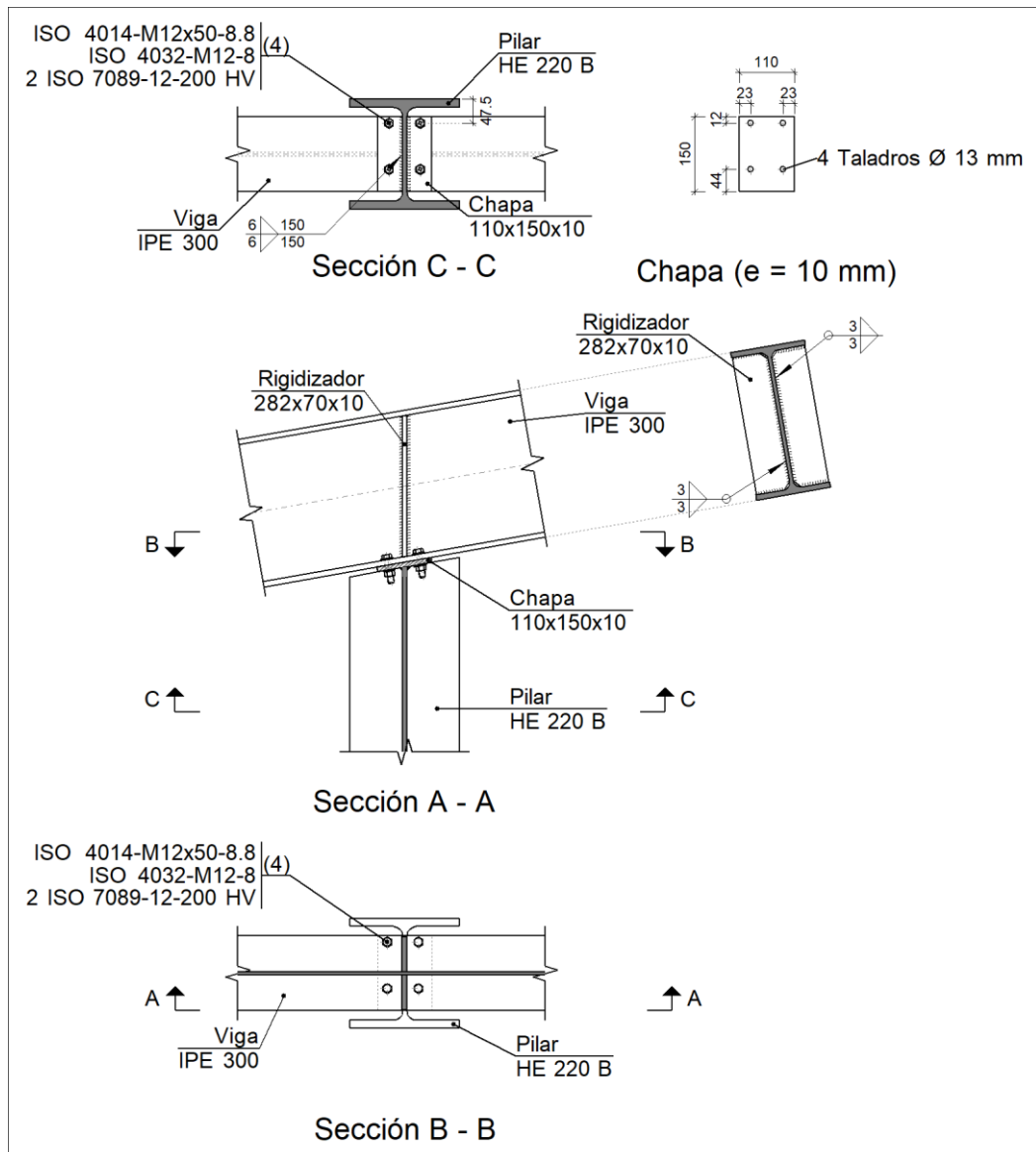
d) Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	2698
			4	1216
			5	900
			6	300
			7	1396
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	762
			6	447
			11	408

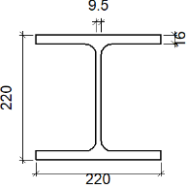
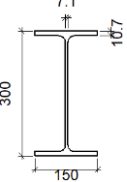
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	188x185x18	19.66
	Chapas	2	185x212x7	4.31
		2	150x270x10	6.36
Total				30.33

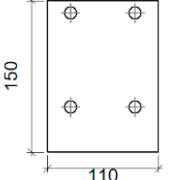
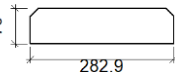
Tipo 77

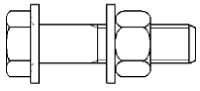
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal		110	150	10	4	13	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		282.9	70	10	-	-	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M12x50-8.8 ISO 4032-M12-8 2 ISO 7089-12-200 HV		M12	50	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Viga IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Rigidizadores	Cortante	kN	36.34	412.65	8.81
	Tracción	kN	36.34	157.14	23.12

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador al alma	En ángulo	3	253	7.1	90.00
Soldadura del rigidizador a las alas	En ángulo	3	52	7.1	80.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador al alma	0.0	0.0	23.9	41.5	10.75	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador a las alas	La comprobación no procede.							410.0	0.85

d) Medición

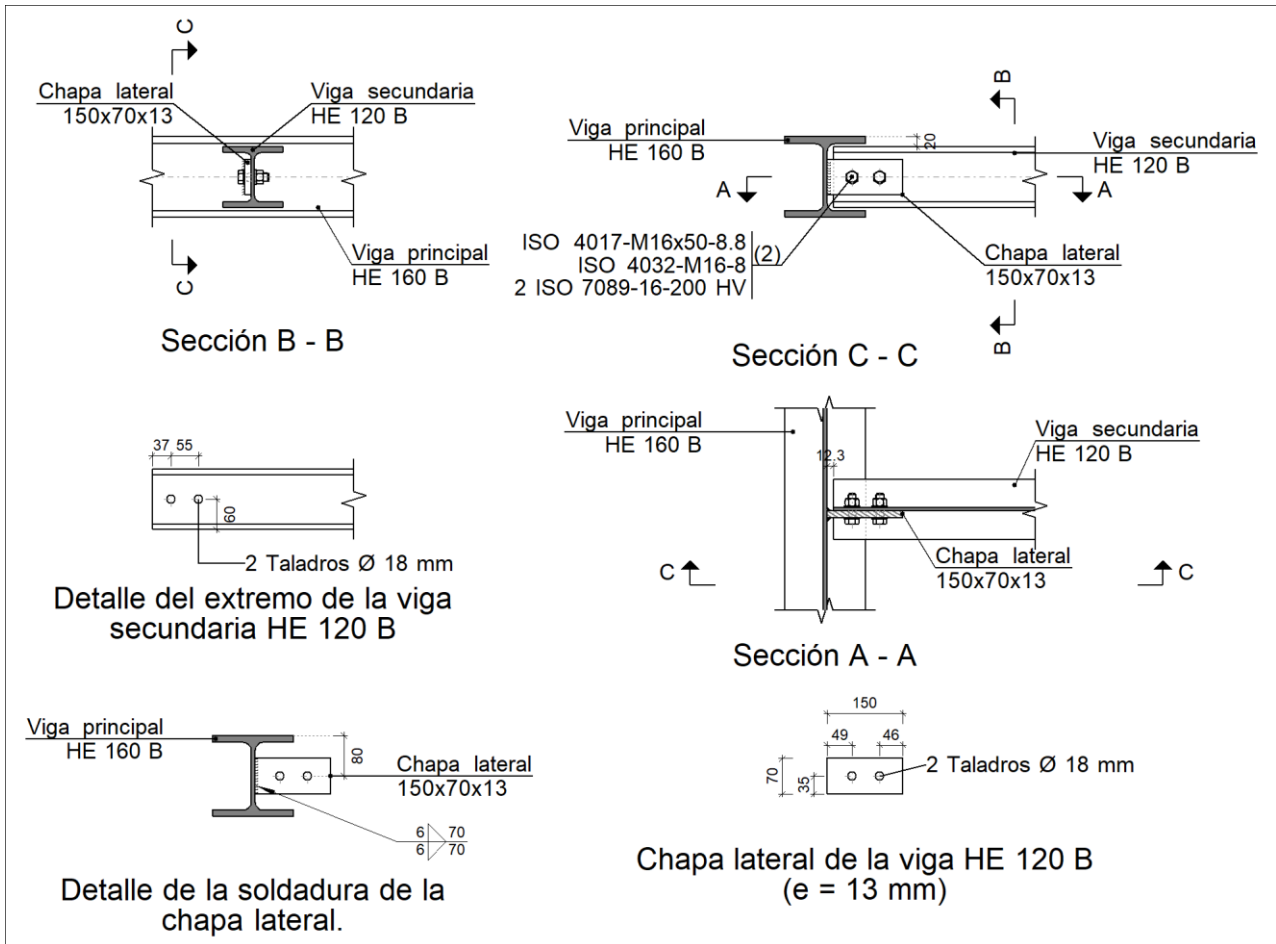
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	1452
			6	300

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	282x70x10	3.11
	Chapas	1	110x150x10	1.30
	Total			

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	4	ISO 4014-M12x50
Tuercas	Clase 8	4	ISO 4032-M12
Arandelas	Dureza 200 HV	8	ISO 7089-12

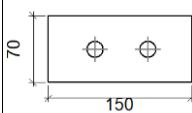
Tipo 78

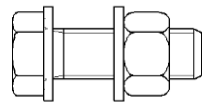
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	HE 160 B		160	160	13	8	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 120 B		120	120	11	6.5	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa lateral: Viga secundaria HE 120 B		150	70	13	2	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x50-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	50	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Viga principal

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Punzonamiento	kN	7.47	116.13	6.43
	Flexión por fuerza perpendicular	kN	7.47	127.07	5.88

2) Viga secundaria HE 120 B

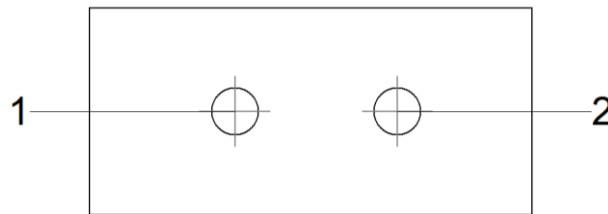
Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacción flexión - cortante	--	--	--	31.23
	Tensiones combinadas	--	--	--	79.35
	Pandeo local	N/mm ²	54.26	248.23	21.86
	Aplastamiento	kN	13.80	110.64	12.47
	Desgarro	kN	9.51	102.22	9.30
Alma	Aplastamiento	kN	13.80	85.18	16.19
	Desgarro	kN	9.51	145.95	6.51

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	En ángulo	6	70	8.0	90.00	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	61.8	67.9	7.9	133.6	34.63	67.9	20.71	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	35	37	--	55	35.0
2	ISO 4017-M16x50-8.8	18.0	35	46	--	55	35.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	13.795	50.240	27.46	Vástago	5.724	90.432	6.33	30.42	30.42
	Aplastamiento	13.795	110.637	12.47	Punzonamiento	5.724	101.975	5.61		
2	Sección transversal	6.557	50.240	13.05	Vástago	2.045	90.432	2.26	14.11	14.11
	Aplastamiento	6.557	110.777	5.92	Punzonamiento	2.045	101.975	2.00		

d) Medición

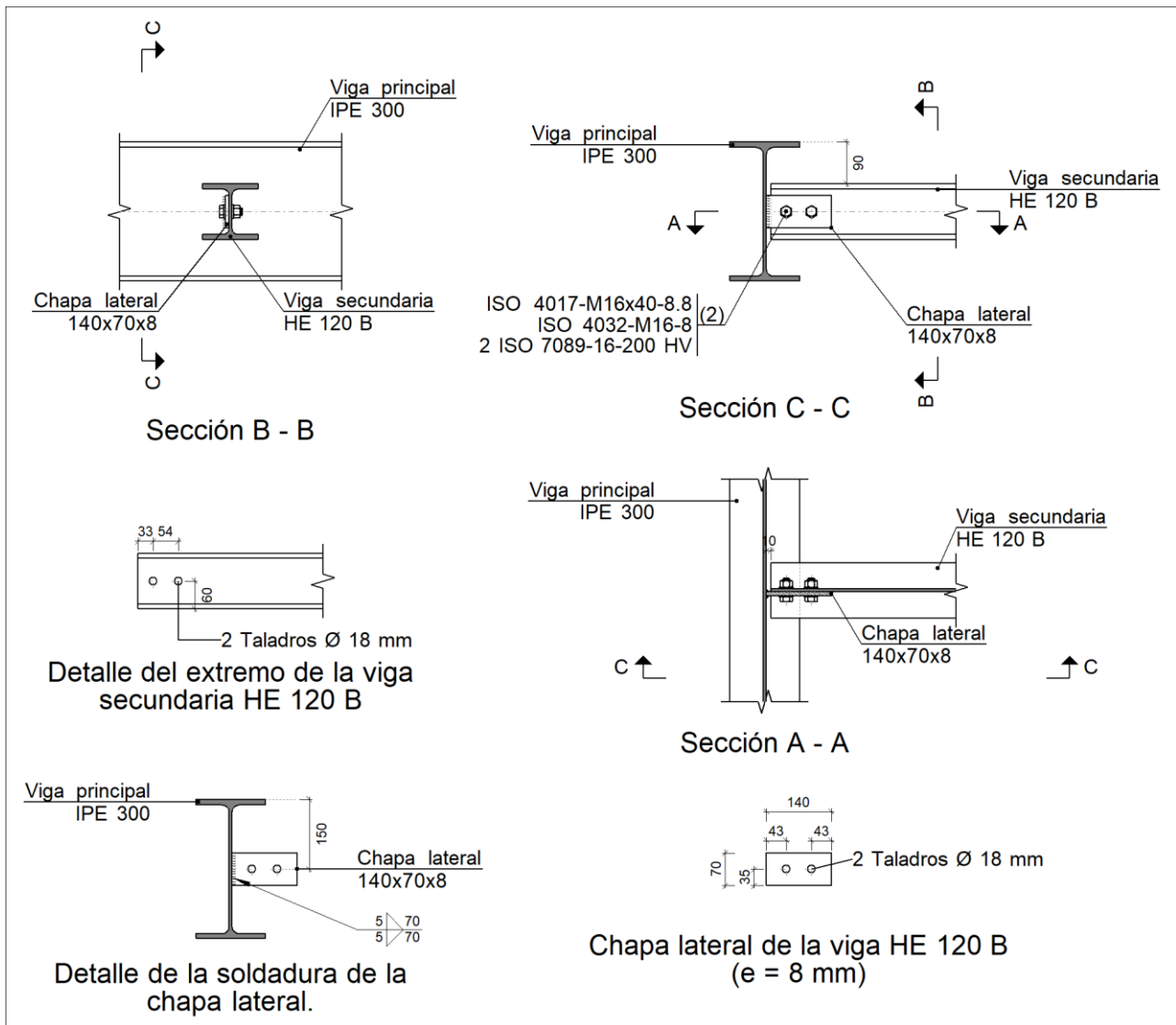
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	6	140

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	1	150x70x13	1.07
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	2	ISO 4017-M16x50
Tuercas	Clase 8	2	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	4	ISO 7089-16

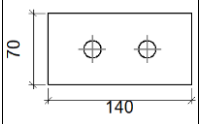
Tipo 79

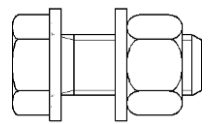
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

		Perfiles							
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 120 B		120	120	11	6.5	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa lateral: Viga secundaria HE 120 B		140	70	8	2	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x40-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	40	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Viga principal

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Punzonamiento	kN	5.72	52.75	10.85
	Flexión por fuerza perpendicular	kN	5.72	64.78	8.84

2) Viga secundaria HE 120 B

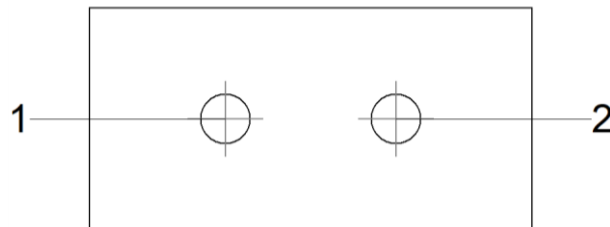
Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacción flexión - cortante	--	--	--	2.52
	Tensiones combinadas	--	--	--	22.48
	Pandeo local	N/mm ²	13.24	230.97	5.73
	Aplastamiento	kN	2.87	78.64	3.65
	Desgarro	kN	5.74	62.90	9.13
Alma	Aplastamiento	kN	2.91	64.37	4.51
	Desgarro	kN	5.74	141.03	4.07

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	En ángulo	5	70	7.1	90.00	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	12.1	13.0	0.4	25.6	6.64	13.0	3.98	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x40-8.8	18.0	35	33	--	54	35.0
2	ISO 4017-M16x40-8.8	18.0	35	43	--	54	35.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	2.905	50.240	5.78	Vástago	0.660	90.432	0.73	6.18	6.18
	Aplastamiento	2.905	82.964	3.50	Punzonamiento	0.660	101.975	0.65		
2	Sección transversal	2.871	50.240	5.71	Vástago	0.228	90.432	0.25	5.85	5.85
	Aplastamiento	2.871	78.642	3.65	Punzonamiento	0.228	101.975	0.22		

d) Medición

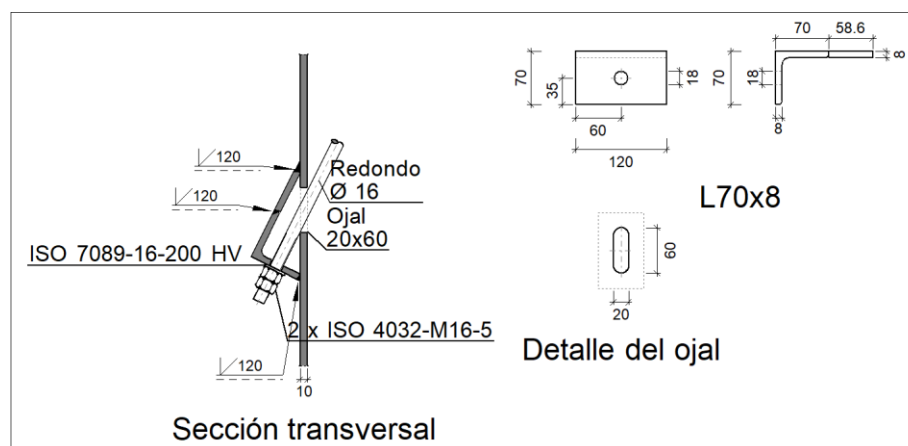
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	5	140

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	1	140x70x8	0.62
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	2	ISO 4017-M16x40
Tuercas	Clase 8	2	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	4	ISO 7089-16

Tipo 80

a) Detalle



b) Comprobación

1) L70x8 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	16.00	123.39	12.97
Flector	--	--	--	68.19

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	8	120

l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

c) Medición

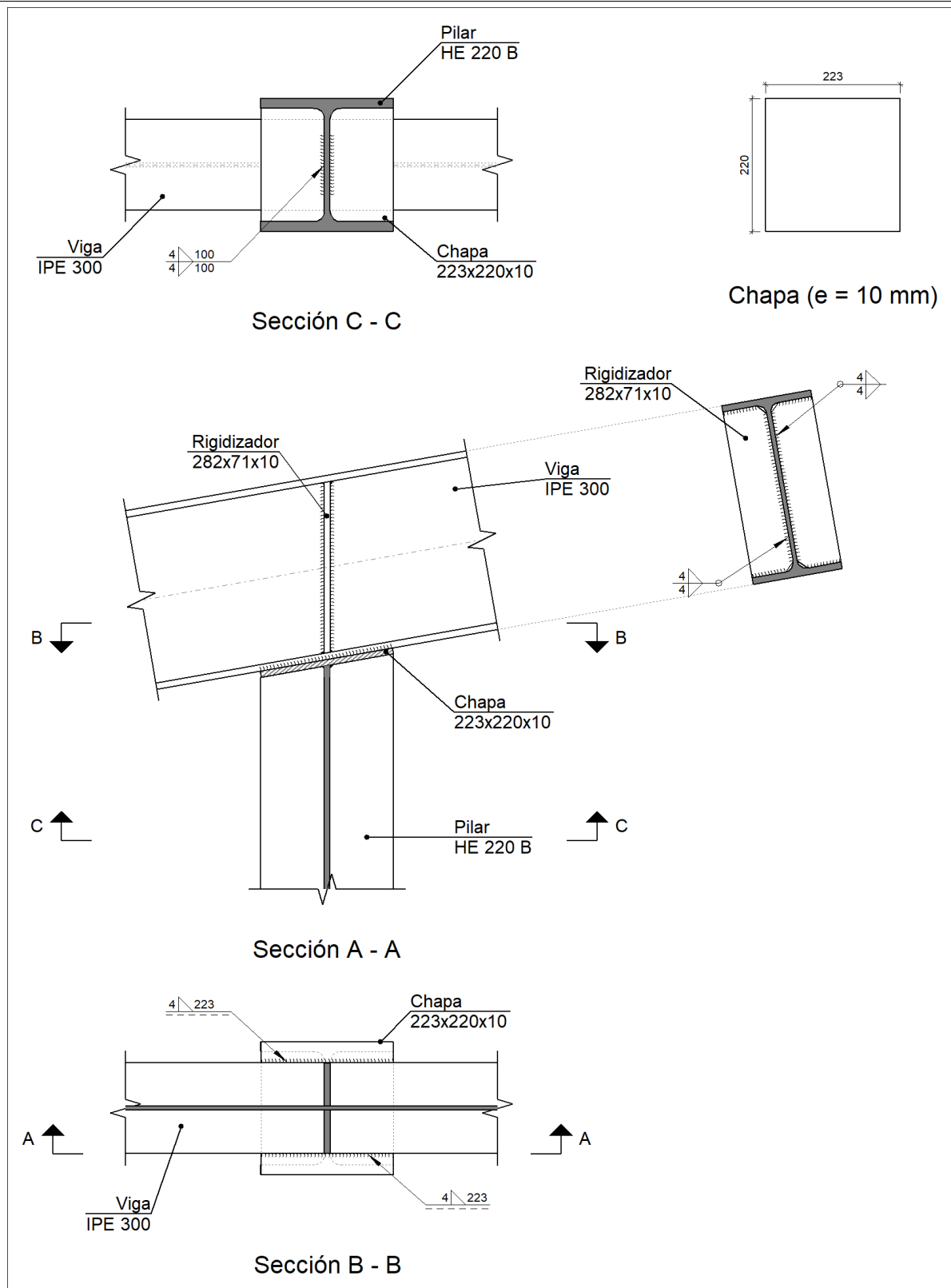
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple	8	360

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L70x8	120	0.99
				Total

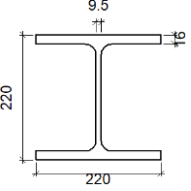
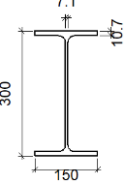
Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-16

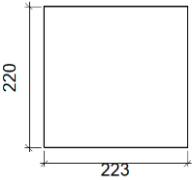
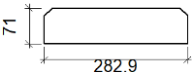
Tipo 82

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal		223	220	10	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		282.9	71	10	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Viga IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Rigidizadores	Cortante	kN	37.86	412.65	9.17
	Tracción	kN	37.86	159.76	23.69

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador al alma	En ángulo	4	253	7.1	90.00
Soldadura del rigidizador a las alas	En ángulo	4	52	7.1	80.00

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador al alma	0.0	0.0	18.7	32.4	8.40	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador a las alas	La comprobación no procede.							410.0	0.85

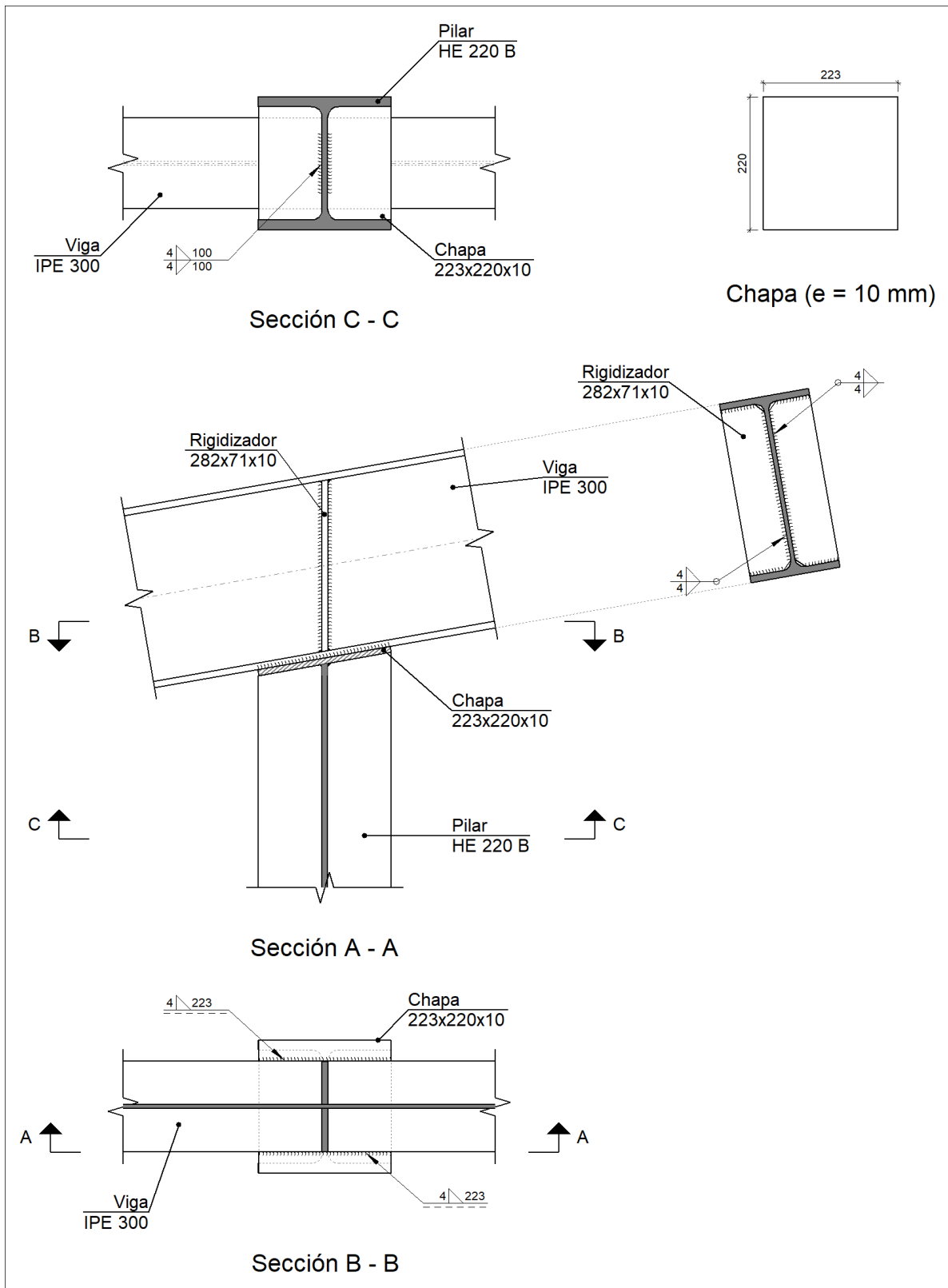
d) Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	2106

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	282x71x10	3.15
	Chapas	1	223x220x10	3.85
				Total

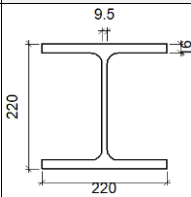
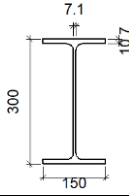
Tipo 83

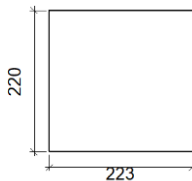
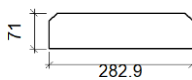
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles		
Pieza	Descripción	Acero
	Geometría	

		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios							
Pieza	Esquema	Geometría			Tipo	Acero	
		Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)		f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal		223	220	10	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		282.9	71	10	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Viga IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Rigidizadores	Cortante	kN	48.80	412.65	11.83
	Tracción	kN	48.80	159.76	30.54

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador al alma	En ángulo	4	253	7.1	90.00	
Soldadura del rigidizador a las alas	En ángulo	4	52	7.1	80.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador al alma	0.0	0.0	24.1	41.8	10.83	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador a las alas	La comprobación no procede.							410.0	0.85

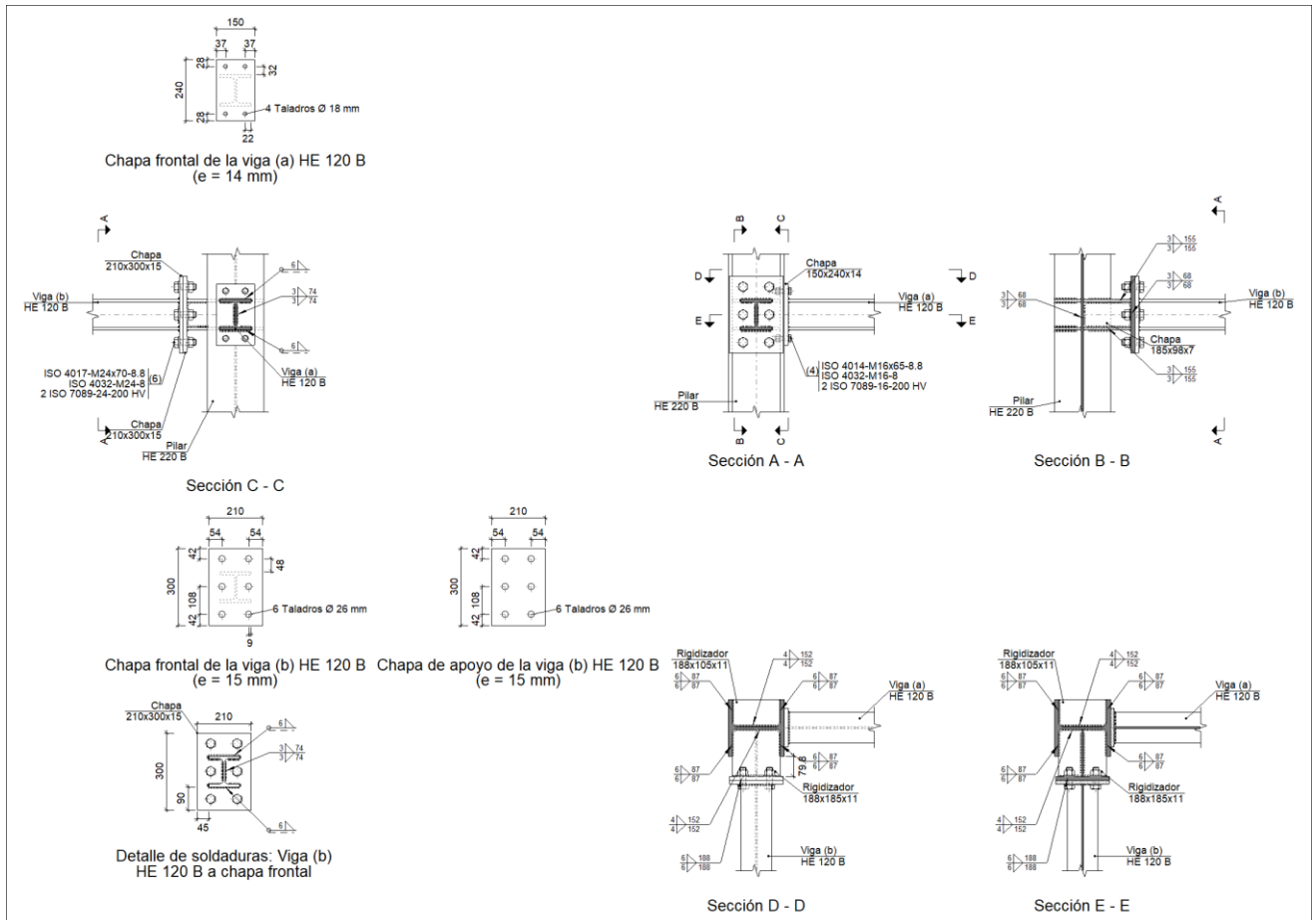
d) Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	2106

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	282x71x10	3.15
	Chapas	1	223x220x10	3.85
				Total

Tipo 85

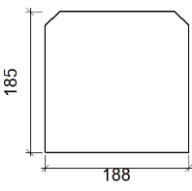
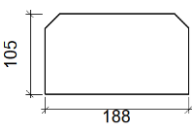
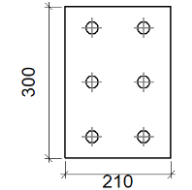
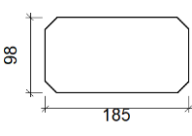
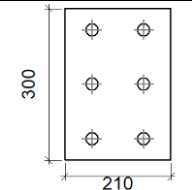
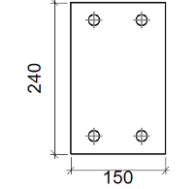
a) Detalle

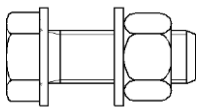


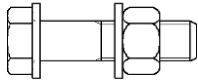
b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 120 B		120	120	11	6.5	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		188	185	11	-	-	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		188	105	11	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa de apoyo de la viga Viga (b) HE 120 B		210	300	15	6	26	S275	2803.3	4179.4
Chapa vertical de la viga Viga (b) HE 120 B		185	98	7	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga (b) HE 120 B		210	300	15	6	26	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga (a) HE 120 B		150	240	14	4	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Clase	Acero	
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)		f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M24x70-8.8 ISO 4032-M24-8 2 ISO 7089-24-200 HV		M24	70	8.8	6524.0	8154.9

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M16x65-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	65	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbellez	--	--	--	30.58	
	Cortante	kN	86.58	284.43	30.44	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	230.09	261.90	87.85	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	222.19	261.90	84.84	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	83.22	261.90	31.77	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	62.34	261.90	23.80	
Chapa frontal [Viga (b) HE 120 B]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00	
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00	
Chapa vertical [Viga (b) HE 120 B]	Cortante	kN	29.38	164.06	17.91	
Ala	Desgarro	N/mm ²	99.46	261.90	37.97	
	Cortante	N/mm ²	99.17	261.90	37.86	
Viga (a) HE 120 B	Ala	Tracción por flexión	kN	78.45	180.86	43.37
		Tracción	kN	16.43	237.38	6.92
	Alma	Tracción	kN	45.57	133.80	34.06
Viga (b) HE 120 B	Rigidizadores	Tracción	kN	76.69	172.86	44.37
	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	140.45	148.11	94.83
	Chapa vertical	Tracción	kN	70.23	153.59	45.72

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	6	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	6	210	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	6	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	6	210	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	6	87	11.0	90.00	

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	6	87	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	68	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	68	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	47.3	47.3	115.5	221.3	57.34	47.3	14.43	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	34.2	59.2	15.34	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	100.7	100.7	0.5	201.4	52.19	100.7	30.70	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	117.6	203.7	52.78	41.8	12.74	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	38.4	66.5	17.23	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	103.4	103.4	0.9	206.9	53.61	103.4	31.53	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	53.9	53.9	0.7	107.9	27.95	53.9	16.44	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	40.1	69.4	17.98	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	40.4	40.4	1.7	80.8	20.93	40.4	12.30	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	37.9	65.7	17.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	20.6	35.8	9.26	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	20.6	35.8	9.26	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	31.6	54.8	14.19	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	18.5	32.0	8.30	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga (a) HE 120 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	78.45	129.97	60.36
Ala	Compresión	kN	59.80	192.30	31.10
	Tracción	kN	39.22	172.86	22.69

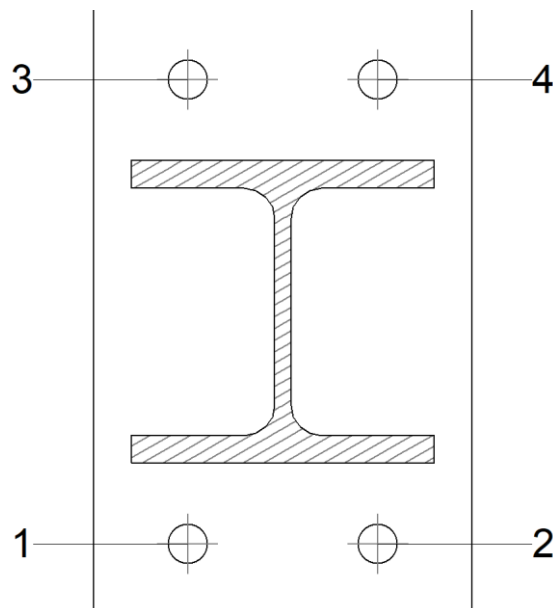
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	6	120	11.0	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	74	6.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	6	120	11.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	90.3	90.3	0.8	180.6	46.81	90.3	27.53	410.0	0.85
Soldadura del alma	30.0	30.0	14.5	65.1	16.86	30.0	9.15	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	88.9	88.9	1.4	177.8	46.07	88.9	27.10	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos

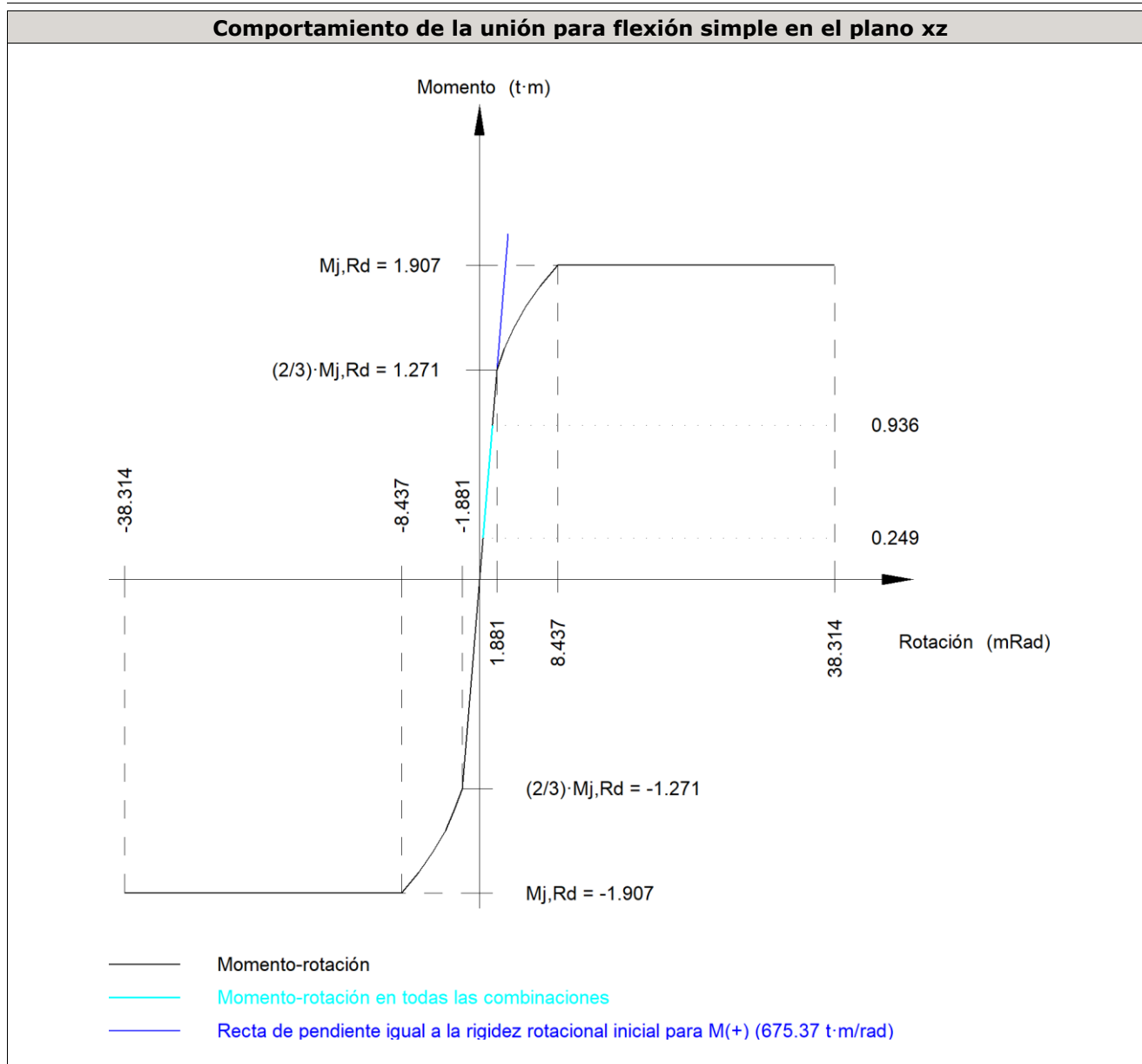


Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	28	37	184	76	28.0
2	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	28	37	184	76	28.0
3	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	28	37	184	76	28.0
4	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	28	37	184	76	28.0

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	2.302	64.340	3.58	Vástago	18.123	90.432	20.04	15.24	20.04
	Aplastamiento	2.301	179.373	1.28	Punzonamiento	18.123	219.639	8.25		
2	Sección transversal	3.802	64.340	5.91	Vástago	14.196	90.432	15.70	12.93	15.70
	Aplastamiento	3.802	183.680	2.07	Punzonamiento	14.196	219.639	6.46		
3	Sección transversal	1.747	64.340	2.71	Vástago	45.316	90.432	50.11	37.73	50.11
	Aplastamiento	1.747	97.685	1.79	Punzonamiento	45.316	219.639	20.63		
4	Sección transversal	1.675	64.340	2.60	Vástago	54.586	90.432	60.36	45.72	60.36
	Aplastamiento	1.675	99.858	1.68	Punzonamiento	54.586	219.639	24.85		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	283.54	675.37
Calculada para momentos negativos	283.54	675.37

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	0.83	1.80	45.88
Momento resistente	kNm	9.18	18.70	49.08
Capacidad de rotación	mRad	36.168	667	5.43

3) Viga (b) HE 120 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	140.45	148.11	94.83
Ala	Compresión	kN	138.50	345.71	40.06
	Tracción	kN	76.72	172.86	44.38
Alma	Tracción	kN	12.45	145.65	8.55

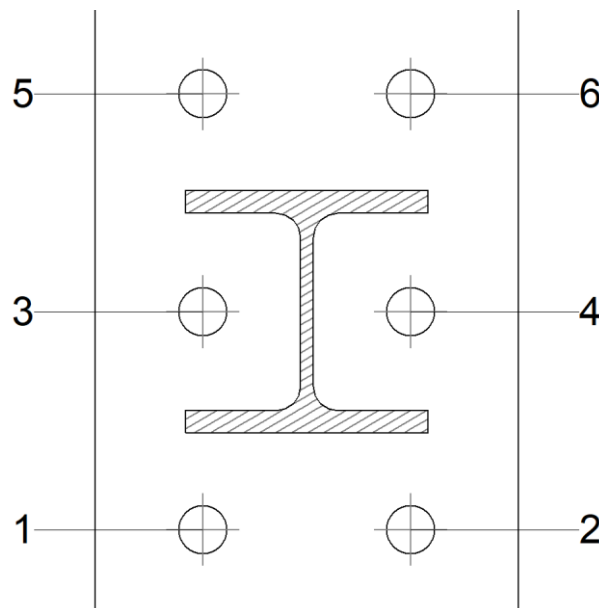
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	6	120	11.0	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	74	6.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	6	120	11.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	163.1	163.1	0.9	326.2	84.52	163.1	49.72	410.0	0.85
Soldadura del alma	74.0	74.0	18.9	151.6	39.29	74.0	22.56	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	166.6	166.6	1.1	333.3	86.36	166.6	50.80	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M24x70-8.8	26.0	42	54	108	103	42.0
2	ISO 4017-M24x70-8.8	26.0	42	54	108	103	42.0
3	ISO 4017-M24x70-8.8	26.0	--	54	108	103	48.0
4	ISO 4017-M24x70-8.8	26.0	--	54	108	103	48.0
5	ISO 4017-M24x70-8.8	26.0	42	54	108	103	42.0

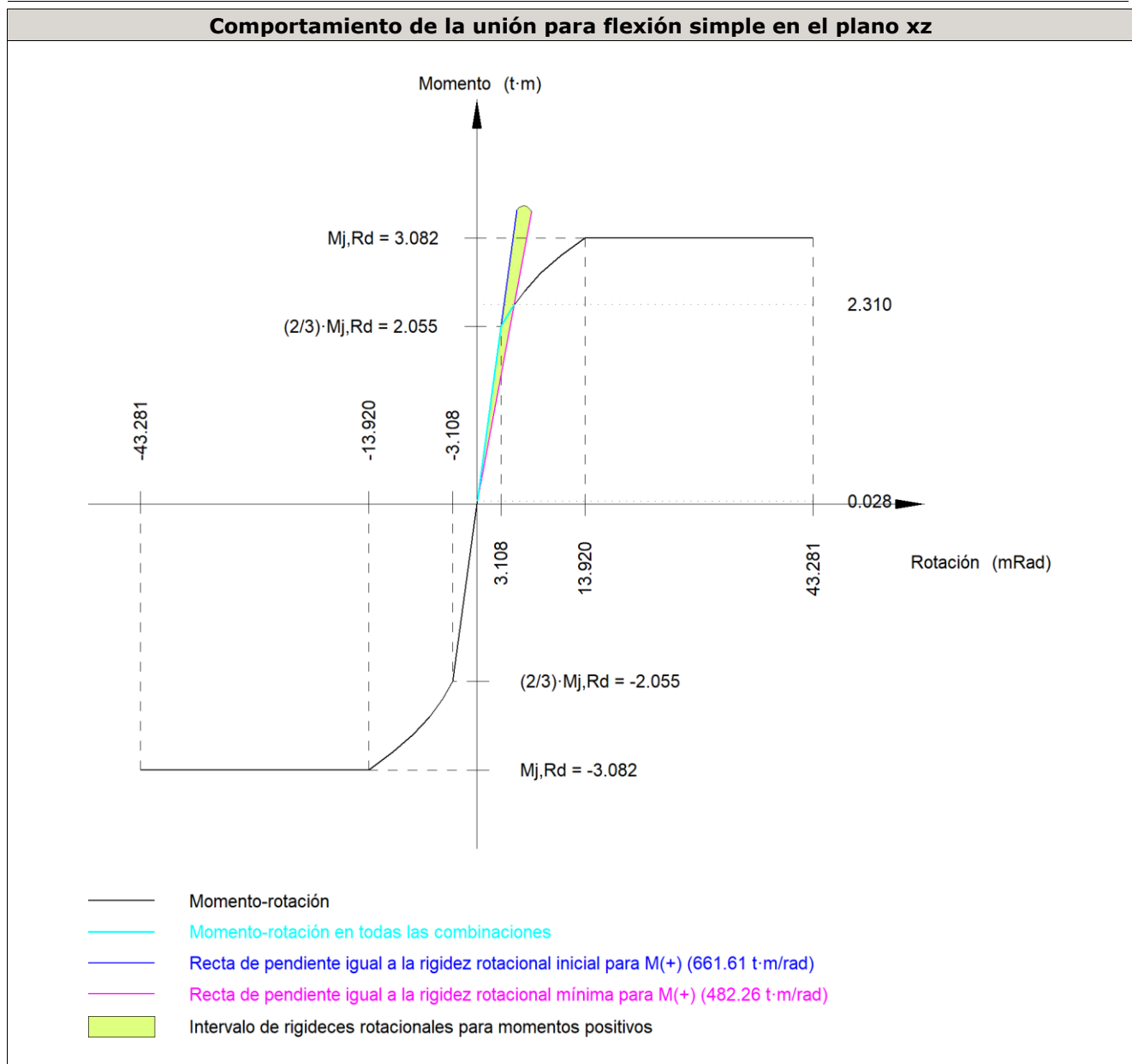
Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
6	ISO 4017-M24x70-8.8	26.0	42	54	108	103	42.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	3.893	112.960	3.45	Vástago	17.480	203.328	8.60	6.47	8.60
	Aplastamiento	3.893	295.200	1.32	Punzonamiento	17.480	350.325	4.99		
2	Sección transversal	3.893	112.960	3.45	Vástago	0.000	203.328	0.00	3.45	3.45
	Aplastamiento	3.893	294.532	1.32	Punzonamiento	0.000	350.325	0.00		
3	Sección transversal	1.456	112.960	1.29	Vástago	16.259	203.328	8.00	6.39	8.00
	Aplastamiento	1.456	295.200	0.49	Punzonamiento	16.259	350.325	4.64		
4	Sección transversal	1.469	112.960	1.30	Vástago	25.098	203.328	12.34	10.12	12.34
	Aplastamiento	1.469	282.810	0.52	Punzonamiento	25.098	350.325	7.16		
5	Sección transversal	1.452	112.960	1.29	Vástago	99.424	203.328	48.90	36.18	48.90
	Aplastamiento	1.452	163.443	0.89	Punzonamiento	99.424	350.325	28.38		
6	Sección transversal	1.464	112.960	1.30	Vástago	118.596	203.328	58.33	42.96	58.33
	Aplastamiento	1.464	161.240	0.91	Punzonamiento	118.596	350.325	33.85		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	386.94	661.61
Calculada para momentos negativos	386.94	661.61

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	0.36	1.80	20.23
Momento resistente	kNm	22.66	30.23	74.95
Capacidad de rotación	mm	15.00	14.74	101.79

d) Medición

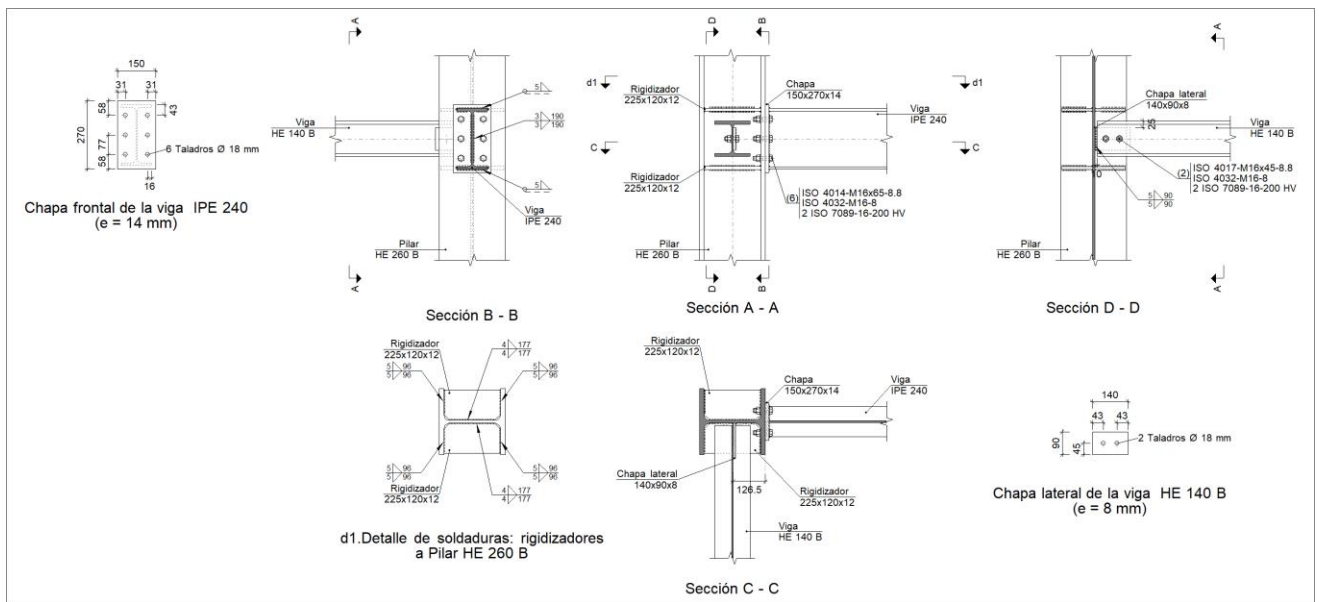
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	1188
			4	1216
			6	3160

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	188x185x11	6.01
		2	188x105x11	3.41
	Chapas	1	185x98x7	1.00
		1	150x240x14	3.96
		2	210x300x15	14.84
	Total			

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	4	ISO 4014-M16x65
		6	ISO 4017-M24x70
Tuercas	Clase 8	4	ISO 4032-M16
		6	ISO 4032-M24
Arandelas	Dureza 200 HV	8	ISO 7089-16
		12	ISO 7089-24

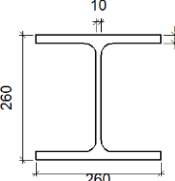
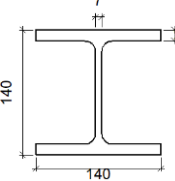
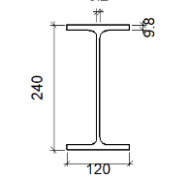
Tipo 86

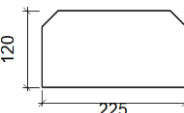
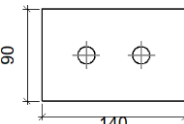
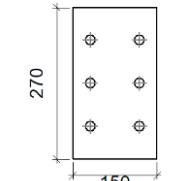
a) Detalle



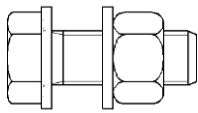
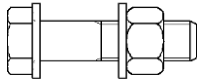
b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f _v (kp/cm ²)	f _u (kp/cm ²)

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 260 B		260	260	17.5	10	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 140 B		140	140	12	7	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 240		240	120	9.8	6.2	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		225	120	12	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa lateral: Viga HE 140 B		140	90	8	2	18	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga IPE 240		150	270	14	6	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x45-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	45	8.8	6524.0	8154.9
ISO 4014-M16x65-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	65	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 260 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	--	--	--	34.77	
	Cortante	kN	164.35	329.61	49.86	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	95.04	261.90	36.29	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	91.15	261.90	34.80	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	94.35	261.90	36.03	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	89.46	261.90	34.16	
Ala	Cortante	N/mm ²	21.82	261.90	8.33	
Viga IPE 240	Ala	Tracción por flexión	kN	152.23	180.86	84.17
		Tracción	kN	33.46	274.49	12.19
	Alma	Tracción	kN	85.27	155.85	54.71
Viga HE 140 B	Alma	Punzonamiento	kN	6.52	385.73	1.69
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	6.54	140.15	4.67

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	96	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	177	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	96	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	177	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	96	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	177	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	96	12.0	90.00	

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	177	10.0	90.00	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	80.7	80.7	0.0	161.3	41.80	80.7	24.59	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	39.1	67.7	17.54	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	77.3	77.3	0.0	154.7	40.09	77.4	23.58	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	39.3	68.0	17.63	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	80.1	80.1	0.0	160.1	41.50	80.1	24.41	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	38.8	67.2	17.41	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	75.9	75.9	0.0	151.8	39.34	75.9	23.14	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	39.6	68.5	17.76	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga IPE 240

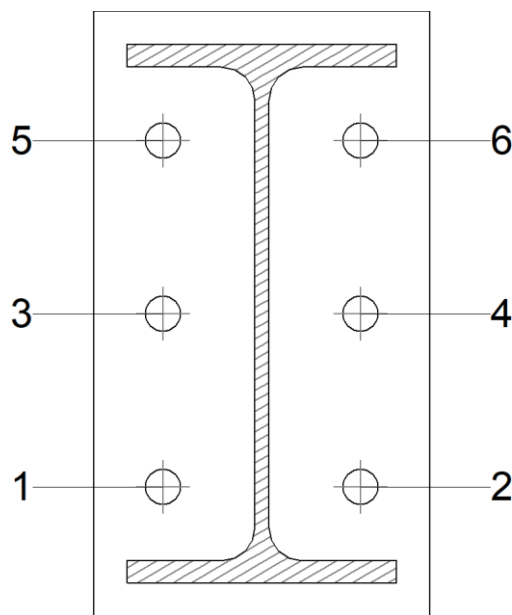
Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	152.23	161.30	94.38
Ala	Compresión	kN	218.55	308.00	70.96
	Tracción	kN	43.82	154.00	28.46
Alma	Tracción	kN	82.39	125.20	65.81

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	154.2	154.2	0.1	308.3	79.90	154.2	47.00	410.0	0.85
Soldadura del alma	190.0	190.0	17.6	381.3	98.81	190.0	57.94	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	147.1	147.1	0.1	294.1	76.23	147.1	44.84	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	31	77	88	31.0
2	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	31	77	88	31.0
3	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	31	77	88	31.0
4	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	31	77	88	31.0
5	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	31	77	88	31.0
6	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	31	77	88	31.0

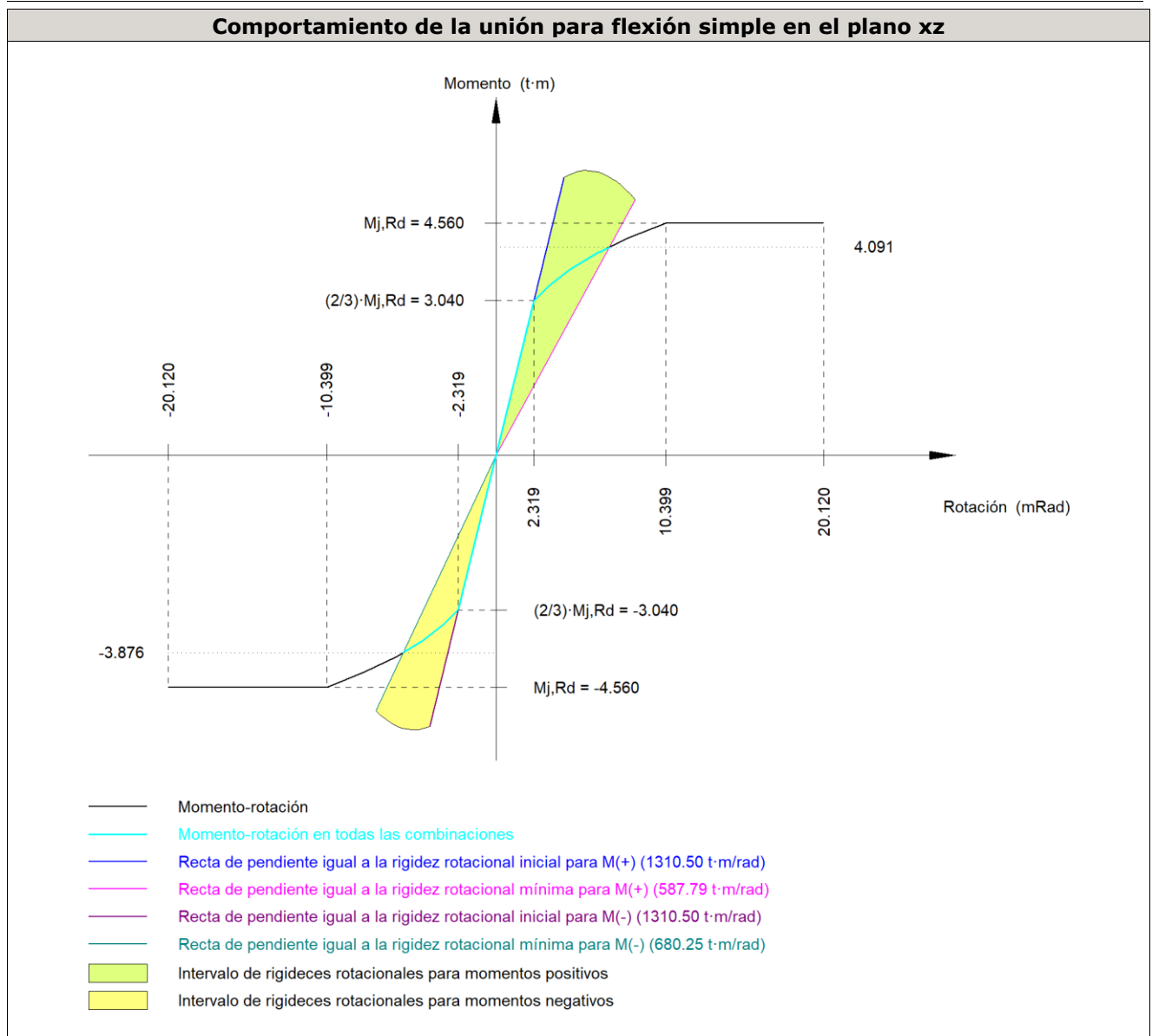
--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	3.364	64.340	5.23	Vástago	81.433	90.432	90.05	69.04	90.05
	Aplastamiento	3.364	183.680	1.83	Punzonamiento	81.433	219.639	37.08		

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
2	Sección transversal	3.355	64.340	5.21	Vástago	81.202	90.432	89.79	68.89	89.79
	Aplastamiento	3.355	183.679	1.83	Punzonamiento	81.202	219.639	36.97		
3	Sección transversal	3.364	64.340	5.23	Vástago	67.183	90.432	74.29	58.29	74.29
	Aplastamiento	3.364	183.680	1.83	Punzonamiento	67.183	219.639	30.59		
4	Sección transversal	3.355	64.340	5.21	Vástago	67.045	90.432	74.14	58.17	74.14
	Aplastamiento	3.355	183.676	1.83	Punzonamiento	67.045	219.639	30.53		
5	Sección transversal	3.364	64.340	5.23	Vástago	85.357	90.432	94.39	72.65	94.39
	Aplastamiento	3.364	183.680	1.83	Punzonamiento	85.357	219.639	38.86		
6	Sección transversal	3.355	64.340	5.21	Vástago	85.263	90.432	94.28	72.56	94.28
	Aplastamiento	3.355	183.670	1.83	Punzonamiento	85.263	219.639	38.82		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	381.43	1310.50
Calculada para momentos negativos	381.43	1310.50

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.39	1.80	77.40
Momento resistente	kNm	40.13	44.74	89.71
Capacidad de rotación	mRad	345.959	667	51.89

3) Viga HE 140 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.37
	Tensiones combinadas	--	--	--	6.89
	Pandeo local	N/mm ²	17.18	230.97	7.44
	Aplastamiento	kN	4.06	81.49	4.99
	Desgarro	kN	6.68	87.10	7.67
Alma	Aplastamiento	kN	4.06	63.56	6.39
	Desgarro	kN	6.68	162.91	4.10

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

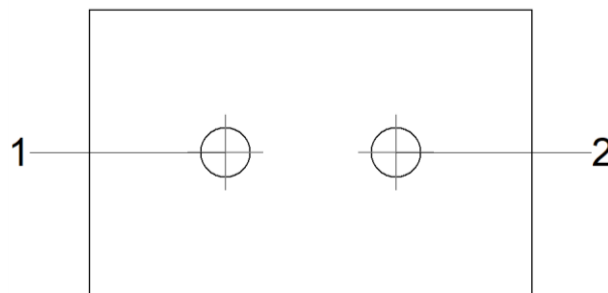
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	En ángulo	5	90	8.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	5.1	5.1	1.5	10.6	2.75	5.1	1.57	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición

Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x45-8.8	18.0	45	33	--	54	43.0
2	ISO 4017-M16x45-8.8	18.0	45	43	--	54	43.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia

Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	4.063	50.240	8.09	Vástago	0.000	90.432	0.00	8.09	8.09
	Aplastamiento	4.063	81.488	4.99	Punzonamiento	0.000	109.819	0.00		
2	Sección transversal	3.442	50.240	6.85	Vástago	0.000	90.432	0.00	6.85	6.85
	Aplastamiento	3.442	83.931	4.10	Punzonamiento	0.000	109.819	0.00		

d) Medición

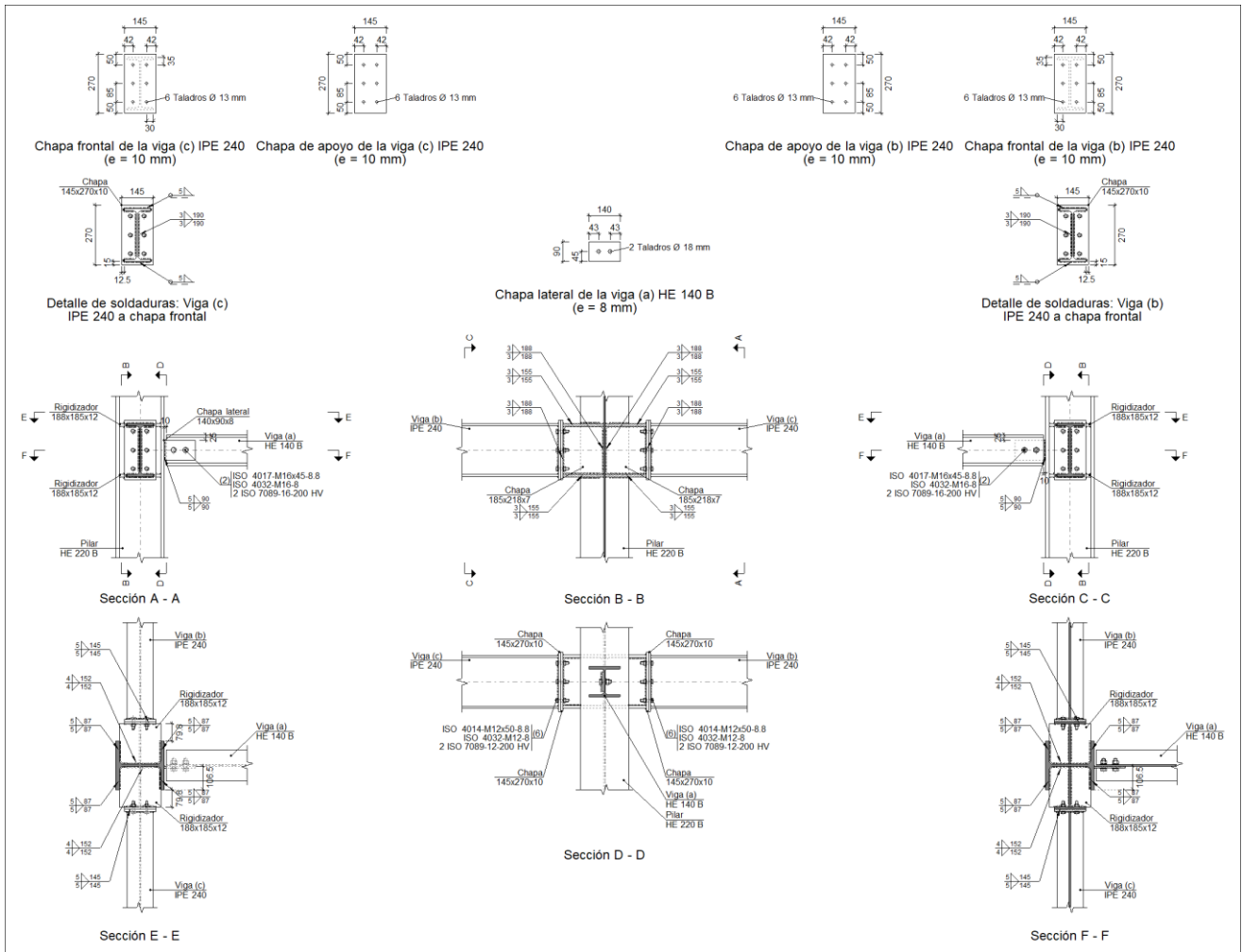
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	381
			4	1416
			5	2163

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	225x120x12	10.17
	Chapas	1	140x90x8	0.79
		1	150x270x14	4.45
	Total			

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4014-M16x65
		2	ISO 4017-M16x45
Tuercas	Clase 8	8	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	16	ISO 7089-16

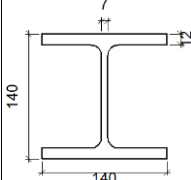
Tipo 87

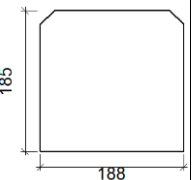
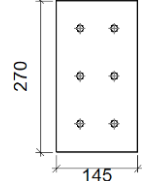
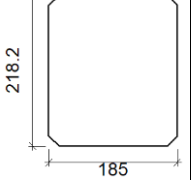
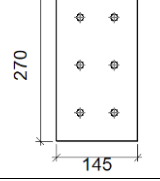
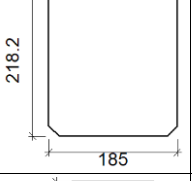
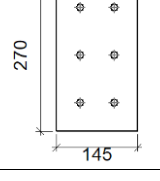
a) Detalle

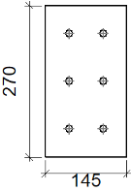
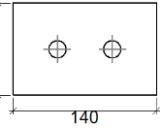


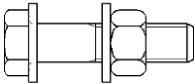
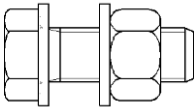
b) Descripción de los componentes de la unión

		Perfiles								
Pieza	Descripción	Geometría					Acero			
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)	
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4	
Viga	IPE 240		240	120	9.8	6.2	S275	2803.3	4179.4	

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	HE 140 B		140	140	12	7	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		188	185	12	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa de apoyo de la viga Viga (c) IPE 240		145	270	10	6	13	S275	2803.3	4179.4
Chapa vertical de la viga Viga (c) IPE 240		185	218.2	7	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa de apoyo de la viga Viga (b) IPE 240		145	270	10	6	13	S275	2803.3	4179.4
Chapa vertical de la viga Viga (b) IPE 240		185	218.2	7	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga (c) IPE 240		145	270	10	6	13	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal: Viga (b) IPE 240		145	270	10	6	13	S275	2803.3	4179.4
Chapa lateral: Viga (a) HE 140 B		140	90	8	2	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M12x50-8.8 ISO 4032-M12-8 2 ISO 7089-12-200 HV		M12	50	8.8	6524.0	8154.9
ISO 4017-M16x45-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	45	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	30.58
	Cortante	kN	0.55	313.13	0.18
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	102.47	261.90	39.12
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	102.05	261.90	38.96
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	47.21	261.90	18.03
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	56.45	261.90	21.55
Chapa frontal [Viga (c) IPE 240]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (c) IPE 240]	Cortante	kN	116.21	164.06	70.83
Chapa frontal [Viga (b) IPE 240]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00

		Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
	Chapa vertical [Viga (b) IPE 240]	Cortante	kN	59.58	164.06	36.32
	Ala	Desgarro	N/mm ²	110.55	261.90	42.21
		Cortante	N/mm ²	70.91	261.90	27.07
Viga (c) IPE 240	Rigidizadores	Tracción	kN	23.88	188.57	12.67
	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	85.80	97.11	88.35
	Chapa vertical	Tracción	kN	38.03	106.79	35.61
Viga (b) IPE 240	Rigidizadores	Tracción	kN	12.91	188.57	6.85
	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	46.40	97.11	47.78
	Chapa vertical	Tracción	kN	20.57	106.79	19.26

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	5	145	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	5	145	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	5	145	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	5	145	10.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	188	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	188	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	188	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	188	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia										
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w	
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)			
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	71.0	123.0	31.87	0.0	0.00	410.0	0.85	
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	0.2	0.3	0.07	0.0	0.00	410.0	0.85	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	60.4	60.4	0.1	120.9	31.33	60.4	18.43	410.0	0.85	

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	70.7	122.5	31.74	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.1	0.2	0.04	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	58.9	58.9	0.0	117.8	30.52	58.9	17.95	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	32.7	56.7	14.68	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	0.3	0.5	0.12	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	27.5	27.5	0.1	55.0	14.25	27.5	8.38	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	39.1	67.7	17.55	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.2	0.4	0.10	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	34.4	34.4	0.1	68.7	17.81	34.4	10.48	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	17.1	29.7	7.69	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	17.1	29.7	7.69	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	125.0	216.4	56.09	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	124.2	215.2	55.76	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	7.6	13.2	3.43	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	7.6	13.2	3.43	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	57.3	99.3	25.73	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	64.1	111.0	28.76	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga (a) HE 140 B

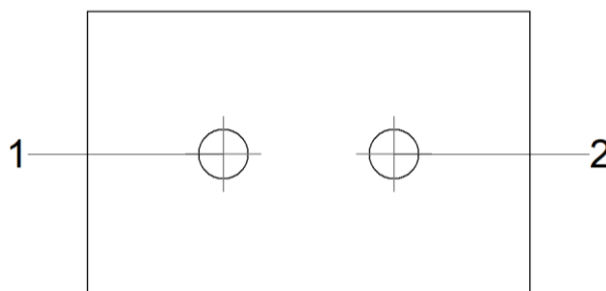
Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.37
	Tensiones combinadas	--	--	--	10.66
	Pandeo local	N/mm ²	25.30	230.97	10.95
	Aplastamiento	kN	7.22	79.60	9.07
	Desgarro	kN	13.65	87.10	15.67
Alma	Aplastamiento	kN	7.22	58.27	12.39
	Desgarro	kN	13.65	162.91	8.38

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	En ángulo	5	90	8.0	90.00	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	10.7	10.7	1.5	21.5	5.58	10.7	3.26	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x45-8.8	18.0	45	33	--	54	43.0
2	ISO 4017-M16x45-8.8	18.0	45	43	--	54	43.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	7.225	50.240	14.38	Vástago	0.000	90.432	0.00	14.38	14.38
	Aplastamiento	7.225	79.597	9.08	Punzonamiento	0.000	109.819	0.00		
2	Sección transversal	6.882	50.240	13.70	Vástago	0.000	90.432	0.00	13.70	13.70
	Aplastamiento	6.882	83.670	8.22	Punzonamiento	0.000	109.819	0.00		

3) Viga (c) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	85.80	97.11	88.35
Ala	Compresión	kN	128.36	308.00	41.67
	Tracción	kN	23.59	154.00	15.32
Alma	Tracción	kN	38.62	98.95	39.03

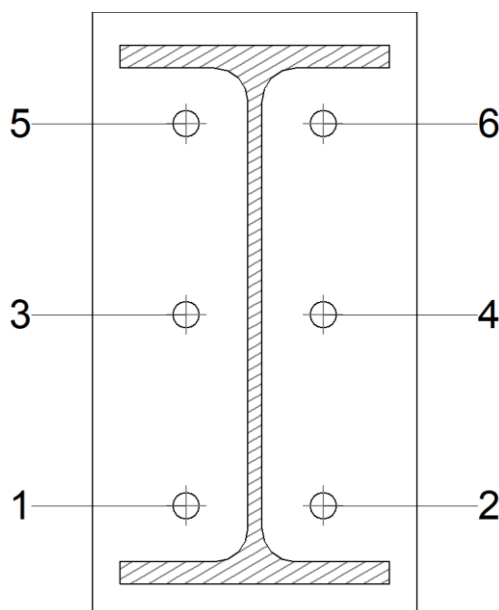
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	86.9	86.9	0.2	173.8	45.03	86.9	26.49	410.0	0.85
Soldadura del alma	115.2	115.2	16.8	232.3	60.20	115.2	35.13	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	85.7	85.7	0.0	171.5	44.44	85.7	26.14	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



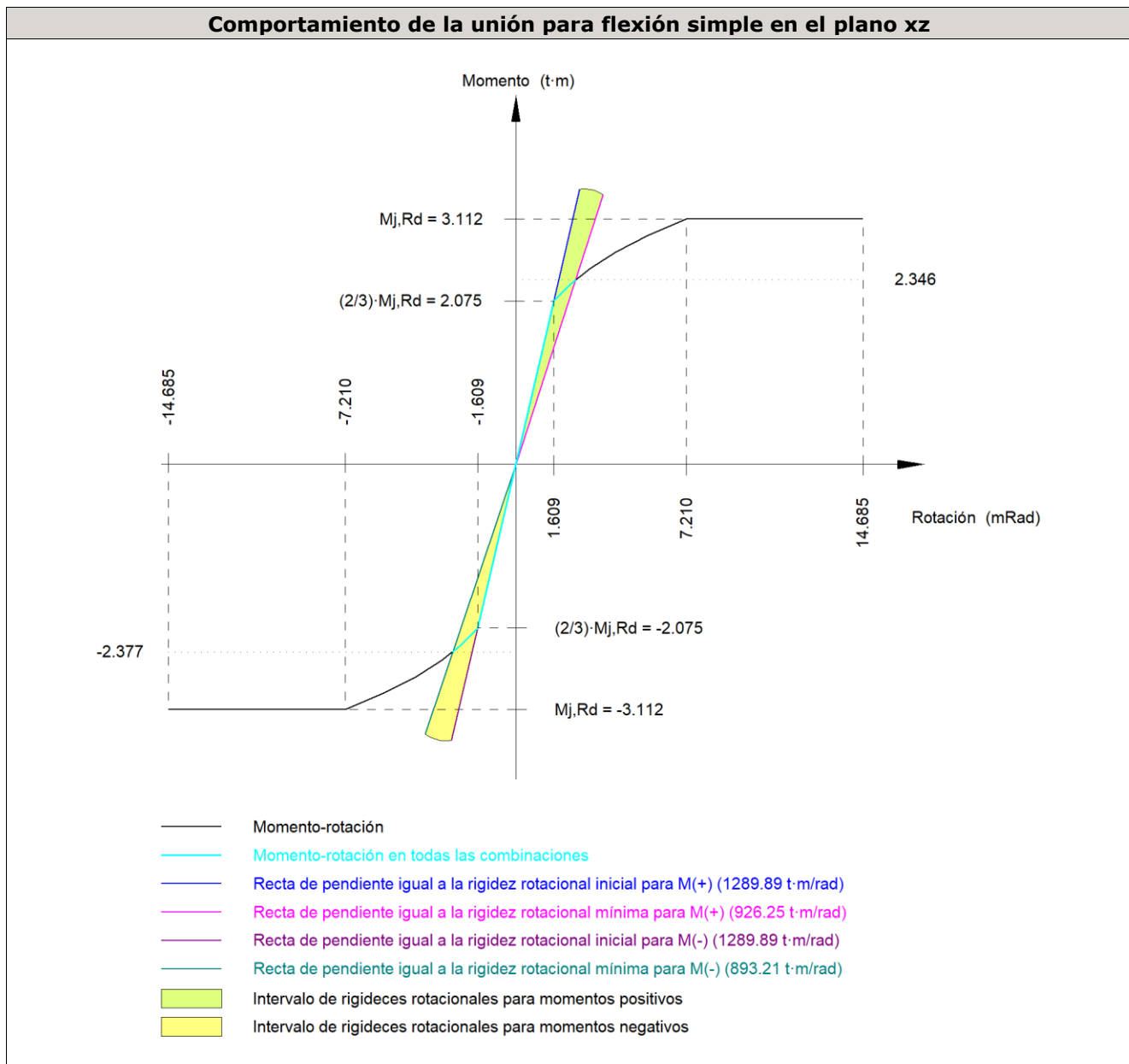
Disposición							
Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	25.1
2	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	25.1
3	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	27.0
4	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	27.0
5	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	25.1
6	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	25.1

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	3.233	36.191	8.93	Vástago	41.948	48.557	86.39	70.43	86.39
	Aplastamiento	3.233	98.400	3.29	Punzonamiento	41.948	117.563	35.68		
2	Sección transversal	3.217	36.191	8.89	Vástago	42.338	48.557	87.19	71.02	87.19
	Aplastamiento	3.217	98.400	3.27	Punzonamiento	42.338	117.563	36.01		
3	Sección transversal	3.233	36.191	8.93	Vástago	29.421	48.557	60.59	51.99	60.59
	Aplastamiento	3.233	98.400	3.29	Punzonamiento	29.421	117.563	25.03		
4	Sección transversal	3.217	36.191	8.89	Vástago	30.627	48.557	63.07	53.86	63.07
	Aplastamiento	3.217	98.400	3.27	Punzonamiento	30.627	117.563	26.05		
5	Sección transversal	3.233	36.191	8.93	Vástago	41.721	48.557	85.92	70.23	85.92
	Aplastamiento	3.233	98.400	3.29	Punzonamiento	41.721	117.563	35.49		
6	Sección transversal	3.217	36.191	8.89	Vástago	42.901	48.557	88.35	71.92	88.35
	Aplastamiento	3.217	98.400	3.27	Punzonamiento	42.901	117.563	36.49		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	555.91	1289.89
Calculada para momentos negativos	555.91	1289.89

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.69	1.80	94.14
Momento resistente	kNm	23.32	30.53	76.38
Capacidad de rotación	mRad	181.180	667	27.18

4) Viga (b) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	46.40	97.11	47.78
Ala	Compresión	kN	67.60	308.00	21.95
	Tracción	kN	12.75	154.00	8.28
Alma	Tracción	kN	20.89	98.95	21.11

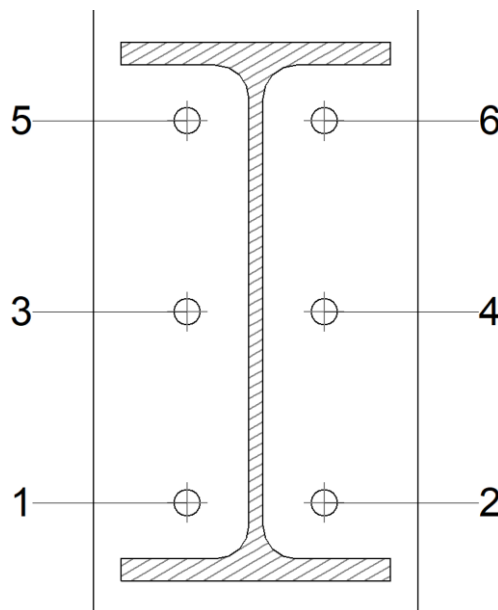
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	42.9	42.9	0.3	85.7	22.22	42.9	13.07	410.0	0.85
Soldadura del alma	62.3	62.3	6.4	125.1	32.43	62.3	19.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	48.2	48.2	0.2	96.3	24.97	48.2	14.69	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



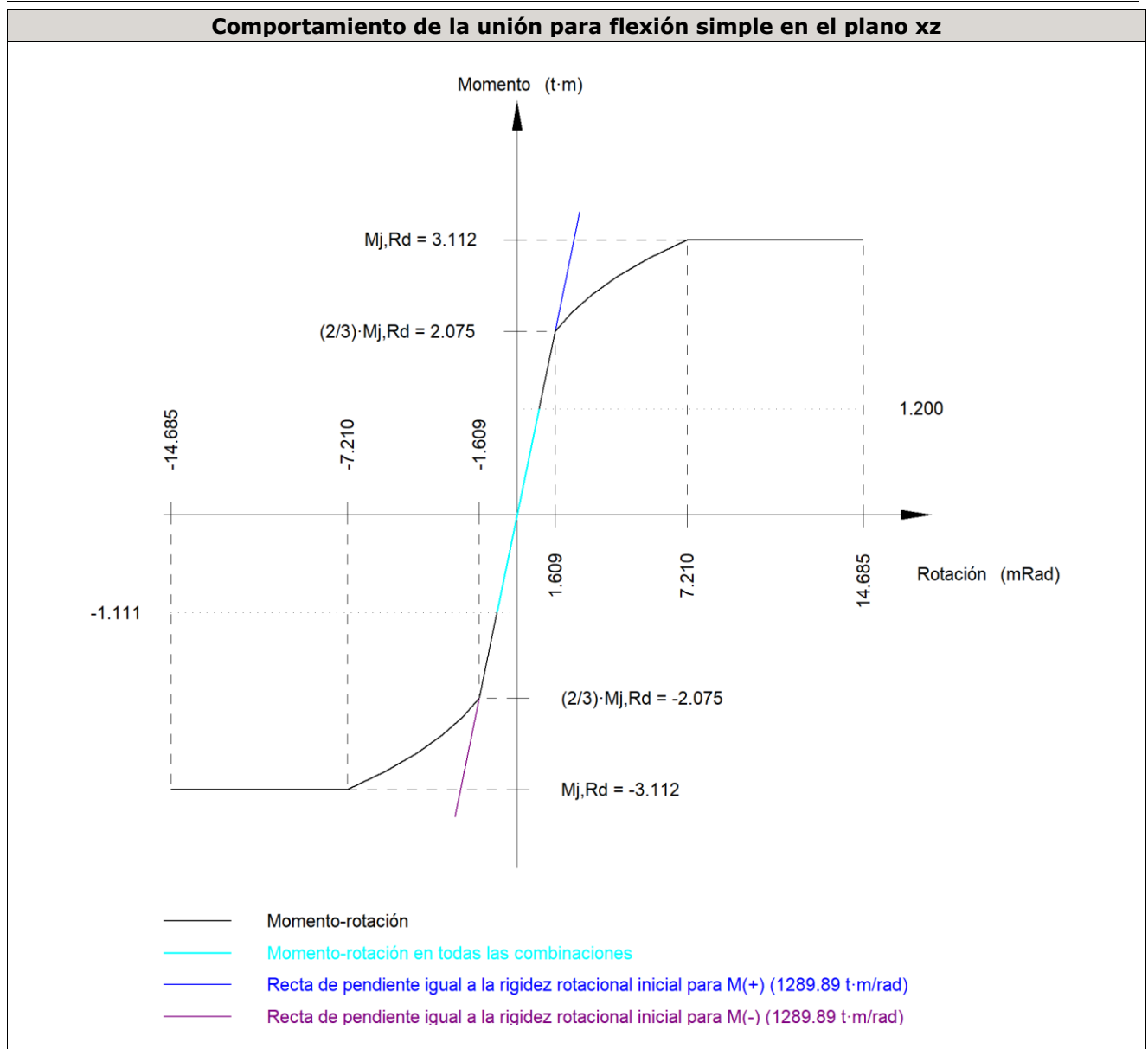
Disposición								
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)	
1	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	25.1	
2	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	25.1	
3	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	27.0	
4	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	27.0	
5	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	25.1	
6	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	25.1	

Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
--: La comprobación no procede.							

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	1.435	36.191	3.97	Vástago	23.204	48.557	47.79	37.51	47.79
	Aplastamiento	1.435	98.400	1.46	Punzonamiento	23.204	117.563	19.74		
2	Sección transversal	1.438	36.191	3.97	Vástago	21.963	48.557	45.23	35.66	45.23
	Aplastamiento	1.438	98.400	1.46	Punzonamiento	21.963	117.563	18.68		
3	Sección transversal	1.435	36.191	3.97	Vástago	16.925	48.557	34.86	28.27	34.86
	Aplastamiento	1.435	98.400	1.46	Punzonamiento	16.925	117.563	14.40		
4	Sección transversal	1.438	36.191	3.97	Vástago	15.305	48.557	31.52	25.87	31.52
	Aplastamiento	1.438	98.400	1.46	Punzonamiento	15.305	117.563	13.02		
5	Sección transversal	1.435	36.191	3.97	Vástago	19.985	48.557	41.16	33.14	41.16
	Aplastamiento	1.435	98.400	1.46	Punzonamiento	19.985	117.563	17.00		
6	Sección transversal	1.438	36.191	3.97	Vástago	19.403	48.557	39.96	32.29	39.96
	Aplastamiento	1.438	98.400	1.46	Punzonamiento	19.403	117.563	16.50		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	555.91	1289.89
Calculada para momentos negativos	555.91	1289.89

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.69	1.80	94.14
Momento resistente	kNm	11.77	30.53	38.54
Capacidad de rotación	mRad	63.319	667	9.50

d) Medición

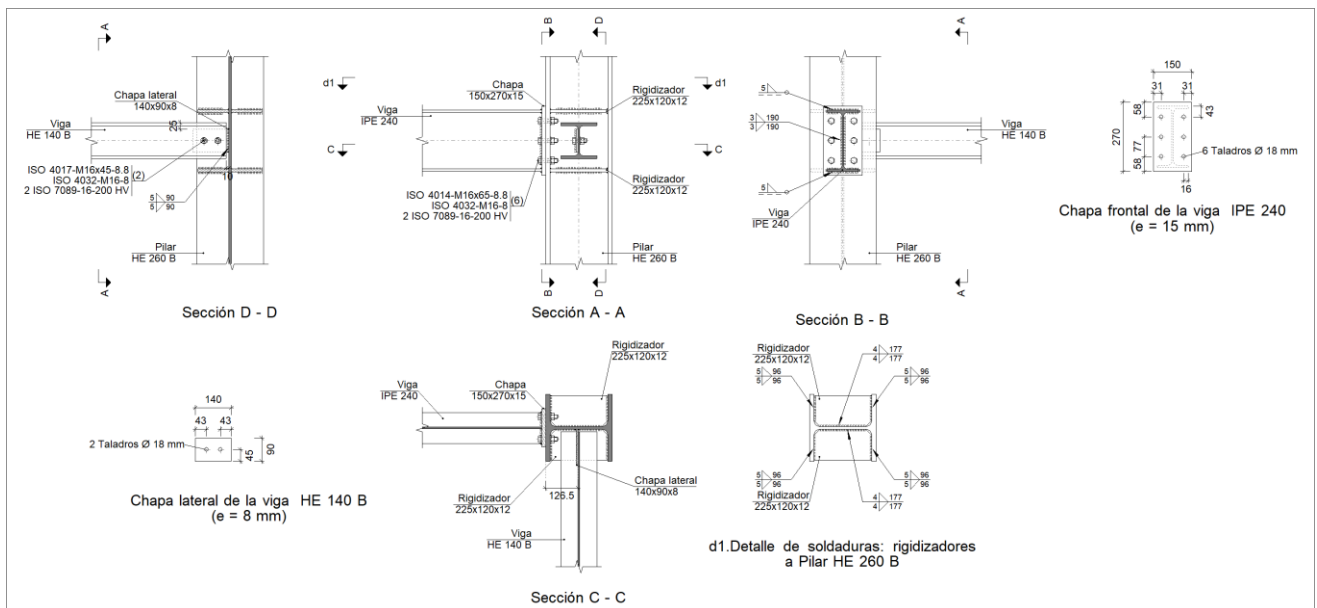
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	3507
			4	1216
			5	3630

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	188x185x12	13.11
	Chapas	2	185x218x7	4.44
		1	140x90x8	0.79
		4	145x270x10	12.29
	Total			

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	12	ISO 4014-M12x50
		2	ISO 4017-M16x45
Tuercas	Clase 8	12	ISO 4032-M12
		2	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	24	ISO 7089-12
		4	ISO 7089-16

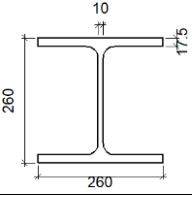
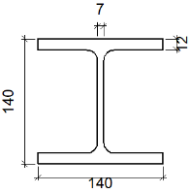
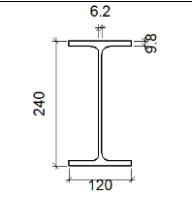
Tipo 88

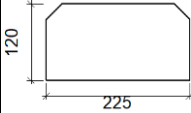
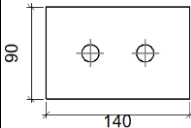
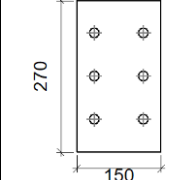
a) Detalle



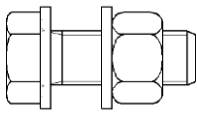
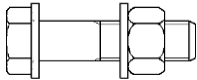
b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles								
Pieza	Descripción	Geometría				Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 260 B		260	260	17.5	10	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 140 B		140	140	12	7	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 240		240	120	9.8	6.2	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		225	120	12	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa lateral: Viga HE 140 B		140	90	8	2	18	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga IPE 240		150	270	15	6	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x45-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	45	8.8	6524.0	8154.9
ISO 4014-M16x65-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	65	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 260 B

Comprobaciones de resistencia							
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)		
Panel	Esbeltez	--	--	--	34.77		
	Cortante	kN	149.43	329.61	45.34		
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	85.27	261.90	32.56		
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	65.66	261.90	25.07		
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	86.74	261.90	33.12		
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	66.49	261.90	25.39		
Ala	Cortante	N/mm ²	23.31	261.90	8.90		
Viga IPE 240	Ala	Tracción por flexión	kN	137.44	180.86	75.99	
		Tracción	kN	30.23	274.49	11.01	
	Alma	Tracción	kN	76.98	155.85	49.39	
Viga HE 140 B	Alma	Punzonamiento	kN	8.21	385.73	2.13	
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	8.21	140.15	5.86	

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	96	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	177	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	96	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	177	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	96	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	177	10.0	90.00	

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	96	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	177	10.0	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	72.4	72.4	0.0	144.7	37.50	72.4	22.06	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	35.6	61.6	15.97	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	55.7	55.7	0.0	111.4	28.87	55.7	16.98	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	28.0	48.5	12.56	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	73.6	73.6	0.0	147.2	38.15	73.6	22.44	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	35.7	61.8	16.00	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	56.4	56.4	0.0	112.8	29.24	56.4	17.20	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	27.4	47.4	12.28	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	137.44	173.03	79.43
Ala	Compresión	kN	181.26	308.00	58.85
	Tracción	kN	39.56	154.00	25.69
Alma	Tracción	kN	75.58	125.20	60.37

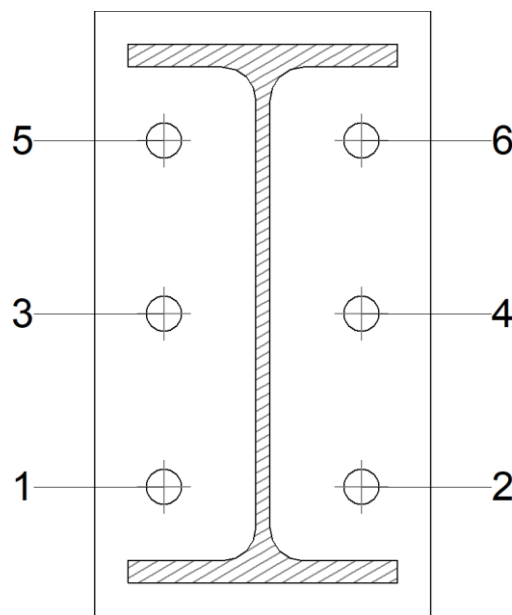
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	139.2	139.2	0.1	278.3	72.13	139.2	42.43	410.0	0.85
Soldadura del alma	171.5	171.5	11.5	343.7	89.06	171.6	52.30	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	108.4	108.4	0.4	216.8	56.19	108.4	33.05	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	31	77	88	31.0
2	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	31	77	88	31.0
3	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	31	77	88	31.0
4	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	31	77	88	31.0
5	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	31	77	88	31.0
6	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	31	77	88	31.0

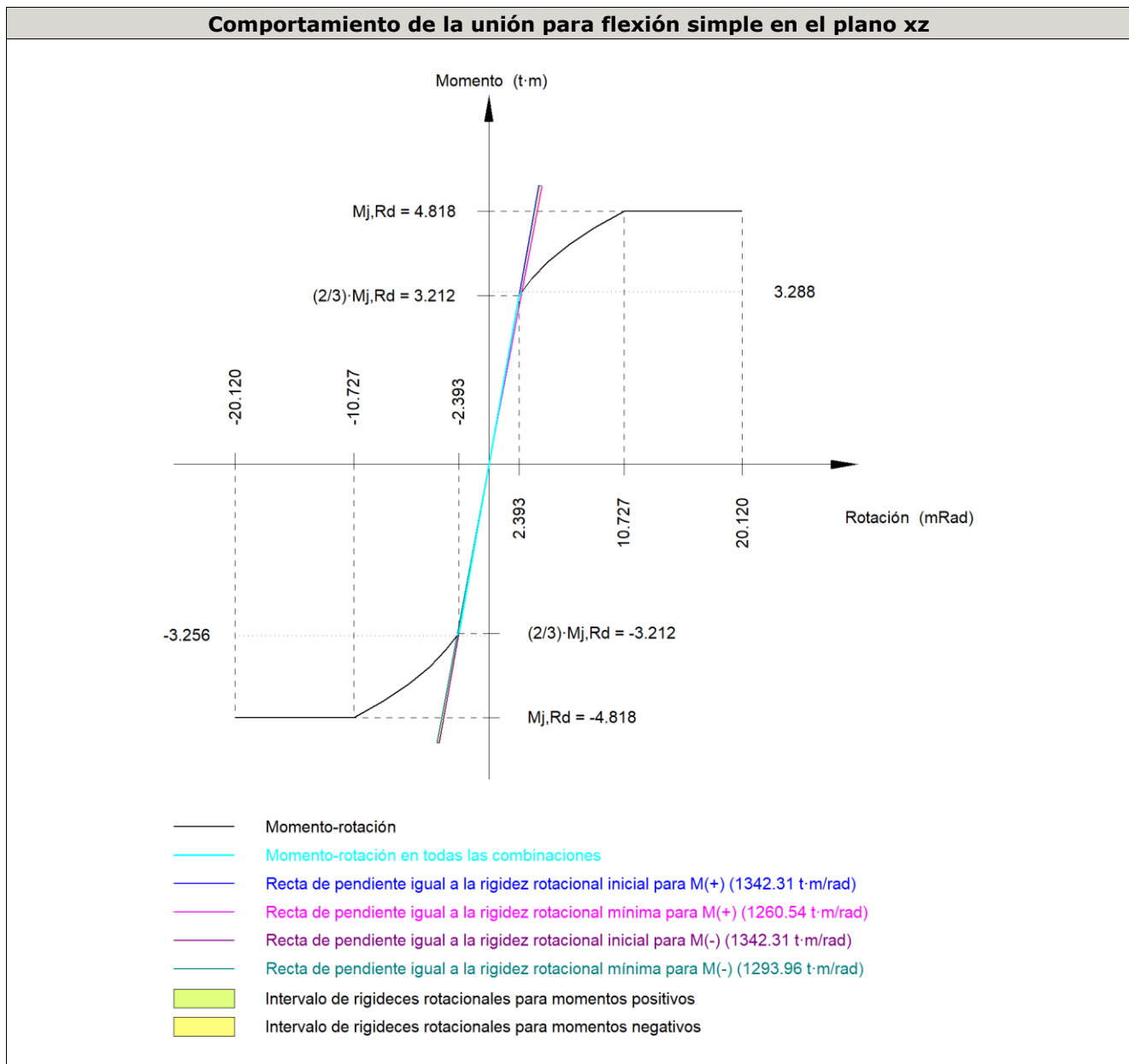
--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	2.184	64.340	3.39	Vástago	55.850	90.432	61.76	47.21	61.76
	Aplastamiento	2.184	196.795	1.11	Punzonamiento	55.850	235.327	23.73		

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
2	Sección transversal	2.196	64.340	3.41	Vástago	55.960	90.432	61.88	47.28	61.88
	Aplastamiento	2.196	196.800	1.12	Punzonamiento	55.960	235.327	23.78		
3	Sección transversal	2.184	64.340	3.39	Vástago	59.059	90.432	65.31	50.03	65.31
	Aplastamiento	2.184	196.781	1.11	Punzonamiento	59.059	235.327	25.10		
4	Sección transversal	2.196	64.340	3.41	Vástago	59.336	90.432	65.61	50.27	65.61
	Aplastamiento	2.196	196.800	1.12	Punzonamiento	59.336	235.327	25.21		
5	Sección transversal	2.184	64.340	3.39	Vástago	71.645	90.432	79.23	59.97	79.23
	Aplastamiento	2.184	196.758	1.11	Punzonamiento	71.645	235.327	30.44		
6	Sección transversal	2.196	64.340	3.41	Vástago	71.829	90.432	79.43	60.14	79.43
	Aplastamiento	2.196	196.800	1.12	Punzonamiento	71.829	235.327	30.52		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	397.91	1342.31
Calculada para momentos negativos	397.91	1342.31

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.39	1.80	77.40
Momento resistente	kNm	32.25	47.27	68.24
Capacidad de rotación	mRad	129.637	667	19.45

3) Viga HE 140 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.37
	Tensiones combinadas	--	--	--	10.51
	Pandeo local	N/mm ²	18.20	230.97	7.88
	Aplastamiento	kN	4.40	79.71	5.52

	Desgarro	kN	8.26	87.10	9.48
Alma	Aplastamiento	kN	4.40	58.56	7.52
	Desgarro	kN	8.26	162.91	5.07

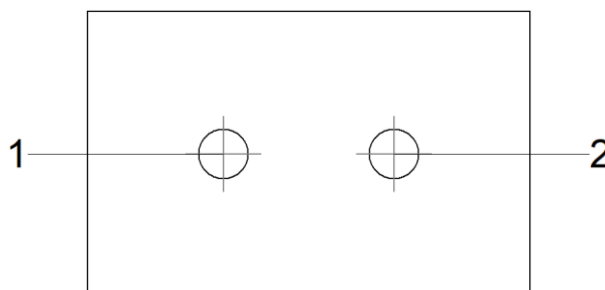
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.		En ángulo	5	90	8.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	6.3	6.6	1.0	13.1	3.40	6.6	2.00	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x45-8.8	18.0	45	33	--	54	43.0
2	ISO 4017-M16x45-8.8	18.0	45	43	--	54	43.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	4.402	50.240	8.76	Vástago	0.181	90.432	0.20	8.90	8.90
	Aplastamiento	4.402	79.710	5.52	Punzonamiento	0.181	109.819	0.16		

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
2	Sección transversal	4.166	50.240	8.29	Vástago	0.069	90.432	0.08	8.34	8.34
	Aplastamiento	4.166	83.683	4.98	Punzonamiento	0.069	109.819	0.06		

d) Medición

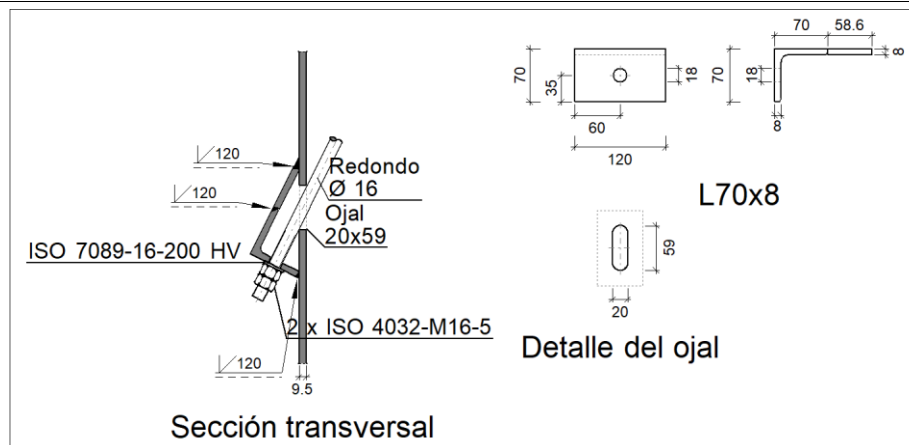
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	381
			4	1416
			5	2163

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	225x120x12	10.17
	Chapas	1	140x90x8	0.79
		1	150x270x15	4.77
	Total			

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	6	ISO 4014-M16x65
		2	ISO 4017-M16x45
Tuercas	Clase 8	8	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	16	ISO 7089-16

Tipo 90

a) Detalle



b) Comprobación

1) L70x8 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	16.00	123.39	12.97
Flector	--	--	--	68.19

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	8	120

l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ _∥ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

c) Medición

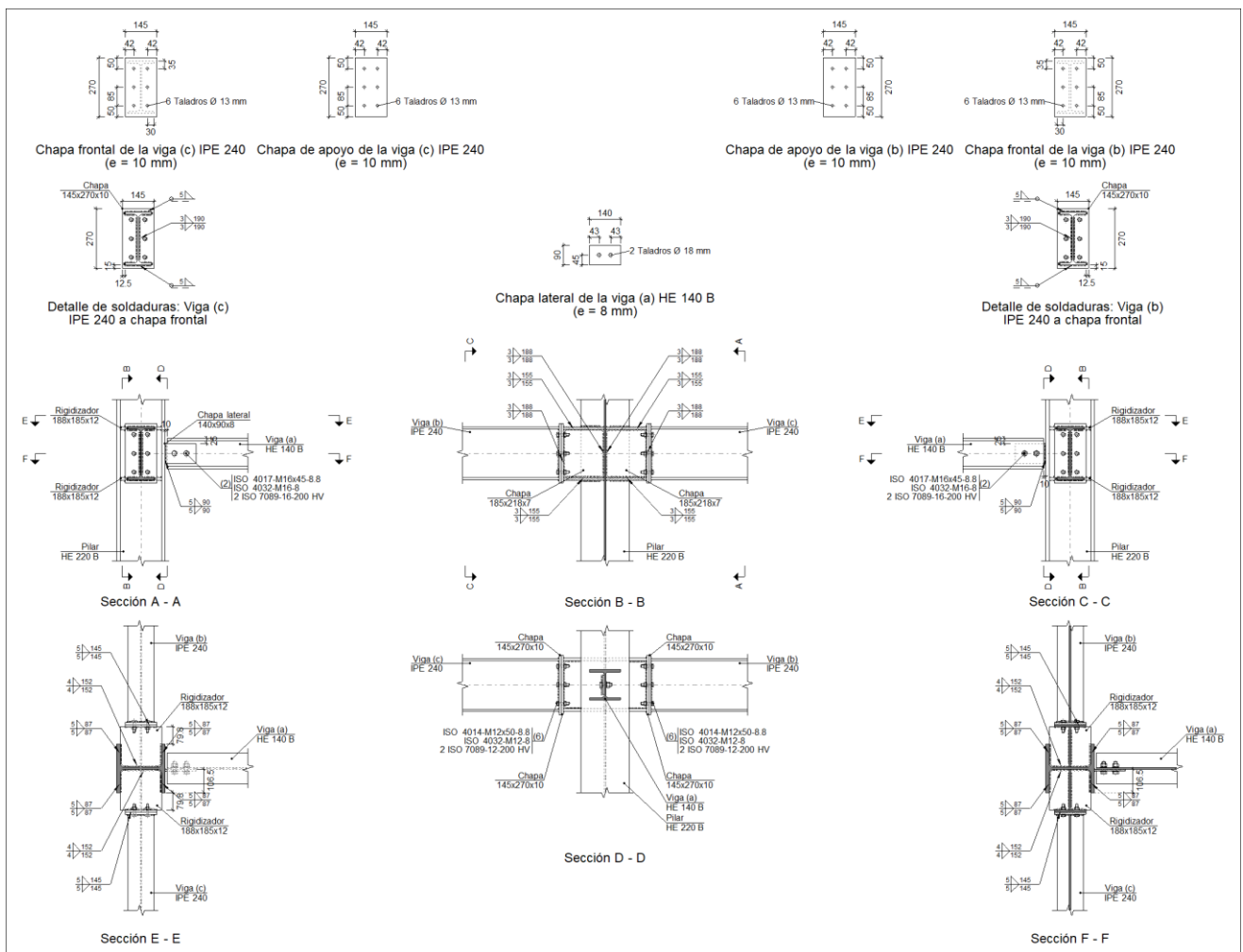
Soldaduras				
f _u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple	8	360

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L70x8	120	0.99
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-16

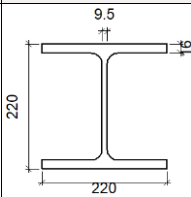
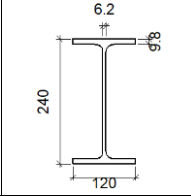
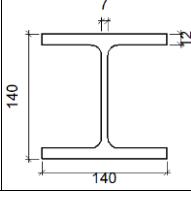
Tipo 91

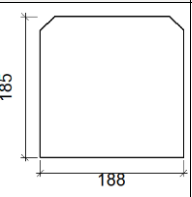
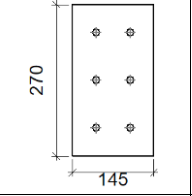
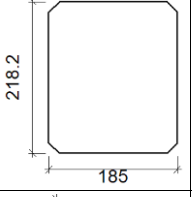
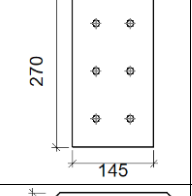
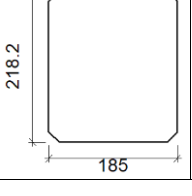
a) Detalle

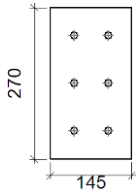
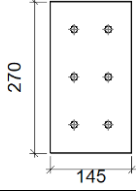
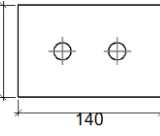


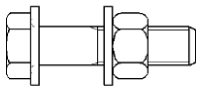
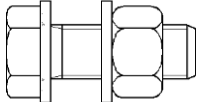
b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles		
Pieza	Descripción	Acero
	Geometría	

		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 240		240	120	9.8	6.2	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 140 B		140	140	12	7	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		188	185	12	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa de apoyo de la viga Viga (c) IPE 240		145	270	10	6	13	S275	2803.3	4179.4
Chapa vertical de la viga Viga (c) IPE 240		185	218.2	7	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa de apoyo de la viga Viga (b) IPE 240		145	270	10	6	13	S275	2803.3	4179.4
Chapa vertical de la viga Viga (b) IPE 240		185	218.2	7	-	-	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal: Viga (c) IPE 240		145	270	10	6	13	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga (b) IPE 240		145	270	10	6	13	S275	2803.3	4179.4
Chapa lateral: Viga (a) HE 140 B		140	90	8	2	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M12x50-8.8 ISO 4032-M12-8 2 ISO 7089-12-200 HV		M12	50	8.8	6524.0	8154.9
ISO 4017-M16x45-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	45	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltz	--	--	--	30.58
	Cortante	kN	0.56	313.13	0.18
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	67.88	261.90	25.92
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	57.72	261.90	22.04
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	46.01	261.90	17.57
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	64.03	261.90	24.45

	Chapa frontal [Viga (c) IPE 240]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
		Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
	Chapa vertical [Viga (c) IPE 240]	Cortante	kN	76.40	164.06	46.57
	Chapa frontal [Viga (b) IPE 240]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
		Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
	Chapa vertical [Viga (b) IPE 240]	Cortante	kN	66.32	164.06	40.42
	Ala	Desgarro	N/mm ²	99.65	261.90	38.05
		Cortante	N/mm ²	54.06	261.90	20.64
Viga (c) IPE 240	Rigidizadores	Tracción	kN	16.61	188.57	8.81
	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	59.65	97.11	61.43
	Chapa vertical	Tracción	kN	26.44	106.79	24.76
Viga (b) IPE 240	Rigidizadores	Tracción	kN	14.95	188.57	7.93
	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	53.69	97.11	55.28
	Chapa vertical	Tracción	kN	23.80	106.79	22.28

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	5	145	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	5	145	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	5	145	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	5	145	10.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	188	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	188	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	188	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	188	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	47.0	81.5	21.11	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	0.3	0.5	0.12	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	41.1	41.1	0.2	82.2	21.29	41.1	12.52	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	40.0	69.3	17.95	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.2	0.4	0.10	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	35.1	35.1	0.1	70.2	18.18	35.1	10.70	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	31.9	55.2	14.31	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	0.2	0.3	0.07	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	27.7	27.7	0.1	55.3	14.33	27.7	8.43	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	44.4	76.8	19.91	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.1	0.3	0.06	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	40.7	40.7	0.1	81.4	21.08	40.7	12.40	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	7.5	12.9	3.35	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	7.5	12.9	3.35	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	82.2	142.3	36.87	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	66.8	115.6	29.97	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	5.7	9.9	2.57	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	5.7	9.9	2.57	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	55.6	96.4	24.97	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	71.3	123.5	32.01	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga (a) HE 140 B

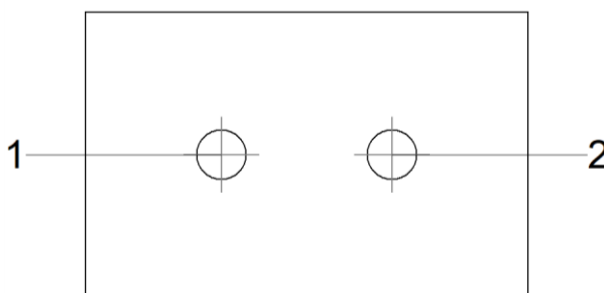
Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.37
	Tensiones combinadas	--	--	--	9.88
	Pandeo local	N/mm ²	25.02	230.97	10.83
	Aplastamiento	kN	6.57	79.74	8.24
	Desgarro	kN	12.31	87.10	14.13
Alma	Aplastamiento	kN	6.57	58.65	11.21
	Desgarro	kN	12.31	162.91	7.56

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	En ángulo	5	90	8.0	90.00	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	9.6	9.6	1.5	19.4	5.03	9.6	2.94	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x45-8.8	18.0	45	33	--	54	43.0
2	ISO 4017-M16x45-8.8	18.0	45	43	--	54	43.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	6.575	50.240	13.09	Vástago	0.000	90.432	0.00	13.09	13.09
	Aplastamiento	6.575	79.744	8.24	Punzonamiento	0.000	109.819	0.00		
2	Sección transversal	6.210	50.240	12.36	Vástago	0.000	90.432	0.00	12.36	12.36
	Aplastamiento	5.974	78.960	7.57	Punzonamiento	0.000	109.819	0.00		

3) Viga (c) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	59.65	97.11	61.43
Ala	Compresión	kN	81.73	308.00	26.54
	Tracción	kN	16.40	154.00	10.65
Alma	Tracción	kN	26.85	98.95	27.13

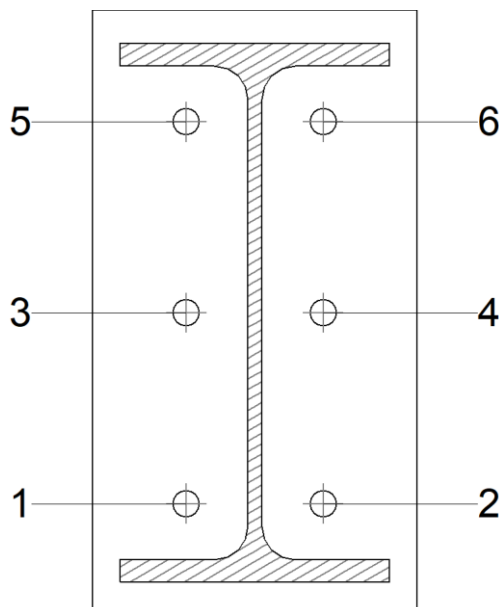
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	60.4	60.4	0.3	120.8	31.31	60.4	18.41	410.0	0.85
Soldadura del alma	80.1	80.1	7.4	160.7	41.66	80.1	24.43	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	50.5	50.5	0.3	100.9	26.16	50.5	15.39	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



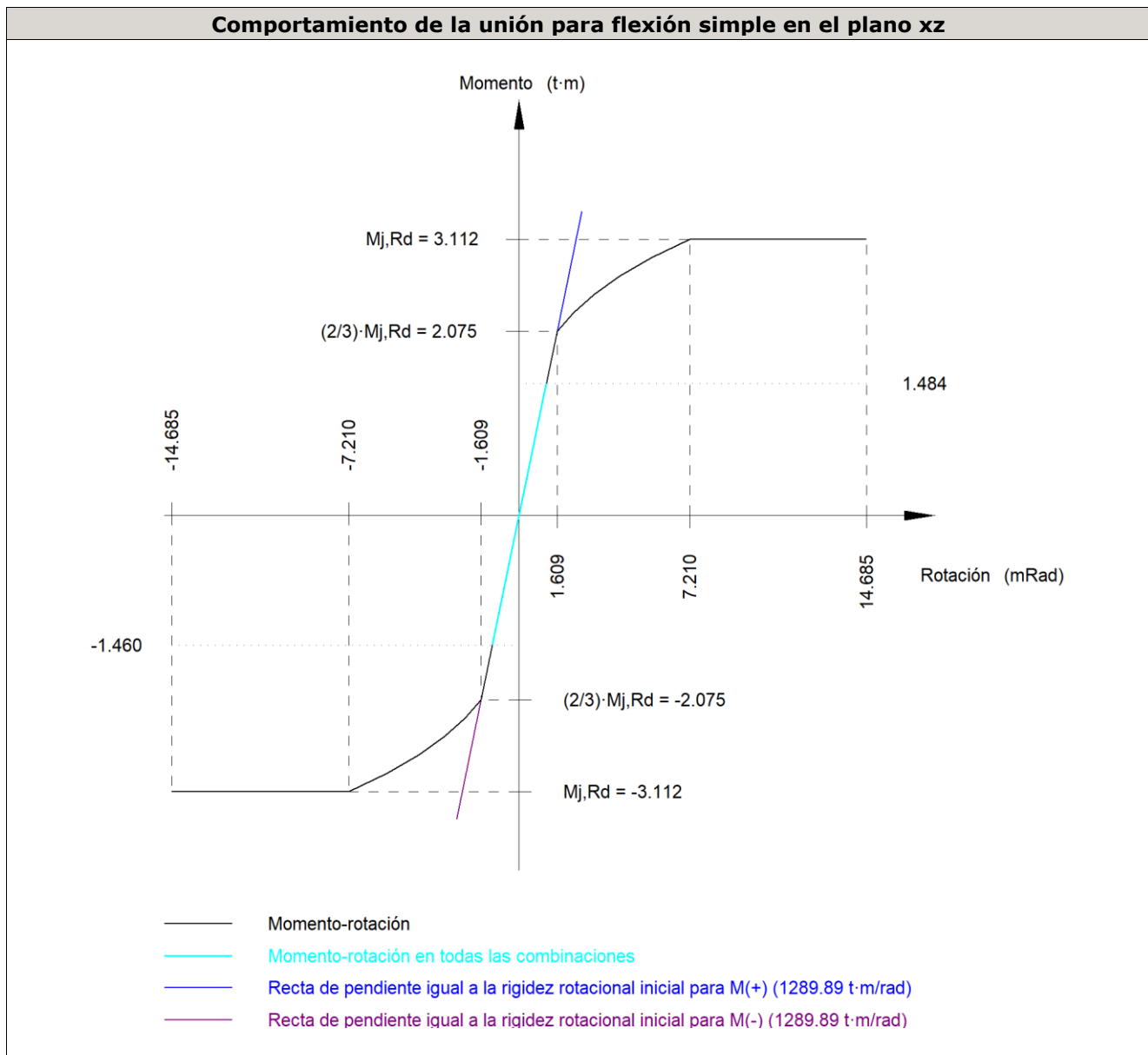
Disposición							
Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	25.1
2	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	25.1
3	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	27.0
4	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	27.0
5	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	25.1
6	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	25.1

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	1.402	36.191	3.87	Vástago	24.162	48.557	49.76	38.77	49.76
	Aplastamiento	1.402	98.400	1.43	Punzonamiento	24.162	117.563	20.55		
2	Sección transversal	1.412	36.191	3.90	Vástago	23.628	48.557	48.66	37.98	48.66
	Aplastamiento	1.412	98.400	1.43	Punzonamiento	23.628	117.563	20.10		
3	Sección transversal	1.403	36.191	3.88	Vástago	21.493	48.557	44.26	35.49	44.26
	Aplastamiento	1.403	98.400	1.43	Punzonamiento	21.493	117.563	18.28		
4	Sección transversal	1.413	36.191	3.90	Vástago	20.276	48.557	41.76	33.73	41.76
	Aplastamiento	1.413	98.400	1.44	Punzonamiento	20.276	117.563	17.25		
5	Sección transversal	1.404	36.191	3.88	Vástago	29.827	48.557	61.43	47.76	61.43
	Aplastamiento	1.404	98.400	1.43	Punzonamiento	29.827	117.563	25.37		
6	Sección transversal	1.414	36.191	3.91	Vástago	28.894	48.557	59.50	46.41	59.50
	Aplastamiento	1.414	98.400	1.44	Punzonamiento	28.894	117.563	24.58		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	555.91	1289.89
Calculada para momentos negativos	555.91	1289.89

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.69	1.80	94.14
Momento resistente	kNm	14.56	30.53	47.68
Capacidad de rotación	mRad	78.341	667	11.75

4) Viga (b) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	53.69	97.11	55.28
Ala	Compresión	kN	77.53	308.00	25.17
	Tracción	kN	14.76	154.00	9.59
Alma	Tracción	kN	24.16	98.95	24.42

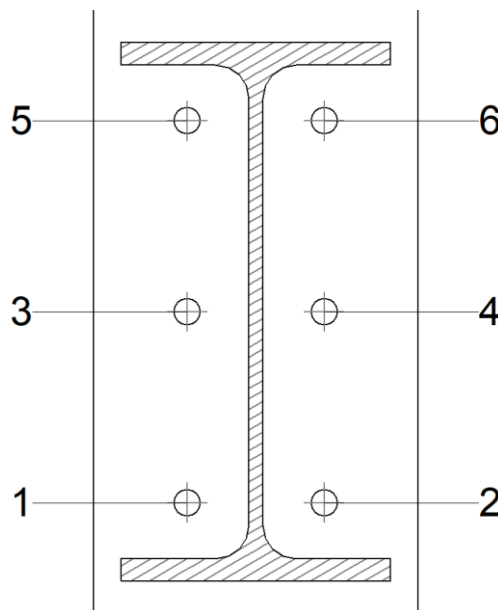
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	40.8	40.8	0.2	81.7	21.17	40.8	12.45	410.0	0.85
Soldadura del alma	72.1	72.1	4.2	144.4	37.42	72.1	21.98	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	54.4	54.4	0.2	108.7	28.17	54.4	16.57	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



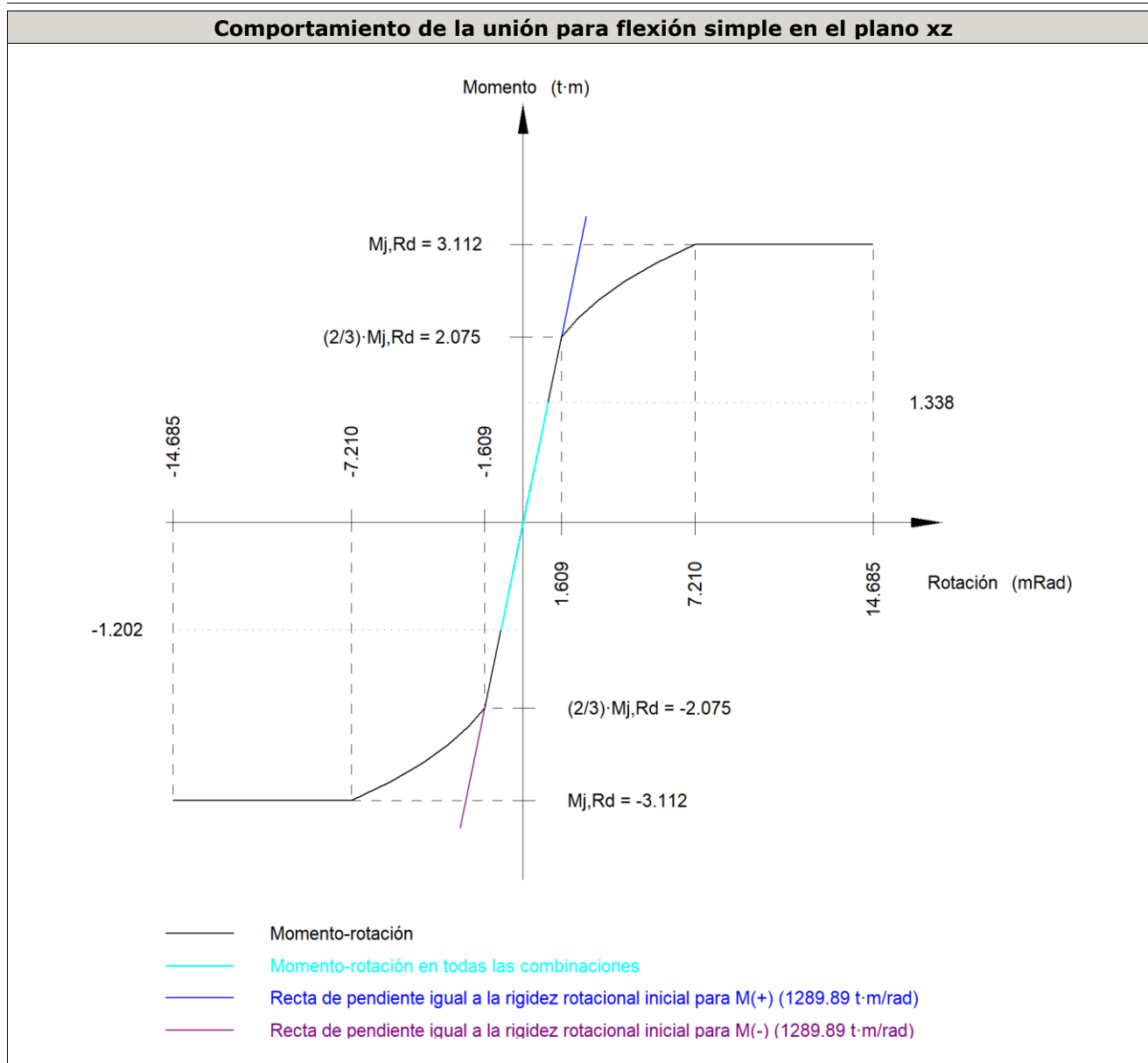
Disposición								
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)	
1	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	25.1	
2	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	25.1	
3	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	27.0	
4	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	27.0	
5	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	25.1	
6	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	25.1	

Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
--: La comprobación no procede.							

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	1.080	36.191	2.98	Vástago	25.878	48.557	53.29	40.29	53.29
	Aplastamiento	1.080	98.400	1.10	Punzonamiento	25.878	117.563	22.01		
2	Sección transversal	1.077	36.191	2.98	Vástago	26.843	48.557	55.28	41.72	55.28
	Aplastamiento	1.077	98.400	1.09	Punzonamiento	26.843	117.563	22.83		
3	Sección transversal	1.080	36.191	2.98	Vástago	18.286	48.557	37.66	29.13	37.66
	Aplastamiento	1.080	98.400	1.10	Punzonamiento	18.286	117.563	15.55		
4	Sección transversal	1.077	36.191	2.98	Vástago	19.543	48.557	40.25	30.98	40.25
	Aplastamiento	1.077	98.400	1.09	Punzonamiento	19.543	117.563	16.62		
5	Sección transversal	1.080	36.191	2.98	Vástago	19.589	48.557	40.34	31.63	40.34
	Aplastamiento	1.080	98.400	1.10	Punzonamiento	19.589	117.563	16.66		
6	Sección transversal	1.077	36.191	2.98	Vástago	20.167	48.557	41.53	32.47	41.53
	Aplastamiento	1.077	98.400	1.09	Punzonamiento	20.167	117.563	17.15		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	555.91	1289.89
Calculada para momentos negativos	555.91	1289.89

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.69	1.80	94.14
Momento resistente	kNm	13.13	30.53	43.00
Capacidad de rotación	mRad	70.646	667	10.60

d) Medición

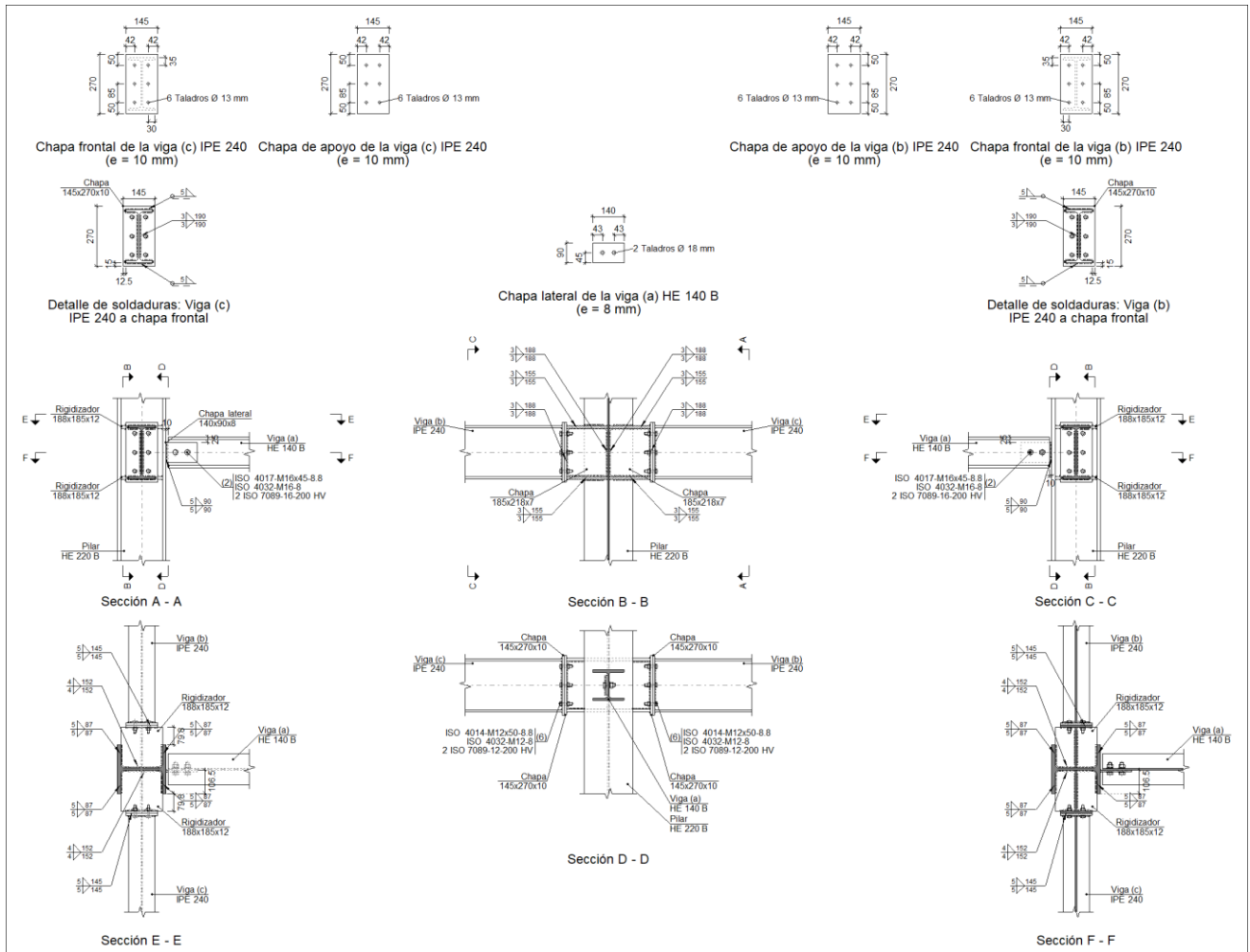
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	3507
			4	1216
			5	3630

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	188x185x12	13.11
		2	185x218x7	4.44
	Chapas	1	140x90x8	0.79
		4	145x270x10	12.29
	Total			

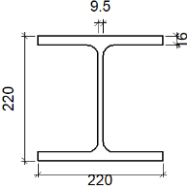
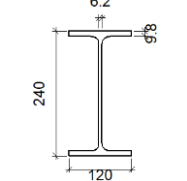
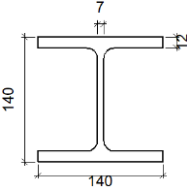
Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	12	ISO 4014-M12x50
		2	ISO 4017-M16x45
Tuercas	Clase 8	12	ISO 4032-M12
		2	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	24	ISO 7089-12
		4	ISO 7089-16

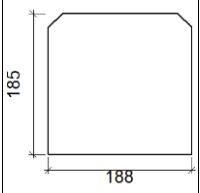
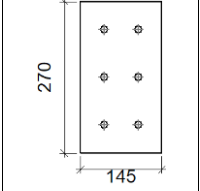
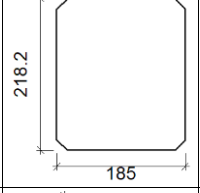
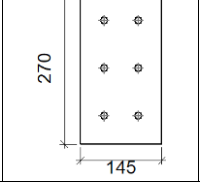
Tipo 92

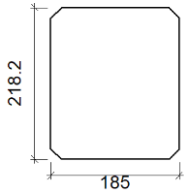
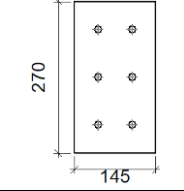
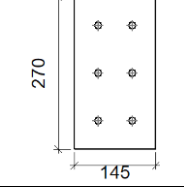
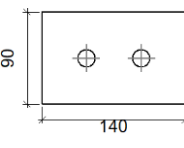
a) Detalle

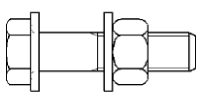
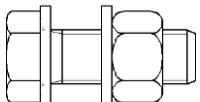


b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 240		240	120	9.8	6.2	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 140 B		140	140	12	7	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		188	185	12	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa de apoyo de la viga Viga (c) IPE 240		145	270	10	6	13	S275	2803.3	4179.4
Chapa vertical de la viga Viga (c) IPE 240		185	218.2	7	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa de apoyo de la viga Viga (b) IPE 240		145	270	10	6	13	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa vertical de la viga Viga (b) IPE 240		185	218.2	7	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga (c) IPE 240		145	270	10	6	13	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga (b) IPE 240		145	270	10	6	13	S275	2803.3	4179.4
Chapa lateral: Viga (a) HE 140 B		140	90	8	2	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Clase	Acero	
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)		f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M12x50-8.8 ISO 4032-M12-8 2 ISO 7089-12-200 HV		M12	50	8.8	6524.0	8154.9
ISO 4017-M16x45-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	45	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbitez	--	--	--	30.58
	Cortante	kN	0.32	313.13	0.10

	Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	58.70	261.90	22.41
	Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	42.21	261.90	16.11
	Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	75.34	261.90	28.77
	Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	104.99	261.90	40.09
	Chapa frontal [Viga (c) IPE 240]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
		Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
	Chapa vertical [Viga (c) IPE 240]	Cortante	kN	66.37	164.06	40.45
	Chapa frontal [Viga (b) IPE 240]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
		Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
	Chapa vertical [Viga (b) IPE 240]	Cortante	kN	113.25	164.06	69.03
	Ala	Desgarro	N/mm ²	114.26	261.90	43.63
		Cortante	N/mm ²	65.30	261.90	24.93
Viga (c) IPE 240	Rigidizadores	Tracción	kN	14.61	188.57	7.75
	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	52.47	97.11	54.03
	Chapa vertical	Tracción	kN	23.26	106.79	21.78
Viga (b) IPE 240	Rigidizadores	Tracción	kN	24.56	188.57	13.03
	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	88.23	97.11	90.85
	Chapa vertical	Tracción	kN	39.11	106.79	36.62

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	5	145	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	5	145	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	5	145	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	5	145	10.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	188	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	188	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	188	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	188	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	40.7	70.4	18.25	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	0.2	0.3	0.07	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	36.2	36.2	0.1	72.4	18.76	36.2	11.03	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	29.2	50.7	13.13	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.1	0.3	0.06	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	25.4	25.4	0.1	50.8	13.15	25.4	7.73	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	52.2	90.4	23.43	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	0.1	0.1	0.03	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	44.9	44.9	0.0	89.7	23.25	44.9	13.68	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	72.7	126.0	32.65	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.0	0.1	0.02	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	66.0	66.0	0.0	131.9	34.18	66.0	20.11	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	5.6	9.7	2.50	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	5.6	9.7	2.50	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	71.4	123.6	32.04	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	44.0	76.2	19.74	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	11.9	20.6	5.33	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	11.9	20.6	5.33	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	93.6	162.2	42.02	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	121.8	210.9	54.66	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga (a) HE 140 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.37
	Tensiones combinadas	--	--	--	10.15
	Pandeo local	N/mm ²	24.68	230.97	10.68
	Aplastamiento	kN	7.87	78.74	10.00
	Desgarro	kN	15.73	87.10	18.06
Alma	Aplastamiento	kN	7.87	56.17	14.02
	Desgarro	kN	11.25	63.51	17.72

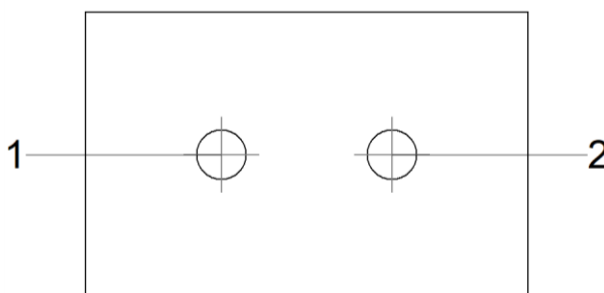
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	En ángulo	5	90	8.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	12.3	12.4	0.2	24.7	6.41	12.4	3.77	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x45-8.8	18.0	45	33	--	54	43.0
2	ISO 4017-M16x45-8.8	18.0	45	43	--	54	43.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	7.872	50.240	15.67	Vástago	0.018	90.432	0.02	15.68	15.68
	Aplastamiento	7.872	78.740	10.00	Punzonamiento	0.018	109.819	0.02		
2	Sección transversal	7.864	50.240	15.65	Vástago	0.018	90.432	0.02	15.67	15.67
	Aplastamiento	7.864	83.581	9.41	Punzonamiento	0.018	109.819	0.02		

3) Viga (c) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	52.47	97.11	54.03
Ala	Compresión	kN	65.27	308.00	21.19
	Tracción	kN	14.43	154.00	9.37
Alma	Tracción	kN	23.62	98.95	23.87

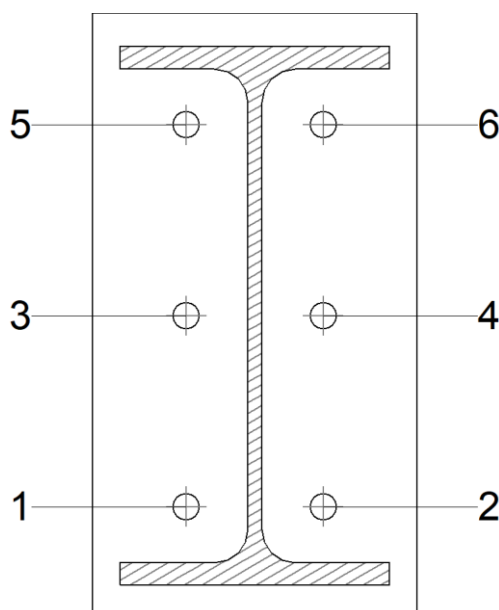
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	53.1	53.1	0.2	106.3	27.54	53.1	16.20	410.0	0.85
Soldadura del alma	70.5	70.5	5.5	141.3	36.61	70.5	21.48	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	37.3	37.3	0.2	74.7	19.35	37.3	11.38	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



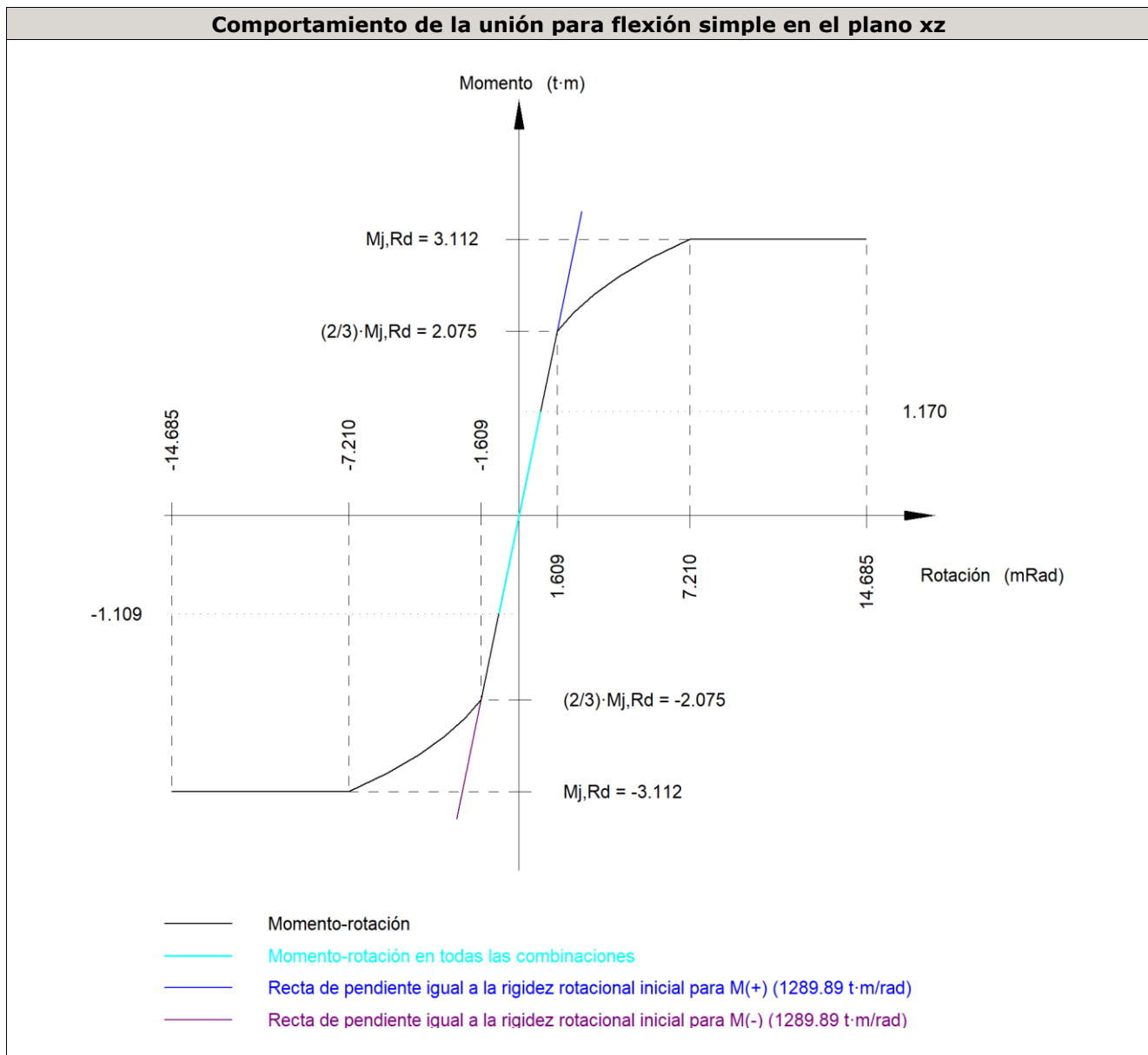
Disposición							
Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	25.1
2	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	25.1
3	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	27.0
4	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	27.0
5	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	25.1
6	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	25.1

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	1.052	36.191	2.91	Vástago	15.566	48.557	32.06	25.03	32.06
	Aplastamiento	1.052	98.400	1.07	Punzonamiento	15.566	117.563	13.24		
2	Sección transversal	1.049	36.191	2.90	Vástago	16.053	48.557	33.06	25.75	33.06
	Aplastamiento	1.049	98.400	1.07	Punzonamiento	16.053	117.563	13.65		
3	Sección transversal	1.052	36.191	2.91	Vástago	18.021	48.557	37.11	29.41	37.11
	Aplastamiento	1.052	98.400	1.07	Punzonamiento	18.021	117.563	15.33		
4	Sección transversal	1.049	36.191	2.90	Vástago	19.071	48.557	39.28	30.95	39.28
	Aplastamiento	1.049	98.400	1.07	Punzonamiento	19.071	117.563	16.22		
5	Sección transversal	3.527	36.191	9.74	Vástago	25.430	48.557	52.37	40.31	52.37
	Aplastamiento	3.527	98.400	3.58	Punzonamiento	25.430	117.563	21.63		
6	Sección transversal	1.049	36.191	2.90	Vástago	26.236	48.557	54.03	41.49	54.03
	Aplastamiento	1.049	98.400	1.07	Punzonamiento	26.236	117.563	22.32		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	555.91	1289.89
Calculada para momentos negativos	555.91	1289.89

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.69	1.80	94.14
Momento resistente	kNm	11.47	30.53	37.58
Capacidad de rotación	mRad	61.741	667	9.26

4) Viga (b) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	88.23	97.11	90.85
Ala	Compresión	kN	126.61	308.00	41.11
	Tracción	kN	24.26	154.00	15.75
Alma	Tracción	kN	39.71	98.95	40.13

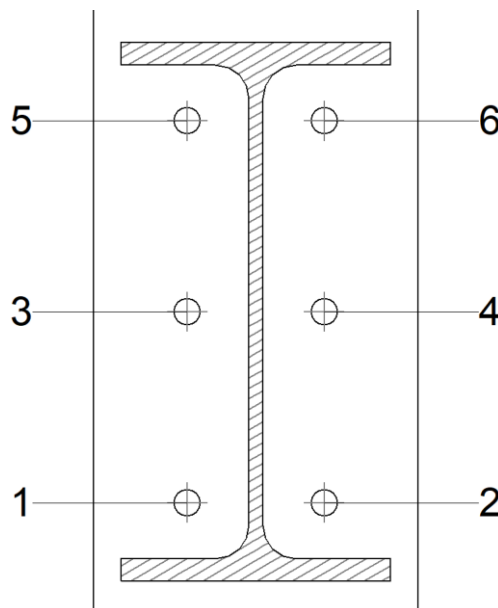
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	190	6.2	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	65.9	65.9	0.4	131.8	34.16	65.9	20.09	410.0	0.85
Soldadura del alma	118.5	118.5	10.2	237.7	61.59	118.5	36.13	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	89.3	89.3	0.0	178.7	46.30	89.3	27.24	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



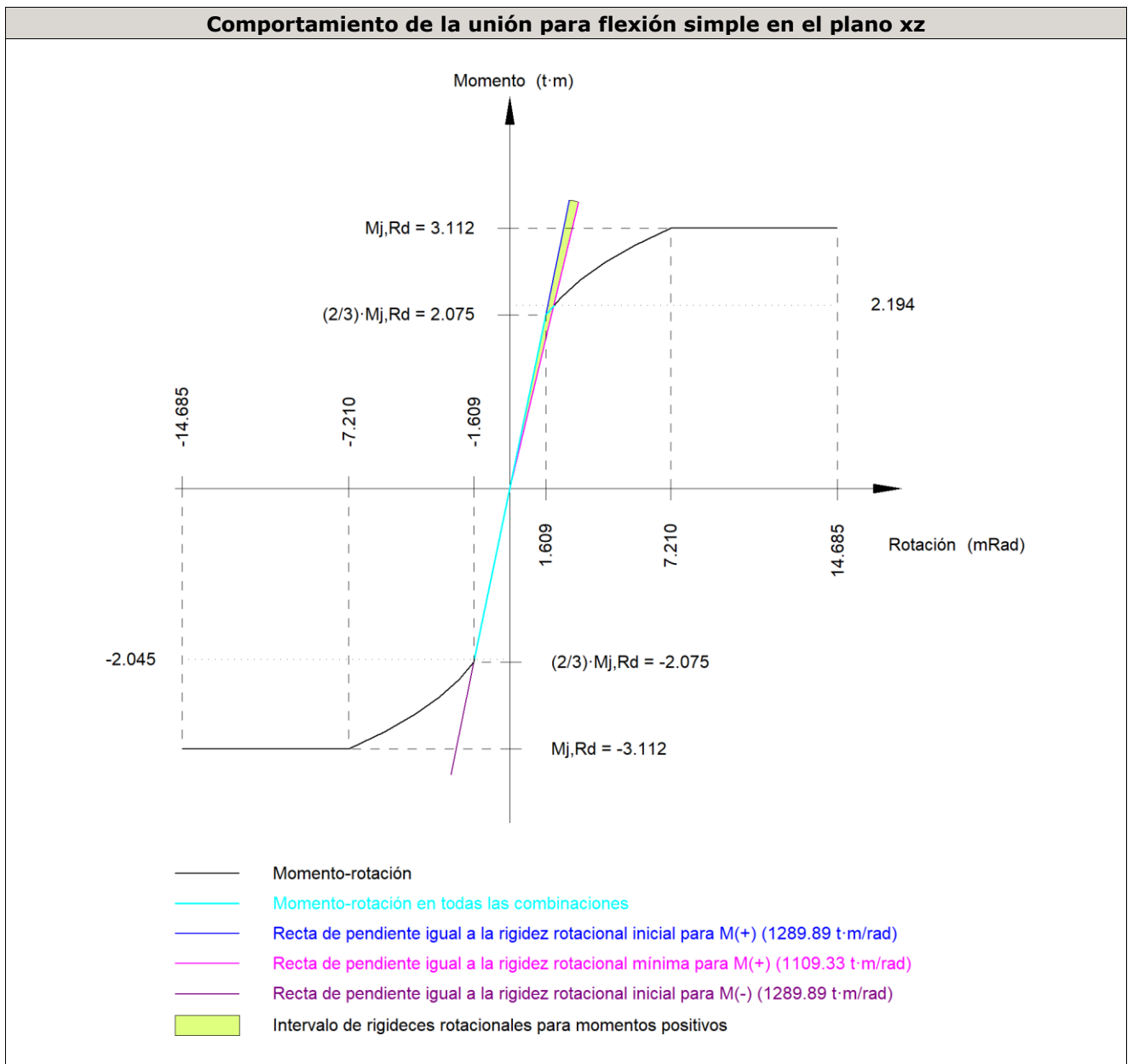
Disposición								
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)	
1	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	25.1	
2	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	25.1	
3	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	27.0	
4	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	27.0	
5	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	25.1	
6	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	85	61	25.1	

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	2.231	36.191	6.17	Vástago	44.116	48.557	90.85	70.27	90.85
	Aplastamiento	2.231	98.400	2.27	Punzonamiento	44.116	117.563	37.53		
2	Sección transversal	2.235	36.191	6.18	Vástago	43.382	48.557	89.34	69.17	89.34
	Aplastamiento	2.235	98.400	2.27	Punzonamiento	43.382	117.563	36.90		
3	Sección transversal	2.231	36.191	6.17	Vástago	31.787	48.557	65.46	52.14	65.46
	Aplastamiento	2.231	98.400	2.27	Punzonamiento	31.787	117.563	27.04		
4	Sección transversal	2.235	36.191	6.18	Vástago	30.830	48.557	63.49	50.70	63.49
	Aplastamiento	2.235	98.400	2.27	Punzonamiento	30.830	117.563	26.22		
5	Sección transversal	2.231	36.191	6.17	Vástago	32.542	48.557	67.02	54.03	67.02
	Aplastamiento	2.231	98.400	2.27	Punzonamiento	32.542	117.563	27.68		
6	Sección transversal	2.235	36.191	6.18	Vástago	32.089	48.557	66.09	53.37	66.09
	Aplastamiento	2.235	98.400	2.27	Punzonamiento	32.089	117.563	27.30		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	555.91	1289.89
Calculada para momentos negativos	555.91	1289.89

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	1.69	1.80	94.14
Momento resistente	kNm	21.52	30.53	70.49
Capacidad de rotación	mRad	134.625	667	20.19

d) Medición

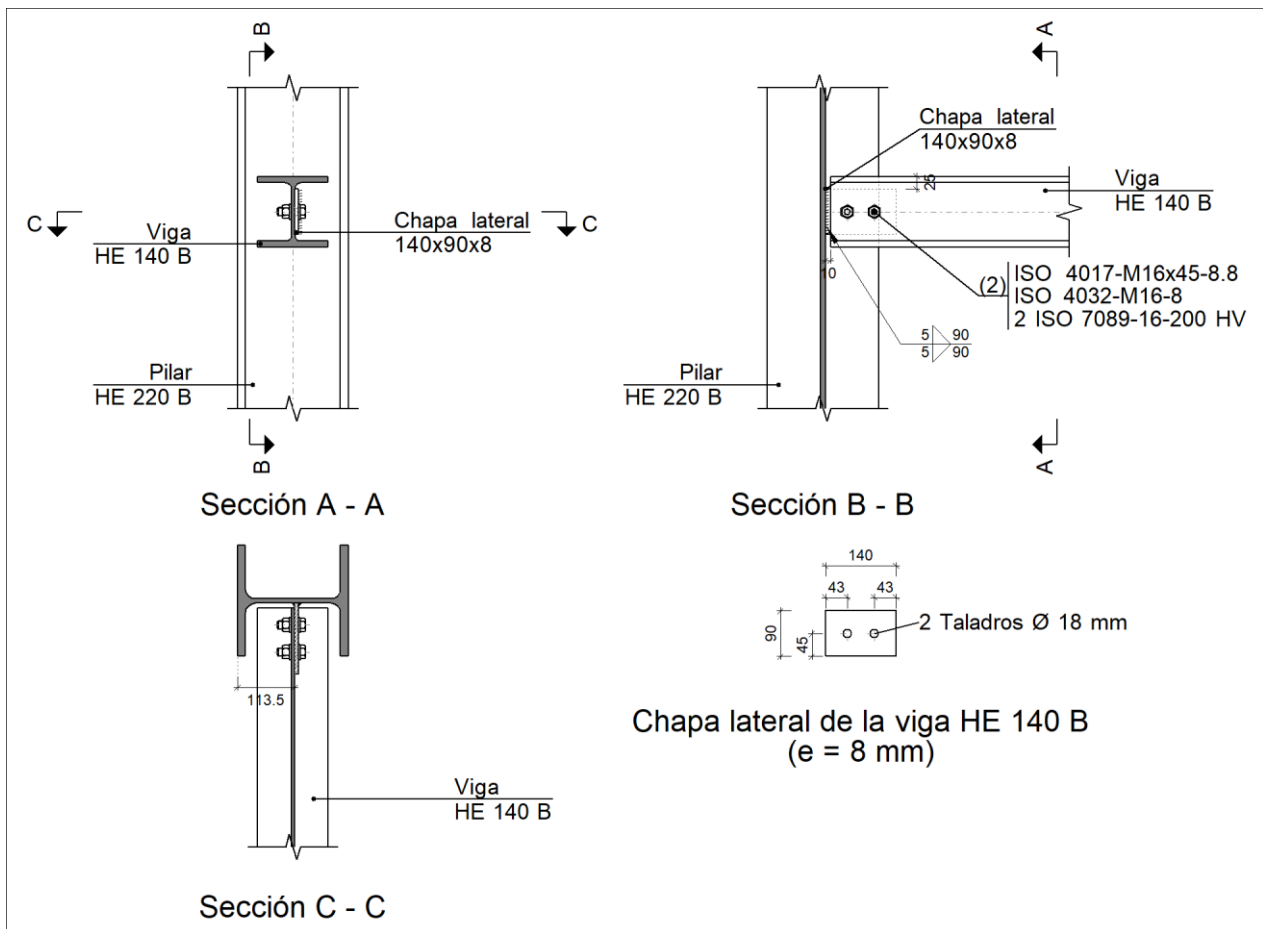
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	3507
			4	1216
			5	3630

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	188x185x12	13.11
	Chapas	2	185x218x7	4.44
		1	140x90x8	0.79
		4	145x270x10	12.29
	Total			

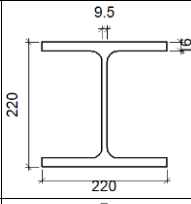
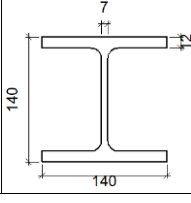
Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	12	ISO 4014-M12x50
		2	ISO 4017-M16x45
Tuercas	Clase 8	12	ISO 4032-M12
		2	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	24	ISO 7089-12
		4	ISO 7089-16

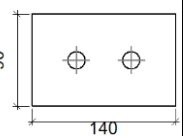
Tipo 93

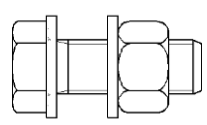
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 140 B		140	140	12	7	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa lateral: Viga HE 140 B		140	90	8	2	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x45-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	45	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Viga HE 140 B	Punzonamiento	kN	6.52	366.44	1.78	
	Flexión por fuerza perpendicular	kN	6.54	131.41	4.98	

2) Viga HE 140 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.37
	Tensiones combinadas	--	--	--	6.89
	Pandeo local	N/mm ²	17.18	230.97	7.44
	Aplastamiento	kN	4.06	81.49	4.99
	Desgarro	kN	6.68	87.10	7.67
Alma	Aplastamiento	kN	4.06	63.56	6.39
	Desgarro	kN	6.68	162.91	4.10

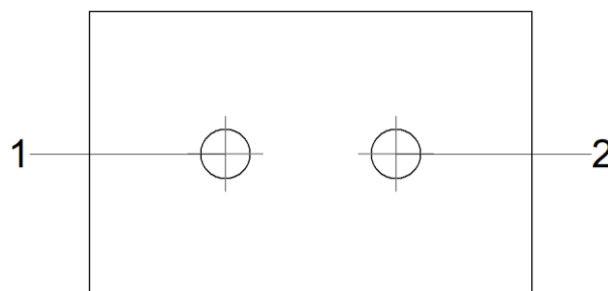
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	En ángulo	5	90	8.0	90.00	

*a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	5.1	5.1	1.5	10.6	2.75	5.1	1.57	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x45-8.8	18.0	45	33	--	54	43.0
2	ISO 4017-M16x45-8.8	18.0	45	43	--	54	43.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	4.063	50.240	8.09	Vástago	0.000	90.432	0.00	8.09	8.09
	Aplastamiento	4.063	81.488	4.99	Punzonamiento	0.000	109.819	0.00		
2	Sección transversal	3.442	50.240	6.85	Vástago	0.000	90.432	0.00	6.85	6.85
	Aplastamiento	3.442	83.931	4.10	Punzonamiento	0.000	109.819	0.00		

d) Medición

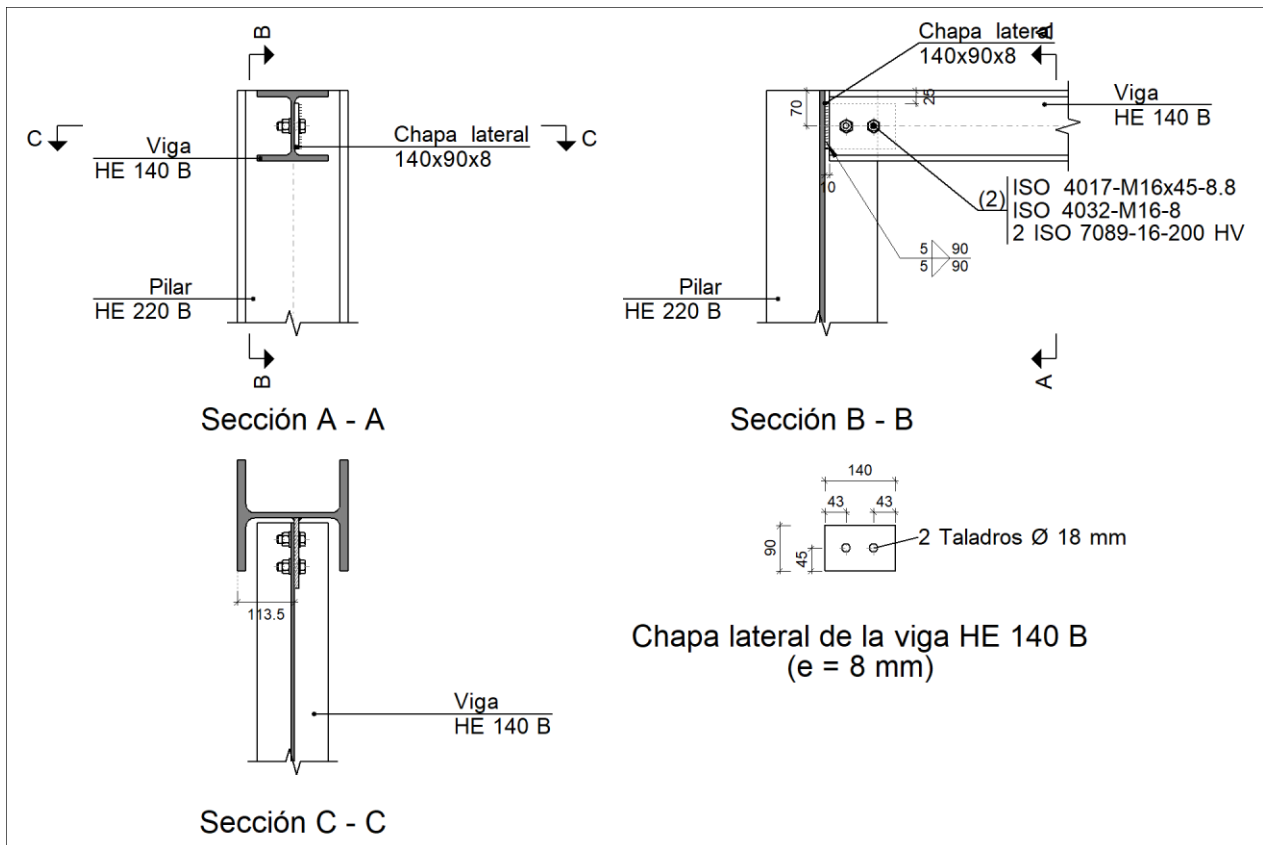
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	5	180

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	1	140x90x8	0.79
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	2	ISO 4017-M16x45
Tuercas	Clase 8	2	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	4	ISO 7089-16

Tipo 94

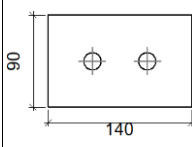
a) Detalle

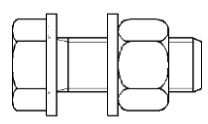


b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 140 B		140	140	12	7	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa lateral: Viga HE 140 B		140	90	8	2	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x45-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	45	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación		Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Viga HE 140 B	Alma	Punzonamiento	kN	13.58	366.44	3.71
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	13.58	80.48	16.88

2) Viga HE 140 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.37
	Tensiones combinadas	--	--	--	10.53
	Pandeo local	N/mm ²	24.98	230.97	10.81
	Aplastamiento	kN	7.19	79.54	9.04
	Desgarro	kN	13.65	87.10	15.67
Alma	Aplastamiento	kN	7.19	58.13	12.37
	Desgarro	kN	13.65	162.91	8.38

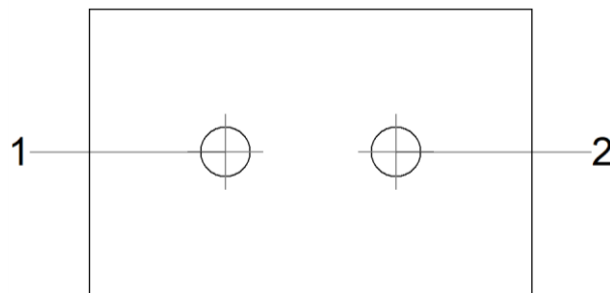
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	En ángulo	5	90	8.0	90.00	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	10.7	10.7	1.5	21.5	5.57	10.7	3.26	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x45-8.8	18.0	45	33	--	54	43.0
2	ISO 4017-M16x45-8.8	18.0	45	43	--	54	43.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	7.195	50.240	14.32	Vástago	0.000	90.432	0.00	14.32	14.32
	Aplastamiento	7.195	79.541	9.05	Punzonamiento	0.000	109.819	0.00		
2	Sección transversal	6.876	50.240	13.69	Vástago	0.000	90.432	0.00	13.69	13.69
	Aplastamiento	6.876	83.664	8.22	Punzonamiento	0.000	109.819	0.00		

d) Medición

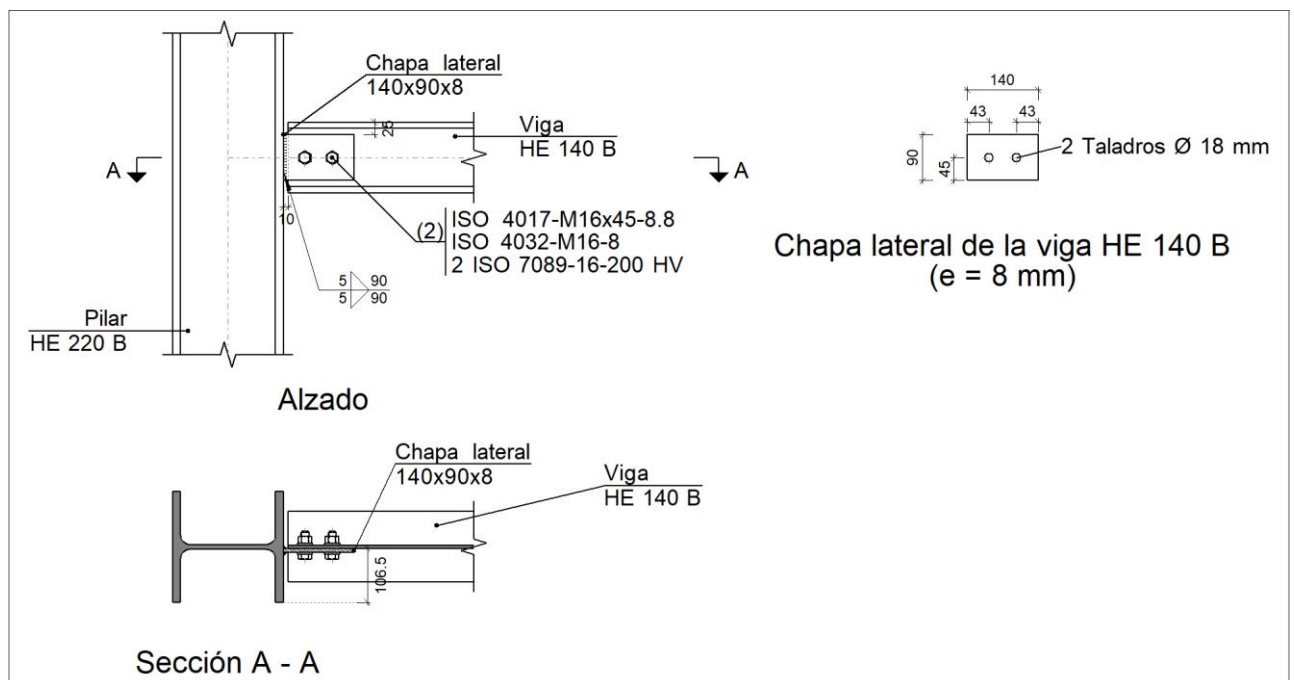
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	5	180

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	1	140x90x8	0.79
				Total

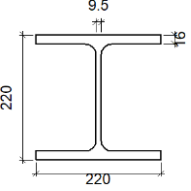
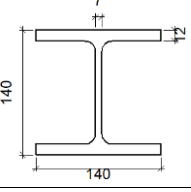
Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	2	ISO 4017-M16x45
Tuercas	Clase 8	2	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	4	ISO 7089-16

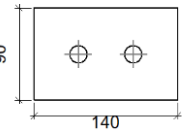
Tipo 95

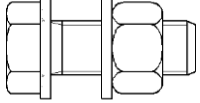
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	HE 140 B		140	140	12	7	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa lateral: Viga HE 140 B		140	90	8	2	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x45-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	45	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

2) Viga HE 140 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.37
	Tensiones combinadas	--	--	--	9.88
	Pandeo local	N/mm ²	25.02	230.97	10.83
	Aplastamiento	kN	6.57	79.74	8.24

	Desgarro	kN	12.31	87.10	14.13
Alma	Aplastamiento	kN	6.57	58.65	11.21
	Desgarro	kN	12.31	162.91	7.56

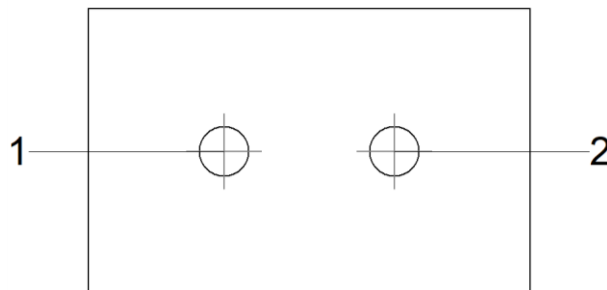
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.		En ángulo	5	90	8.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Detalle de la soldadura de la chapa lateral.	9.6	9.6	1.5	19.4	5.03	9.6	2.94	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x45-8.8	18.0	45	33	--	54	43.0
2	ISO 4017-M16x45-8.8	18.0	45	43	--	54	43.0

--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	6.575	50.240	13.09	Vástago	0.000	90.432	0.00	13.09	13.09
	Aplastamiento	6.575	79.744	8.24	Punzonamiento	0.000	109.819	0.00		

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
2	Sección transversal	6.210	50.240	12.36	Vástago	0.000	90.432	0.00	12.36	12.36
	Aplastamiento	5.974	78.960	7.57	Punzonamiento	0.000	109.819	0.00		

d) Medición

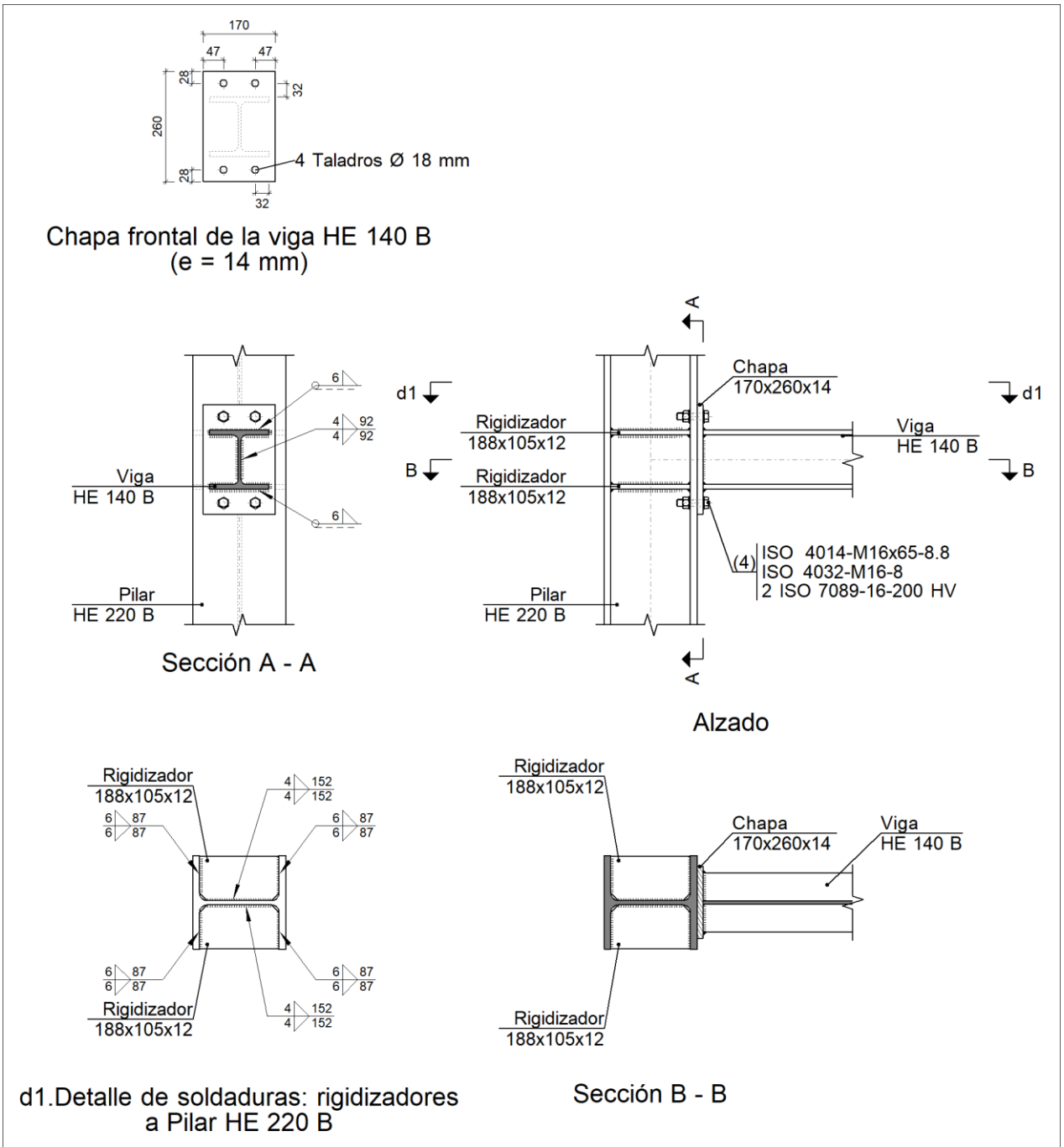
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	5	180

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	1	140x90x8	0.79
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	2	ISO 4017-M16x45
Tuercas	Clase 8	2	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	4	ISO 7089-16

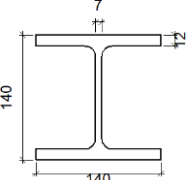
Tipo 96

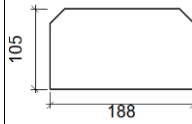
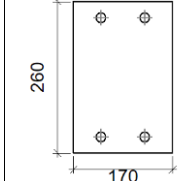
a) Detalle

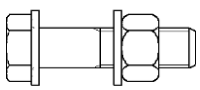


b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	HE 140 B		140	140	12	7	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		188	105	12	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga HE 140 B		170	260	14	4	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4014-M16x65-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	65	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	30.58
	Cortante	kN	60.39	284.43	21.23
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	28.51	261.90	10.89
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	19.31	261.90	7.37
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	31.34	261.90	11.96
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	16.99	261.90	6.49

	Ala	Cortante	N/mm ²	39.50	261.90	15.08
Viga HE 140 B	Ala	Tracción por flexión	kN	45.28	180.86	25.03
		Tracción	kN	9.61	255.89	3.76
	Alma	Tracción	kN	26.05	132.40	19.68

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	6	87	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	6	87	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	6	87	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	6	87	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	20.2	20.2	0.3	40.3	10.45	20.2	6.15	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	17.8	30.8	7.98	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	13.6	13.6	0.3	27.3	7.07	13.7	4.16	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	14.7	25.5	6.61	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	22.2	22.2	0.3	44.3	11.48	22.2	6.76	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	19.6	33.9	8.79	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	12.0	12.0	0.3	24.0	6.23	12.0	3.66	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	12.9	22.4	5.80	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga HE 140 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	45.28	136.17	33.25
Ala	Compresión	kN	30.42	440.00	6.91
	Tracción	kN	22.64	220.00	10.29

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

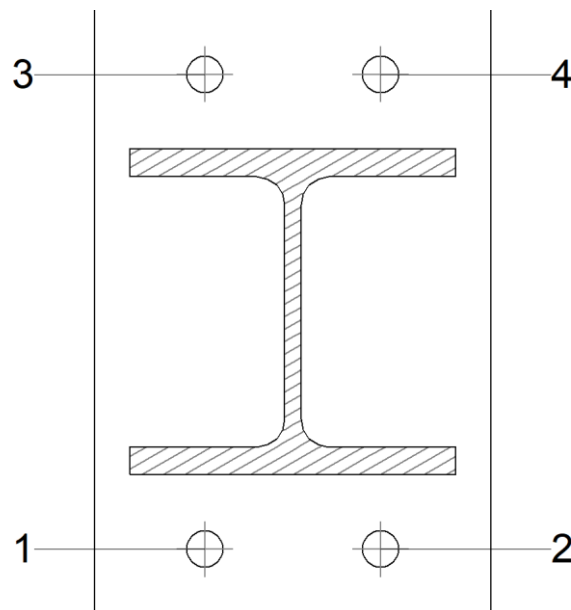
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	6	140	12.0	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	4	92	7.0	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	6	140	12.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	38.1	38.1	0.0	76.2	19.75	38.1	11.62	410.0	0.85
Soldadura del alma	19.3	19.3	3.4	39.1	10.12	19.3	5.89	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	24.9	24.9	0.0	49.8	12.89	24.9	7.59	410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



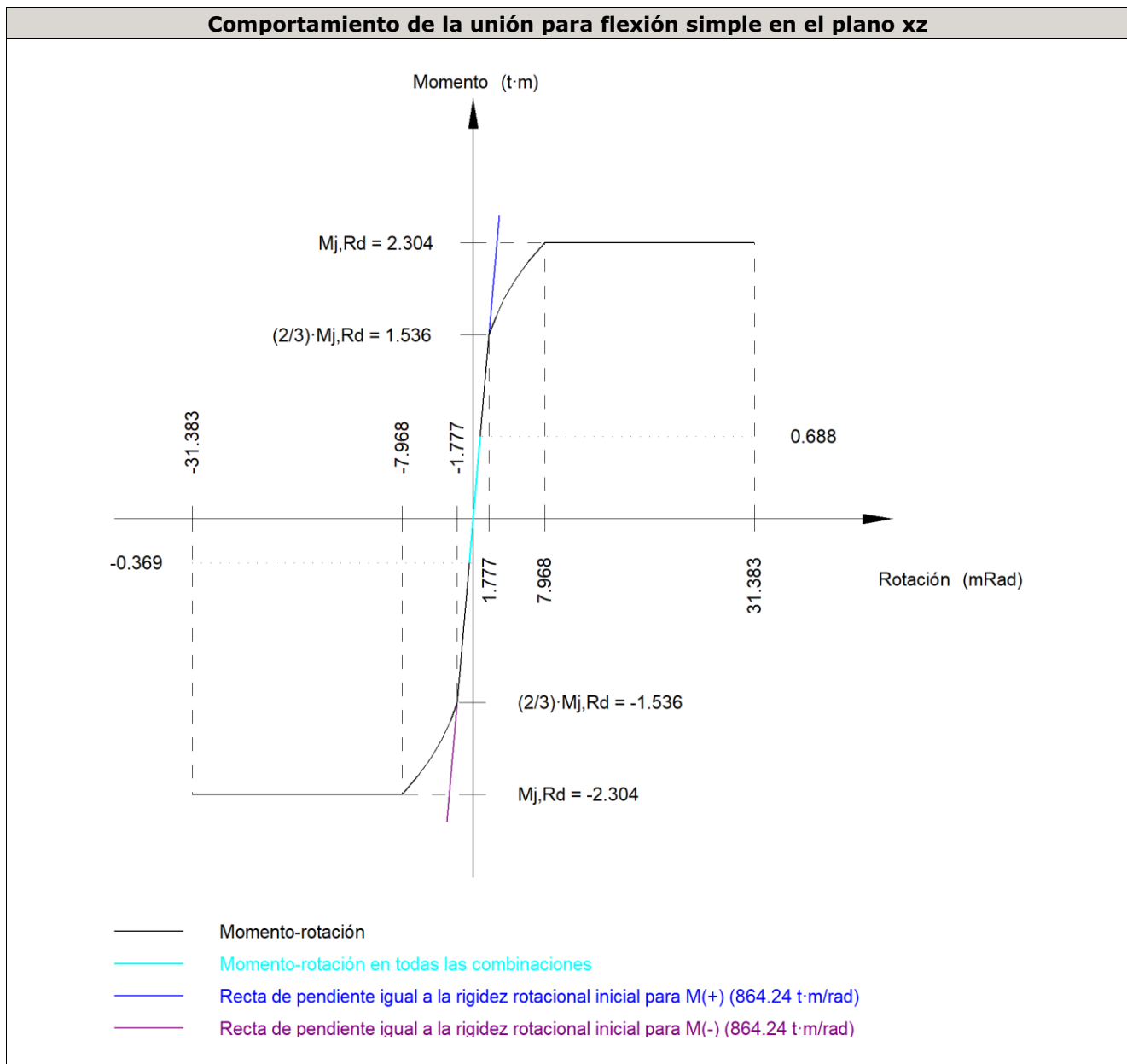
Disposición

Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	28	47	204	76	28.0
2	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	28	47	204	76	28.0
3	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	28	47	204	76	28.0
4	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	28	47	204	76	28.0

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	1.254	64.340	1.95	Vástago	11.201	90.432	12.39	8.85	12.39
	Aplastamiento	1.254	183.680	0.68	Punzonamiento	11.201	219.639	5.10		
2	Sección transversal	1.254	64.340	1.95	Vástago	10.965	90.432	12.13	8.66	12.13
	Aplastamiento	1.254	183.674	0.68	Punzonamiento	10.965	219.639	4.99		
3	Sección transversal	0.650	64.340	1.01	Vástago	29.447	90.432	32.56	23.26	32.56
	Aplastamiento	0.650	95.243	0.68	Punzonamiento	29.447	219.639	13.41		
4	Sección transversal	0.650	64.340	1.01	Vástago	30.068	90.432	33.25	23.75	33.25
	Aplastamiento	0.650	95.243	0.68	Punzonamiento	30.068	219.639	13.69		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	765.72	864.24
Calculada para momentos negativos	765.72	864.24

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	0.96	1.80	53.16
Momento resistente	kNm	6.75	22.60	29.85
Capacidad de rotación	mRad	25.357	667	3.80

d) Medición

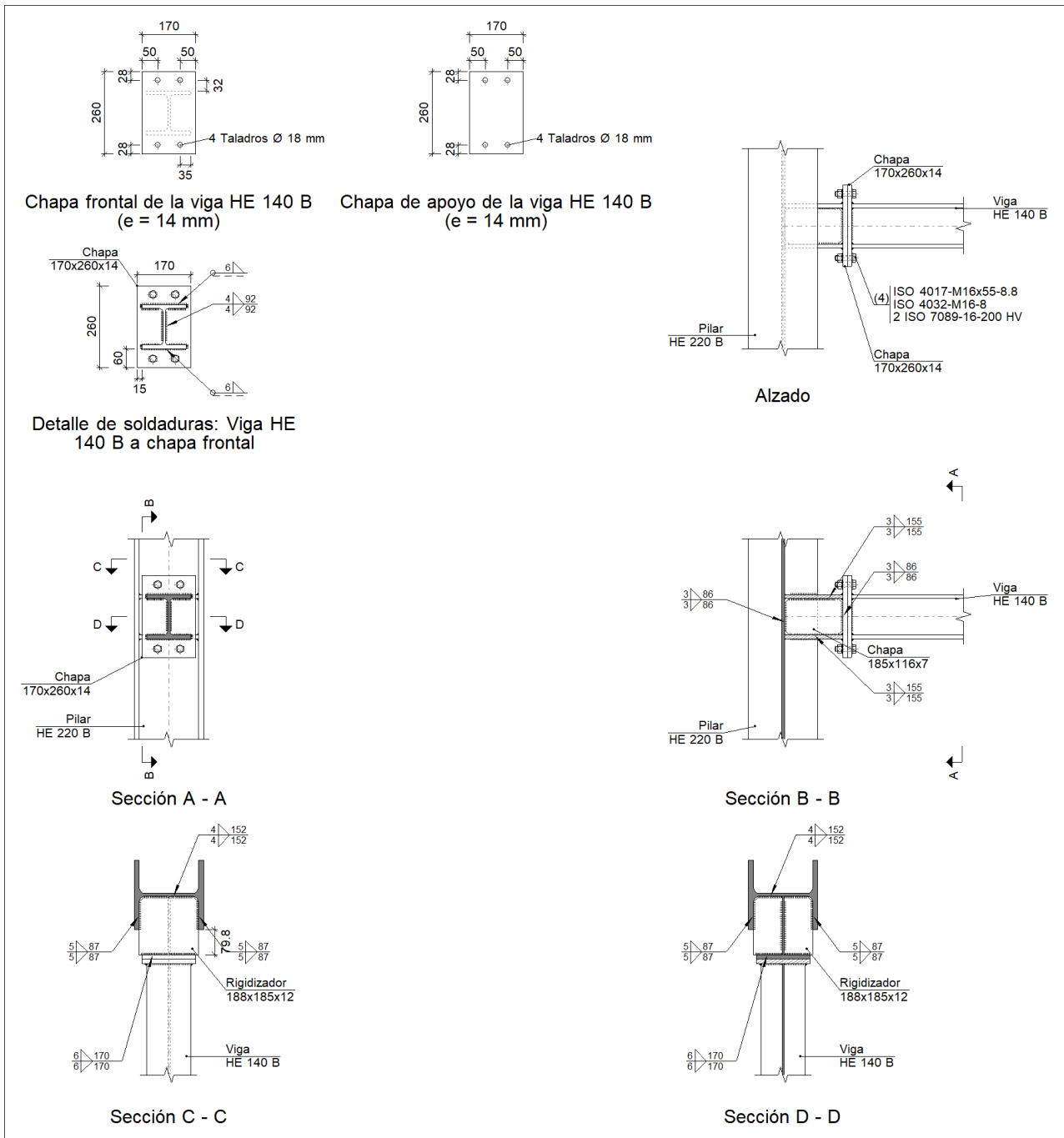
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1400
			6	1938

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	188x105x12	7.44
	Chapas	1	170x260x14	4.86
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	4	ISO 4014-M16x65
Tuercas	Clase 8	4	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	8	ISO 7089-16

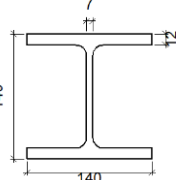
Tipo 97

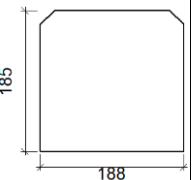
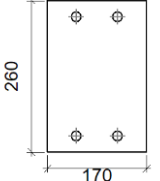
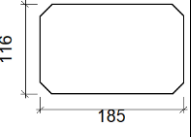
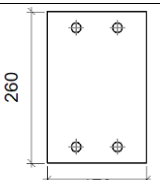
a) Detalle

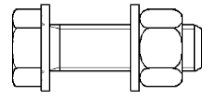


b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	HE 140 B		140	140	12	7	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		188	185	12	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa de apoyo de la viga Viga HE 140 B		170	260	14	4	18	S275	2803.3	4179.4
Chapa vertical de la viga Viga HE 140 B		185	116	7	-	-	S275	2803.3	4179.4
Chapa frontal: Viga HE 140 B		170	260	14	4	18	S275	2803.3	4179.4

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
ISO 4017-M16x55-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		M16	55	8.8	6524.0	8154.9

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	--	--	--	30.58	
	Cortante	kN	0.06	284.43	0.02	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	34.44	261.90	13.15	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	31.21	261.90	11.92	
Chapa frontal [Viga HE 140 B]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00	
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00	
Chapa vertical [Viga HE 140 B]	Cortante	kN	2.06	91.03	2.27	
Ala	Desgarro	N/mm ²	78.97	261.90	30.15	
	Cortante	N/mm ²	66.13	261.90	25.25	
Viga HE 140 B	Rigidizadores	Tracción	kN	12.88	220.00	5.86
	Chapa de apoyo	Tracción por flexión	kN	25.76	136.17	18.92
	Chapa vertical	Tracción	kN	12.88	97.55	13.21

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	87	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	6	170	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	87	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	152	9.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	6	170	12.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	86	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	86	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	155	7.0	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	23.9	41.3	10.71	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	0.1	0.1	0.03	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	14.3	14.3	0.0	28.6	7.41	14.3	4.36	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	21.6	37.5	9.71	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.1	0.1	0.03	0.0	0.00	410.0	0.85

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	12.7	12.7	0.0	25.3	6.56	12.7	3.86	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	4.0	6.9	1.80	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	4.0	6.9	1.80	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	3.8	6.6	1.71	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	3.8	6.6	1.71	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga HE 140 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	25.76	136.17	18.92
Ala	Compresión	kN	11.96	197.59	6.05
	Tracción	kN	12.88	220.00	5.86

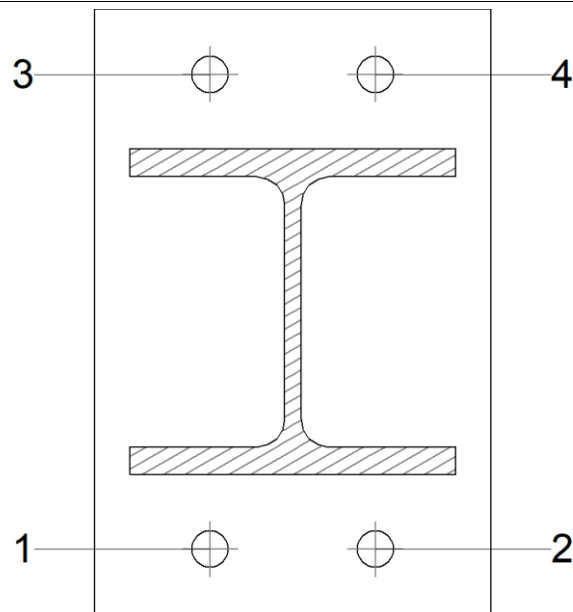
Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	6	140	12.0	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	4	92	7.0	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	6	140	12.0	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	21.7	21.7	0.0	43.4	11.24	21.7	6.61	410.0	0.85
Soldadura del alma	10.7	10.7	2.8	21.9	5.69	10.7	3.26	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	18.3	18.3	0.0	36.6	9.48	18.3	5.58	410.0	0.85

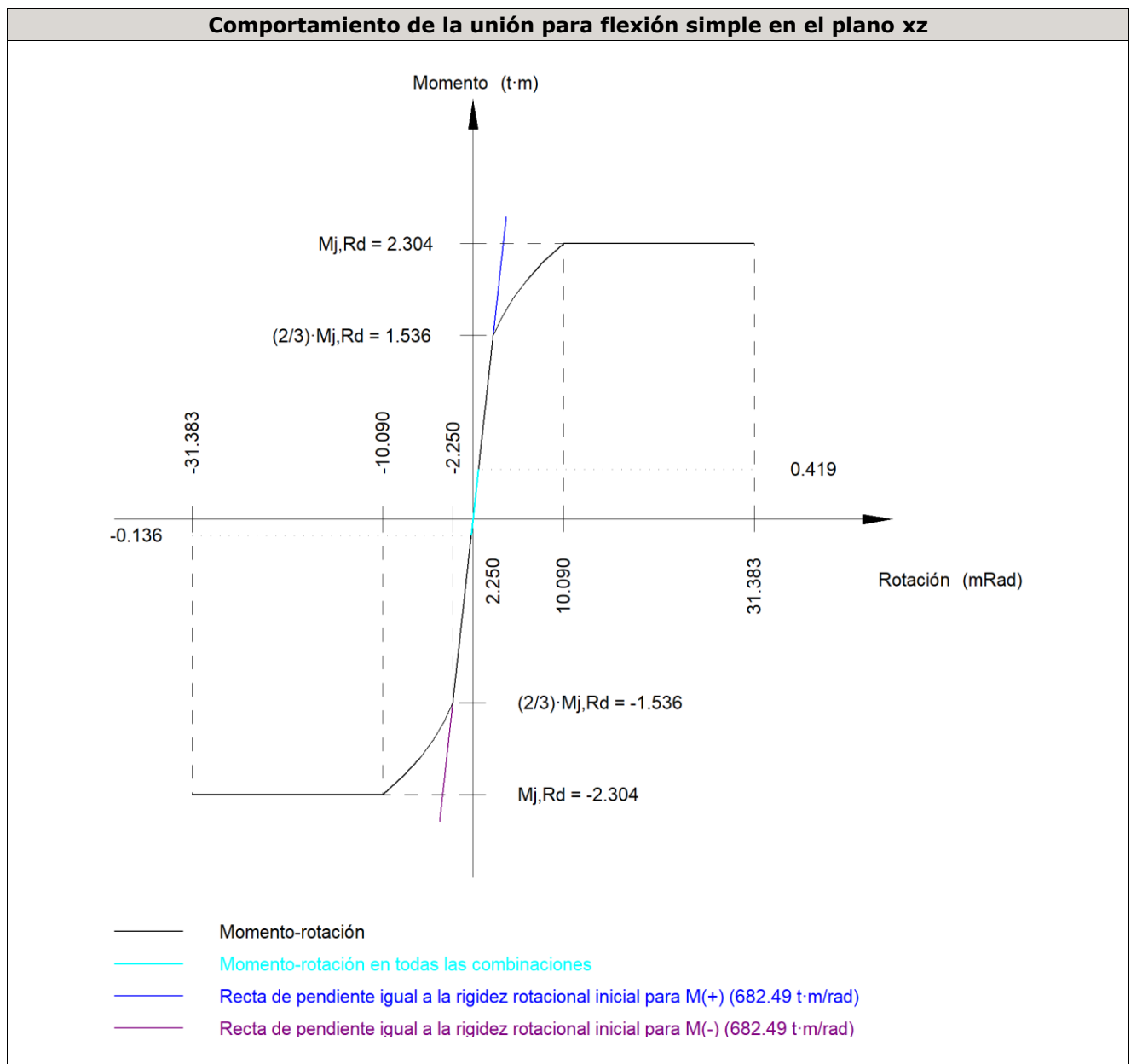
Comprobaciones para los tornillos



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	28	50	204	71	28.0
2	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	28	50	204	71	28.0
3	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	28	50	204	71	28.0
4	ISO 4017-M16x55-8.8	18.0	28	50	204	71	28.0

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	Sección transversal	1.817	50.240	3.62	Vástago	3.713	90.432	4.11	3.62	4.11
	Aplastamiento	1.817	183.680	0.99	Punzonamiento	3.713	219.639	1.69		
2	Sección transversal	1.032	50.240	2.05	Vástago	3.879	90.432	4.29	3.06	4.29
	Aplastamiento	1.032	183.665	0.56	Punzonamiento	3.879	219.639	1.77		
3	Sección transversal	0.796	50.240	1.58	Vástago	16.214	90.432	17.93	12.81	17.93
	Aplastamiento	0.796	95.263	0.84	Punzonamiento	16.214	219.639	7.38		
4	Sección transversal	0.659	50.240	1.31	Vástago	17.111	90.432	18.92	13.52	18.92
	Aplastamiento	0.659	95.243	0.69	Punzonamiento	17.111	219.639	7.79		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (t·m/rad)	Plano xz (t·m/rad)
Calculada para momentos positivos	531.28	682.49
Calculada para momentos negativos	531.28	682.49



Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Relación entre modos 1 y 3	--	0.96	1.80	53.16
Momento resistente	kNm	4.11	22.60	18.18
Capacidad de rotación	mRad	19.522	667	2.93

d) Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	964
			4	792
			5	698
			6	1226

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	188x185x12	6.55
	Chapas	1	185x116x7	1.18
		2	170x260x14	9.72
	Total			

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	4	ISO 4017-M16x55
Tuercas	Clase 8	4	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	8	ISO 7089-16

3.4. SOLERAS

En este apartado dedicado al estudio de soleras, de acuerdo a la norma NTE-RSS, la cual engloba los estudios tanto de los suelos y escaleras como de los revestimientos y soleras, la nave en cuestión puede clasificarse según el uso que se vaya a ejercer en su interior. Por consecuencia, dado que en este proyecto se indica que habrá dos zonas diferenciadas, llámense almacén y zona social, podrán disponerse dos tipos distintos de soleras:

Por un lado puede distinguirse la zona del almacén, en la cual se registrará una solera pesada RSS-6 con una sobrecarga estática superior a 5 t/m². Ésta se puede ejecutar de la siguiente manera:

- Capa: relleno compactado de arena de río con tamaño máximo de árido de 0,5 cm y grava formando una capa de 15 cm de espesor, extendida sobre firme estabilizado, consolidado y compactado.
- Capa: lámina aislante de polietileno.
- Capa: Hormigón de resistencia característica de 250kg/cm² formando una capa de 20cm de espesor, extendido sobre la lámina aislante, terminando la superficie mediante reglado. El curado se realizará mediante riego que no produzca deslavado.

Por otro lado se presenta la zona social, la cual estará sometida únicamente a los esfuerzos debidos a la circulación de los usuarios, de modo que se puede registrar una solera ligera RSS-4 con una sobrecarga estática máxima prevista de 1 t/m². Así, ésta consta de los siguientes componentes:

- Capa: relleno compactado de arena de río con tamaño máximo de árido de 0,5 cm y grava formando una capa de 10 cm de espesor, extendida sobre firme estabilizado, consolidado y compactado.
- Capa: lámina aislante de polietileno.
- Capa: Hormigón de resistencia característica de 125kg/cm² formando una capa de 10cm de espesor, extendido sobre la lámina aislante, terminando la superficie mediante reglado. El curado se realizará mediante riego que no produzca deslavado.

A su vez, también ha de disponerse de juntas de retracción así como juntas de aislamiento/contorno.

3.5. INSTALACION DE EVACUACION DE AGUAS

Para continuar con el estudio, en este capítulo ha de detallarse el dimensionamiento de la evacuación de aguas, para lo cual se realiza una diferenciación entre la red de aguas pluviales y la red de aguas residuales según indica la normativa del código técnico.

Por ello, se procede a diseñar ambas redes siguiendo el Documento Básico HS de Salubridad, el cual a su vez deriva al uso del NTE-ISS (saneamientos).

3.5.1. Red de recogida de aguas residuales

3.5.1.1. Unidades de desagüe

La instalación de saneamientos se ajusta a un sistema unitario que evacua todo tipo de aguas por una sola red de conductos. Para ello, se hace uso de un sistema similar de bajantes de PVC y colectores enterrados hasta arquetas registrables.

Cabe destacar la norma impuesta por el Código Técnico de la Edificación mencionada anteriormente, según la cual se establece que el dimensionamiento de la red de aguas residuales ha de estudiarse de forma independiente de la red referente a pluviales.

Por tanto, analizando la nave en cuestión, se puede concluir la siguiente distribución: la planta baja dispone tanto del baño de caballeros como del de señoras, sumando un total de 8 inodoros, 8 duchas y 9 lavabos, mientras que la entreplanta dispone de los aseos tanto para caballeros como señoras, sumando un total de 8 inodoros y 10 lavabos.

La adjudicación de unidades de desagüe a cada tipo de aparato, así como los diámetros mínimos de los sifones y las derivaciones individuales correspondientes, se establece según el Documento Básico de Salubridad (HS 5, pág.118), a través de la tabla 4.1 en función del uso y del número de unidades correspondientes.

Tabla 4.1 UD's correspondientes a los distintos aparatos sanitarios

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro	Con cisterna	5	100	100
	Con fluxómetro	8	100	100
Urinario	Pedestal	4	-	50
	Suspendido	2	-	40
	En batería	3.5	-	-
Fregadero	De cocina	6	40	50
	De laboratorio, restaurante, etc.	2	-	40
Lavadero	3	-	40	-
Vertedero	-	8	-	100
Fuente para beber	-	0.5	-	25
Sumidero sifónico	1	3	40	50
Lavavajillas	3	6	40	50
Lavadora	3	6	40	50
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con cisterna	7	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	100	-
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con cisterna	6	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	100	-

Figura 69. Tabla con unidades de aparatos sanitarios

En conclusión, mediante el cómputo total de cada aparato, y considerando que se trata de usos privados, se tiene:

- ✓ 16 inodoros con cisterna, 4 UD de desagüe por inodoro. Total de 64 UD.
 - Diámetro mínimo del sifón y derivaciones individuales: Ø100mm.
- ✓ 19 lavabos, 1 UD de desagüe por lavabo. Total de 19 UD.
 - Diámetro mínimo del sifón y derivaciones individuales: Ø32mm.
- ✓ 8 duchas, 2 UD de desagüe por ducha. Total de 16 UD.
 - Diámetro mínimo del sifón y derivaciones individuales: Ø40mm.

3.5.1.2. Ramales colectores

Mediante la tabla 4.3 del Documento Básico de Salubridad (HS 5, pág.118) se obtienen los diámetros de los ramales colectores y bajantes según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector.

Tabla 4.3 Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

Figura 70. Tabla con diámetros de ramales colectores

Considerando un total de 99 unidades de desagüe, para una pendiente de colectores del 2%, se adopta un diámetro de 110 mm, el correspondiente al número de unidades tabuladas inmediatamente superiores a las necesitadas.

3.5.1.3. Bajantes de aguas residuales

De acuerdo al Documento Básico de Salubridad, el dimensionado de las bajantes debe realizarse de forma tal que no se rebase el límite de ± 250 Pa de variación de presión y para un caudal tal que la superficie ocupada por el agua no sea mayor que 1/3 de la sección transversal de la tubería.

Entonces, el diámetro de éstas se obtiene según la tabla 4.4 del Documento Básico de Salubridad (HS 5, pág. 119) como el mayor de los valores obtenidos considerando el máximo número de UD en la bajante y el máximo número de UD en cada ramal en función del número de plantas.

Tabla 4.4 Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UD

Máximo número de UD, para una altura de bajante de:		Máximo número de UD, en cada ramal para una altura de bajante de:		Diámetro (mm)
Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	
10	25	6	6	50
19	38	11	9	63
27	53	21	13	75
135	280	70	53	90
360	740	181	134	110
540	1.100	280	200	125
1.208	2.240	1.120	400	160
2.200	3.600	1.680	600	200
3.800	5.600	2.500	1.000	250
6.000	9.240	4.320	1.650	315

Figura 71. Tabla de diámetros de las bajantes

Por consiguiente, teniendo en cuenta que el máximo número de UD en cada ramal para una altura de bajante de hasta 3 plantas es de 99 UD, se concluye que es necesario un diámetro mínimo de 110 mm.

3.5.1.4. Colectores horizontales de aguas residuales

Siguiendo la norma, ésta indica que los colectores horizontales se dimensionan para funcionar a media de sección, hasta un máximo de tres cuartos de sección, bajo condiciones de flujo uniforme.

Por tanto, el diámetro de los colectores horizontales se obtiene mediante la tabla 4.5 del Documento Básico de Salubridad (HS 5, pág. 119) en función del máximo número de UD y de la pendiente adoptada.

Tabla 4.5 Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada

Máximo número de UD			Pendiente	Diámetro (mm)
1 %	2 %	4 %		
-	20	25	50	
-	24	29	63	
-	38	57	75	
96	130	160	90	
264	321	382	110	
390	480	580	125	
880	1.056	1.300	160	
1.600	1.920	2.300	200	
2.900	3.500	4.200	250	
5.710	6.920	8.290	315	
8.300	10.000	12.000	350	

Figura 72. Tabla de diámetros de los colectores horizontales

Considerando un total de 99 unidades de desagüe, con una pendiente correspondiente del 2%, se puede concluir que serán necesarios colectores de diámetro de 90mm.

Así bien, para una red de colectores enterrados a la cual llegan bajantes con ramales de inodoros, según norma el diámetro mínimo ha de ser de 125mm.

3.5.1.5. Arquetas fecales

Según el Documento Básico de Salubridad (HS 5, pág. 123), la siguiente tabla (Tabla 4.13) determina la longitud L y anchura A mínimas necesarias de una arqueta según el diámetro del colector de salida de ésta.

Tabla 4.13 Dimensiones de las arquetas

L x A [cm]	Diámetro del colector de salida [mm]								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

Figura 73. Tabla de dimensiones de las arquetas

En definitiva, un diámetro de salida con dimensión de 125 mm como el seleccionado anteriormente se corresponde con una arqueta de dimensiones de 50cm x 50cm.

3.5.2. Red de recogida de aguas pluviales

Cumpliendo con lo establecido por el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico de Salubridad, se utiliza la norma NTE-ISS referente a saneamiento para proyectar las dimensiones de los elementos que constituyen la red de recogida de aguas tales como canalones, bajantes, colectores y arquetas.

Destacar que se utilizarán tubos de P.V.C. de modo que se evite la posible acumulación de agua como la dada en las tuberías de fibrocemento.

3.5.2.1. Superficie de cubierta

El dimensionamiento de los elementos de evacuación de aguas pluviales viene determinado por la superficie de cubierta en proyección horizontal. Por tanto, conociendo que la nave considerada tiene unas dimensiones de 16m x 32m:

$$\text{superficie} = 16 \cdot 32 = 512 \text{ m}^2$$

Sin embargo, dado que se trata de una cubierta a dos aguas, deben considerarse dos áreas pluviales distintas atendiendo a la dirección de vertido indicada en la imagen, pues habrán de situarse canalones a ambos laterales del pabellón.

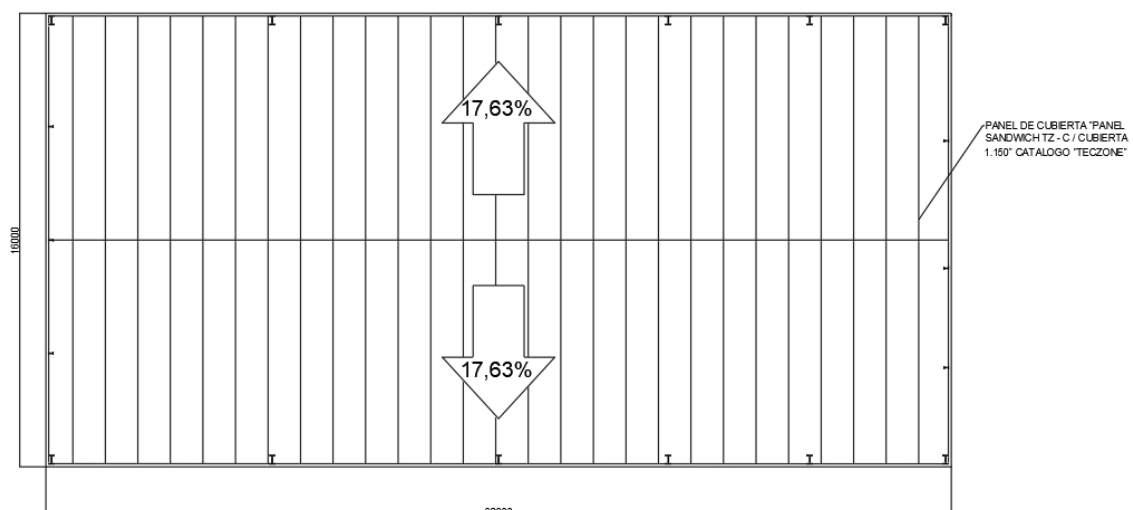


Figura 74. Representación cubierta con dirección de vertidos

Entonces: $S1 = 8 \cdot 32 \Rightarrow S1 = 256 \text{ m}^2$

3.5.2.2. Numero de sumideros

De acuerdo a la norma, para facilitar la evacuación de las aguas pluviales recogidas en la cubierta de la nave, se da la regulación de la disposición de los sumideros.

El número mínimo de éstos que deben disponerse es el indicado en la tabla 4.6 del Documento Básico de Salubridad (HS 5, pág. 120), el cual depende de la superficie proyectada horizontalmente de la cubierta a la que sirven.

Superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)	Número de sumideros
S < 100	2
100 ≤ S < 200	3
200 ≤ S < 500	4
S > 500	1 cada 150 m ²

Figura 75. Tabla con número de sumideros

Estudiando la tabla anterior, dado que se cuenta con una superficie de 256 m², se concluye que son necesarios 4 sumideros, dándose una distribución de 2 a cada lado de la cubierta.

3.5.2.3. Canalones

Las dimensiones de los canalones dependen del volumen de agua a evacuar, y por consecuente, de la superficie de cubierta en proyección horizontal. Por ello, se debe conocer la intensidad pluviométrica de la zona donde se sitúa la nave, cuyo dato se puede obtener del mapa de isoyetas y zonas pluviométricas situado en el apéndice B del Documento Básico de Salubridad (HS 5, pág. 138).

Tabla B.1
Intensidad Pluviométrica i (mm/h)

Isoyeta	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Zona A	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
Zona B	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

Figura 78. Intensidad pluviométrica según zonas (HS 5, pag.138)

La norma (HS 5, pág. 120) establece que para un régimen con intensidad pluviométrica diferente de 100 mm/h, debe aplicarse un factor f de corrección a la superficie servida tal que: $f = i / 100$, donde i es la intensidad pluviométrica que se quiere considerar. Por tanto:

$$f = i/100 = 90/100 = 0,9$$

Conociendo que la superficie de cubierta servida es de 256 m², aplicando el factor de corrección:

$$S = 256 \cdot 0,9 \Rightarrow S = 230,4 \text{ m}^2$$

Así, si se acude con este valor a la tabla 4.7 del Documento Básico de Salubridad (HS 5, pág. 120), se puede concluir cual es el diámetro mínimo que han de tener los canalones.

Tabla 4.7 Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)				Diámetro nominal del canalón (mm)
Pendiente del canalón				
0.5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Figura 79. Tabla diámetros del canalón

Siendo la pendiente del canalón de al menos un 1%, se escoge un diámetro inmediatamente superior al valor de 230,4 m² de máxima superficie de cubierta servida, de modo que se opta por uno de 200 mm por ser medida comercial.

3.5.2.4. Bajantes

Según normativa (HS 5, pág. 120), el diámetro correspondiente a la superficie, en proyección horizontal, servida por cada bajante de aguas pluviales se obtiene de la tabla 4.8.

Tabla 4.8 Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie en proyección horizontal servida (m ²)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Figura 80. Tabla diámetros bajantes de aguas pluviales

Como la superficie en proyección horizontal servida es de 256 m², se obtiene un diámetro de bajantes de 90 mm.

3.5.2.5. Colectores de aguas pluviales

Son tuberías que se encuentran bajo tierra para transportar el agua de recogida. Dado que son las responsables de unir las arquetas con los pozos de registro, se diseñan con una pendiente entorno al 2%.

Atendiendo al Documento Básico de Salubridad (HS 5, pág. 121), el diámetro de los colectores de aguas pluviales se puede obtener de la tabla 4.9, en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve.

Tabla 4.9 Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie proyectada (m ²)			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

Figura 81. Tabla diámetros de los colectores de aguas pluviales

Con la superficie proyectada y la pendiente anteriormente mencionadas, se puede concluir que el diámetro nominal necesario para los colectores de aguas pluviales es de 110 mm.

3.5.2.6. Arquetas

Se sitúan debajo de cada bajante, separadas de la fachada y donde exista algún cambio de dirección. Llegándole una tubería con un diámetro mínimo de 110 mm, de acuerdo a la norma (HS 5, pág. 123), se puede obtener mediante la tabla 4.13 el tamaño mínimo de arqueta necesario.

Tabla 4.13 Dimensiones de las arquetas

L x A [cm]	Diámetro del colector de salida [mm]								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

Figura 82. Tabla dimensiones de las arquetas

Por consiguiente, se establece que las dimensiones mínimas de las arquetas para los tramos con tubería de diámetro mínimo 110 mm son de 50x50 cm.

3.6. SUMINISTRO DE AGUAS

3.6.1. Calidad del agua

El agua de la instalación debe cumplir lo establecido en la legislación vigente sobre el agua para consumo humano. Para ello, los materiales a emplear deben ser compatibles con el agua suministrada, de forma que no produzcan concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por la el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, y supongan un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano, ni que modifiquen la potabilidad, el olor, el color o el sabor del agua.

Además, deben funcionar eficazmente en las condiciones de servicio, ser resistentes a la corrosión interior y a temperaturas elevadas y no presentar incompatibilidad electroquímica entre sí. Las compañías suministradoras facilitan los datos de caudal y presión que sirven de base para el dimensionado de la instalación.

La instalación de suministro de agua debe tener características adecuadas para evitar el desarrollo de gérmenes patógenos y no favorecer el desarrollo de la biocapa, destacando especialmente el cumplimiento de los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis establecidos en el Real Decreto 865/2003. Además, no podrá conectarse directamente a instalaciones de evacuación ni a instalaciones de suministro provenientes de otro origen que la red pública.

3.6.2. Diseño

La instalación de suministro de agua desarrollada en el presente proyecto está formada por una red de distribución de Agua Caliente Sanitaria (ACS) con una caldera de gas natural, para el suministro de agua caliente a las duchas de los vestuarios, la correspondiente red de

retorno de ACS, y una red de distribución de Agua Fría para el suministro a los restantes elementos de aseos, vestuarios, etc. además de la acometida e instalación general necesaria.

3.6.3. Elementos de la instalación

Para realizar el cálculo de la instalación de fontanería se procede según la norma NTE-IFF para agua fría y NTE-IFC para agua caliente.

3.6.3.1. Red de agua fría

Gracias a la norma anteriormente mencionada, se puede llegar a obtener el diámetro de la tubería según el número de grifos o fluxores servidos por el tramo calculado a partir de la siguiente tabla.

Tabla 1		N.º total de grifos servidos por el tramo										
Uso del edificio	Público	3	8	15	33	51	99	206	322	663	1217	2008
	Privado	3	9	18	42	67	134	291	409	1027	1929	3286
Tipo de tubería	Acero	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
	Cobre o PVC	10	15	20	25	30	40	60	80	100	125	150
		Diámetro D en mm										

Figura 83. Número total de grifos

Ya que el mayor número de salidas por línea de agua fría que hay en la nave es 36 (vestuarios, aseos y grifos del comedor) y que el material de las tuberías instaladas es de PVC, se concluye que el diámetro de la tubería es de 25 mm.

3.6.3.2. Red agua caliente

Mediante la norma, se puede llegar a obtener el diámetro de la tubería según el número de grifos o fluxores servidos por el tramo calculado a partir de la siguiente tabla.

Tabla 1		Número de grifos servidos por el tramo										
Uso del edificio	Público	3	8	15	33	51	99	206	322	663	1217	2008
	Privado	3	9	18	42	67	134	291	469	1027	1929	3286
Tipo de tubería	Acero	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
	Cobre	18	22	28	36	42	50	80	80	100	125	160
		Diámetro D en mm										

Figura 84. Número de grifos

En este caso, se tiene una línea con 27 grifos de agua caliente, y como el material de las tuberías es de cobre, se concluye que el diámetro de la tubería es de 36 mm.