

# 1. Materiales y opciones de cálculo

## Opciones de cálculo

*Ambiente agresivo:* No

*Los planos de cortante atraviesan la rosca del tornillo:* No

*Colocar arandelas en tornillos no pretensados:* No

*Clase de rozamiento entre chapas (Tabla 3.7 de EN 1993-1-8:2005):*

A: ( $\mu=0,50$ ) Chorro de arena o granalla

*Comprobación de deslizamiento de los tornillos pretensados:*

En Estado Límite Último (unión de categoría C)

*Coefficientes de seguridad:*

$\gamma_{M0}$  (Resistencia de barras y secciones): 1,05

$\gamma_{M1}$  (Resistencia de barras y secciones): 1,05

$\gamma_{M2}$  (Resistencia de tornillos, soldadura y aplastamiento): 1,25

$\gamma_{M3}$  (Resistencia al deslizamiento ELU (categoría C)): 1,25

$\gamma_{M3,ser}$  (Resistencia al deslizamiento ELS (categoría B)): 1,09

$\gamma_{M4}$  (Resistencia al aplastamiento en tornillos inyectados): 1,00

$\gamma_{M5}$  (Resistencia en uniones trianguladas de perfiles huecos): 1,00

$\gamma_{M6,ser}$  (Resistencia de bulones en ELS): 1,00

$\gamma_{M7}$  (Pretensado en tornillos de alta resistencia): 1,10

*Efectos de segundo orden:*

No se consideran los efectos de segundo orden

## Materiales

*Acero laminado:* S275

*Límite elástico:* 275 MPa

*Tensión de rotura:* 390 MPa

## 2. Relación de uniones

### Unión viga-pilar por el ala del pilar con chapa de extremo

| Nombre | Descripción                  | Nudo | Barras  | Estado |
|--------|------------------------------|------|---------|--------|
| TIPO_1 | Ejemplo de unión atornillada |      | Unión 1 | Ok     |

### 3. Geometría

#### Unión TIPO\_1

*Descripción:* Ejemplo de unión atornillada

*Tipo:* Unión viga-pilar por el ala del pilar con chapa de extremo

*Perfiles unidos:* \_HE 240B (pilar) y \_IPE 600 (viga)

*Ángulo entre barras:* 90°

*Chapa de extremo:*

Dimensiones (mm): 220 x 730 x 20

Diámetro de los agujeros (mm): 30

Distancia del borde superior al borde superior del ala de la viga (mm): 100

*Tornillos:*

Métrica: EC3

Diámetro nominal (mm): 27

Tipo: 8.8 (Pretensados)

Con arandelas  $\varnothing$  50

Disposición:

| Zona         | Ubicación  | Número de filas | Distancia a la 1ª fila (mm) |
|--------------|------------|-----------------|-----------------------------|
| Ala superior | Por encima | 1               | 53                          |
|              | Por debajo | 2               | 53                          |
| Ala inferior | Por encima | 2               | 53                          |
|              | Por debajo | 0               | 0                           |

Separación entre filas (mm): 125

Distancia de los tornillos al eje de simetría vertical de la viga (mm): 58

*Rigidizadores:*

Rigidizadores horizontales:

Superiores: No

Inferiores: No

Rigidizadores oblicuos:

Superiores: No

Inferiores: No

*Cartelas en la viga:*

En ala superior: No

En ala inferior: No

*Chapa de alma:*

Disposición:

Sin chapa de alma

*Chapas de respaldo:*

Superiores: No

Inferiores: No

*Relación de soldaduras:*

| Situación | Tipo | Lugar de ejecución | Espesor de garganta (mm) |
|-----------|------|--------------------|--------------------------|
|           |      |                    |                          |

| Situación    | Tipo   | Lugar de ejecución | Espesor de garganta (mm) |
|--------------|--------|--------------------|--------------------------|
| Ala superior | Ángulo | Taller             | 6,0                      |
| Ala inferior | Ángulo | Taller             | 6,0                      |
| Alma         | Ángulo | Taller             | 6,0                      |

## 4. Resultados

### Unión TIPO\_1. Unión 1

#### Combinaciones pésimas

| ELU | Comb. | Barra | Fx(kN)  | Fy(kN) | Fz(kN) | Mx(m·kN) | My(m·kN) | Mz(m·kN) |
|-----|-------|-------|---------|--------|--------|----------|----------|----------|
| Sí  | 0     | Pilar | -400,00 | 250,00 | 0,00   | 0,00     | 0,00     | -260,00  |
| Sí  | 0     | Viga  | 250,00  | 400,00 | 0,00   | 0,00     | 0,00     | -137,00  |

#### Componentes

| Nº | Tipo  | Subtipo       | Aprov.  | Combinación |
|----|---|---------------|---------|-------------|
| 1  | Panel de alma del pilar a cortante                    |               | 90,37 % | 0           |
| 2  | Alma del pilar en compresión transversal (horizontal) | Lado inferior | 40,92 % | 0           |
| 3  | Alma del pilar en tracción transversal (horizontal)   | Lado superior | 65,34 % | 0           |
| 4  | Ala del pilar en flexión                              | Lado superior | 35,18 % | 0           |
| 5  | Placa de extremo en flexión                           | Lado superior | 40,60 % | 0           |
| 6  | Ala y alma de viga o pilar en compresión longitudinal | Lado inferior | 11,63 % | 0           |
| 7  | Alma de viga en tracción longitudinal                 | Lado superior | 18,60 % | 0           |
| 8  | Tornillos a tracción                                  | Fila 1        | 24,43 % | 0           |
| 9  | Tornillos a tracción                                  | Fila 2        | 24,43 % | 0           |
| 10 | Tornillos a tracción                                  | Fila 3        | 24,43 % | 0           |
| 11 | Tornillos a tracción                                  | Fila 4        | 8,82 %  | 0           |
| 12 | Tornillos a aplastamiento                             | Fila 1        | 21,39 % | 0           |
| 13 | Tornillos a aplastamiento                             | Fila 2        | 11,17 % | 0           |
| 14 | Tornillos a aplastamiento                             | Fila 3        | 11,17 % | 0           |
| 15 | Tornillos a aplastamiento                             | Fila 4        | 11,17 % | 0           |
| 16 | Tornillos a aplastamiento                             | Fila 5        | 11,17 % | 0           |
| 17 | Resistencia a flexión más axil de la unión            | M-            | 97,20 % | 0           |
| 18 | Resistencia a cortante y deslizamiento de la unión    |               | 45,00 % | 0           |
| 19 | Soldaduras  | Ala superior  | 60,97 % | 0           |
| 20 | Soldaduras  | Ala inferior  | 18,72 % | 0           |
| 21 | Soldaduras  | Alma          | 30,60 % | 0           |

## Variables por componentes

### Componente 1. Panel de alma del pilar a cortante.

| Denominación  | Notación              | Valor  | Unidades | Estado |
|---|-----------------------|--------|----------|--------|
| Cortante resistente en el panel de alma del pilar   | $V_{wp,Rd}$           | 452,23 | kN       |        |
| Cortante actuante en el panel de alma del pilar     | $V_{wp,Ed}$           | 408,68 | kN       |        |
| Comprobación a cortante del panel de alma del pilar | $V_{wp,Ed}/V_{wp,Rd}$ | 90,37  | %        | Ok     |
| $\beta$   | Beta, 1               | 1,000  |          |        |
| Brazo de palanca                                    | z                     | 482,9  | mm       |        |
| Esbeltez del alma del pilar                         | $d_{w,c}/t_{w,c}$     | 16,400 |          | Ok     |
| Máxima esbeltez del alma del pilar admisible        | 69·Epsilon            | 63,785 |          |        |

### Componente 2. Alma del pilar en compresión transversal (horizontal). Lado inferior

| Denominación   | Notación                  | Valor  | Unidades | Estado |
|--|---------------------------|--------|----------|--------|
| Ancho eficaz a compresión del alma del pilar                   | $b_{eff,c,wc}$            | 266,0  | mm       |        |
| Parámetro de transformación por cortante en el alma del pilar  | Beta, 1                   | 1,000  |          |        |
| Factor reductor por interacción con el cortante                | omega                     | 0,739  |          |        |
| Factor reductor por compresión longitudinal del alma del pilar | k <sub>wc</sub>           | 0,874  |          |        |
| Compresión transversal resistente del alma del pilar           | $F_{c,wc,Rd}$             | 449,83 | kN       |        |
| Compresión transversal actuante en el alma del pilar           | $F_{c,wc,Ed}$             | 184,07 | kN       |        |
| Comprobación a compresión transversal del alma del pilar       | $F_{c,wc,Ed}/F_{c,wc,Rd}$ | 40,92  | %        | Ok     |

### Componente 3. Alma del pilar en tracción transversal (horizontal). Lado superior

| Denominación  | Notación                  | Valor  | Unidades | Estado |
|---|---------------------------|--------|----------|--------|
| Ancho eficaz a tracción del alma del pilar                    | $b_{eff,t,wc}$            | 359,5  | mm       |        |
| Parámetro de transformación por cortante en el alma del pilar | Beta, 1                   | 1,000  |          |        |
| Factor reductor por interacción con el cortante               | omega                     | 0,630  |          |        |
| Tracción transversal resistente del alma del pilar            | $F_{t,wc,Rd}$             | 592,94 | kN       |        |
| Tracción transversal actuante en el alma del pilar            | $F_{t,wc,Ed}$             | 387,44 | kN       |        |
| Comprobación a tracción transversal del alma del pilar        | $F_{t,wc,Ed}/F_{t,wc,Rd}$ | 65,34  | %        | Ok     |

### Componente 4. Ala del pilar en flexión. Lado superior

| Denominación   | Notación        | Valor   | Unidades | Estado |
|--|-----------------|---------|----------|--------|
| Fila de tornillos pésima   | i               | 1       |          |        |
| Tracción transversal actuante en el ala del pilar en la fila 'i' de tornillos              | Ft,fc,Ed,i      | 129,15  | kN       |        |
| Tracción transversal resistente del ala del pilar en el Modo 1 y la fila 'i' de tornillos  | FT,fc,1,Rd,i    | 446,64  | kN       | Ok     |
| Tracción transversal resistente del ala del pilar en el Modo 2 y la fila 'i' de tornillos  | FT,fc,2,Rd,i    | 367,13  | kN       | Ok     |
| Tracción transversal resistente del ala del pilar en el Modo 3 y la fila 'i' de tornillos  | FT,fc,3,Rd,i    | 528,56  | kN       | Ok     |
| Tracción transversal resistente del ala del pilar en la fila 'i' de tornillos              | FT,fc,Rd,i      | 367,13  | kN       | Ok     |
| Longitud de elongación de los tornillos  | Lb              | 66,5    | mm       |        |
| Tracción transversal actuante en el ala del pilar en el grupo 'j' de tornillos             | Ft,fc,Ed        | 434,07  | kN       |        |
| Tracción transversal resistente del ala del pilar en el Modo 1 y el grupo 'j' de tornillos | FT,fc,1,Rd      | 1505,71 | kN       | Ok     |
| Tracción transversal resistente del ala del pilar en el Modo 2 y el grupo 'j' de tornillos | FT,fc,2,Rd      | 1422,31 | kN       | Ok     |
| Tracción transversal resistente del ala del pilar en el Modo 3 y el grupo 'j' de tornillos | FT,fc,3,Rd      | 2114,25 | kN       | Ok     |
| Tracción transversal resistente del ala del pilar en el grupo 'j' de tornillos             | FT,fc,Rd        | 1422,31 | kN       | Ok     |
| Comprobación a flexión del ala del pilar   | F,fc,Ed/F,fc,Rd | 35,18   | %        | Ok     |

### Componente 5. Placa de extremo en flexión. Lado superior

| Denominación   | Notación     | Valor  | Unidades | Estado |
|--|--------------|--------|----------|--------|
| Fila de tornillos pésima   | i            | 1      |          |        |
| Tracción transversal actuante en la chapa de terminación en la fila 'i' de tornillos               | Ft,ep,Ed,i   | 129,15 | kN       |        |
| Tracción transversal resistente de la chapa de terminación en el Modo 1 y la fila 'i' de tornillos | FT,ep,1,Rd,i | 318,12 | kN       | Ok     |
| Tracción transversal resistente de la chapa de terminación en el Modo 2 y la fila 'i' de tornillos | FT,ep,2,Rd,i | 328,33 | kN       | Ok     |
| Tracción transversal resistente de la chapa de terminación en el Modo 3 y la fila 'i' de tornillos | FT,ep,3,Rd,i | 528,56 | kN       | Ok     |
| Tracción transversal resistente de la chapa de terminación en la fila 'i' de tornillos             | FT,ep,Rd,i   | 318,12 | kN       | Ok     |

| Denominación  | Notación        | Valor   | Unidades | Estado |
|---|-----------------|---------|----------|--------|
| Longitud de elongación de los tornillos   | Lb              | 66,5    | mm       |        |
| Tracción transversal actuante en la chapa de terminación en el grupo 'j' de tornillos               | Ft,ep,Ed        | 304,92  | kN       |        |
| Tracción transversal resistente de la chapa de terminación en el Modo 1 y el grupo 'j' de tornillos | FT,ep,1,Rd      | 1531,72 | kN       | Ok     |
| Tracción transversal resistente de la chapa de terminación en el Modo 2 y el grupo 'j' de tornillos | FT,ep,2,Rd      | 1129,23 | kN       | Ok     |
| Tracción transversal resistente de la chapa de terminación en el Modo 3 y el grupo 'j' de tornillos | FT,ep,3,Rd      | 1585,69 | kN       | Ok     |
| Tracción transversal resistente de la chapa de terminación en el grupo 'j' de tornillos             | FT,ep,Rd        | 1129,23 | kN       | Ok     |
| Comprobación a flexión de la chapa de terminación de la viga  | F,ep,Ed/F,ep,Rd | 40,60   | %        | Ok     |

#### Componente 6. Ala y alma de viga o pilar en compresión longitudinal. Lado inferior

| Denominación  | Notación          | Valor   | Unidades | Estado |
|---|-------------------|---------|----------|--------|
| Momento resistente de la sección de la viga, reducido por el cortante | Mc,Rd             | 919,81  | kNm      |        |
| Compresión actuante en el ala más alma de la viga                     | Fc,fb,Ed          | 184,07  | kN       |        |
| Compresión resistente del ala más alma de la viga                     | Fc,fb,Rd          | 1583,15 | kN       | Ok     |
| Comprobación a compresión del ala más alma de la viga                 | Fc,fb,Ed/Fc,fb,Rd | 11,63   | %        | Ok     |

#### Componente 7. Alma de viga en tracción longitudinal. Lado superior

| Denominación                                | Notación          | Valor   | Unidades | Estado |
|---|-------------------|---------|----------|--------|
| Tracción actuante en el alma de la viga     | Ft,wb,Ed          | 304,92  | kN       |        |
| Tracción resistente en el alma de la viga   | Ft,wb,Rd          | 1639,16 | kN       | Ok     |
| Ancho eficaz a tracción del alma de la viga | beff,t,wb         | 521,5   | mm       |        |
| Comprobación a tracción del alma de la viga | Ft,wb,Ed/Ft,wb,Rd | 18,60   | %        | Ok     |

#### Componente 8. Tornillos a tracción. Fila 1

| Denominación  | Notación | Valor  | Unidades | Estado |
|---|----------|--------|----------|--------|
| Fuerza de pretensado de diseño de cada tornillo     | Fp,Cd    | 233,58 | kN       |        |
| Tracción actuante en cada tornillo                  | Ft,Ed    | 64,57  | kN       |        |
| Tracción resistente de cada tornillo                | Ft,Rd    | 264,28 | kN       | Ok     |
| Fuerza de punzonamiento resistente de cada tornillo | Bp,Rd    | 441,22 | kN       | Ok     |
|   |          |        |          |        |

| Denominación                             | Notación    | Valor | Unidades | Estado |
|--|-------------|-------|----------|--------|
| Comprobación a tracción de cada tornillo | Ft,Ed/Ft,Rd | 24,43 | %        | Ok     |

### Componente 9. Tornillos a tracción. Fila 2

| Denominación  | Notación    | Valor  | Unidades | Estado |
|---|-------------|--------|----------|--------|
| Fuerza de pretensado de diseño de cada tornillo     | Fp,Cd       | 233,58 | kN       |        |
| Tracción actuante en cada tornillo                  | Ft,Ed       | 64,57  | kN       |        |
| Tracción resistente de cada tornillo                | Ft,Rd       | 264,28 | kN       | Ok     |
| Fuerza de punzonamiento resistente de cada tornillo | Bp,Rd       | 441,22 | kN       | Ok     |
| Comprobación a tracción de cada tornillo            | Ft,Ed/Ft,Rd | 24,43  | %        | Ok     |

### Componente 10. Tornillos a tracción. Fila 3

| Denominación  | Notación    | Valor  | Unidades | Estado |
|---|-------------|--------|----------|--------|
| Fuerza de pretensado de diseño de cada tornillo     | Fp,Cd       | 233,58 | kN       |        |
| Tracción actuante en cada tornillo                  | Ft,Ed       | 64,57  | kN       |        |
| Tracción resistente de cada tornillo                | Ft,Rd       | 264,28 | kN       | Ok     |
| Fuerza de punzonamiento resistente de cada tornillo | Bp,Rd       | 441,22 | kN       | Ok     |
| Comprobación a tracción de cada tornillo            | Ft,Ed/Ft,Rd | 24,43  | %        | Ok     |

### Componente 11. Tornillos a tracción. Fila 4

| Denominación  | Notación    | Valor  | Unidades | Estado |
|---|-------------|--------|----------|--------|
| Fuerza de pretensado de diseño de cada tornillo     | Fp,Cd       | 233,58 | kN       |        |
| Tracción actuante en cada tornillo                  | Ft,Ed       | 23,31  | kN       |        |
| Tracción resistente de cada tornillo                | Ft,Rd       | 264,28 | kN       | Ok     |
| Fuerza de punzonamiento resistente de cada tornillo | Bp,Rd       | 441,22 | kN       | Ok     |
| Comprobación a tracción de cada tornillo            | Ft,Ed/Ft,Rd | 8,82   | %        | Ok     |

### Componente 12. Tornillos a aplastamiento. Fila 1

| Denominación                                  | Notación    | Valor  | Unidades | Estado |
|---|-------------|--------|----------|--------|
| Espesor de la chapa                           | t           | 17,0   | mm       |        |
| Cortante actuante en cada tornillo            | Fv,Ed       | 40,00  | kN       |        |
| Resistencia a aplastamiento de cada tornillo  | Fb,Rd       | 186,97 | kN       | Ok     |
| Comprobación a aplastamiento de cada tornillo | Fv,Ed/Fb,Rd | 21,39  | %        | Ok     |

**Componente 13. Tornillos a aplastamiento. Fila 2**

| Denominación                                  | Notación    | Valor  | Unidades | Estado |
|---|-------------|--------|----------|--------|
| Espesor de la chapa                           | t           | 17,0   | mm       |        |
| Cortante actuante en cada tornillo            | Fv,Ed       | 40,00  | kN       |        |
| Resistencia a aplastamiento de cada tornillo  | Fb,Rd       | 358,02 | kN       | Ok     |
| Comprobación a aplastamiento de cada tornillo | Fv,Ed/Fb,Rd | 11,17  | %        | Ok     |

**Componente 14. Tornillos a aplastamiento. Fila 3**

| Denominación                                  | Notación    | Valor  | Unidades | Estado |
|---|-------------|--------|----------|--------|
| Espesor de la chapa                           | t           | 17,0   | mm       |        |
| Cortante actuante en cada tornillo            | Fv,Ed       | 40,00  | kN       |        |
| Resistencia a aplastamiento de cada tornillo  | Fb,Rd       | 358,02 | kN       | Ok     |
| Comprobación a aplastamiento de cada tornillo | Fv,Ed/Fb,Rd | 11,17  | %        | Ok     |

**Componente 15. Tornillos a aplastamiento. Fila 4**

| Denominación                                  | Notación    | Valor  | Unidades | Estado |
|---|-------------|--------|----------|--------|
| Espesor de la chapa                           | t           | 17,0   | mm       |        |
| Cortante actuante en cada tornillo            | Fv,Ed       | 40,00  | kN       |        |
| Resistencia a aplastamiento de cada tornillo  | Fb,Rd       | 358,02 | kN       | Ok     |
| Comprobación a aplastamiento de cada tornillo | Fv,Ed/Fb,Rd | 11,17  | %        | Ok     |

**Componente 16. Tornillos a aplastamiento. Fila 5**

| Denominación                                  | Notación    | Valor  | Unidades | Estado |
|---|-------------|--------|----------|--------|
| Espesor de la chapa                           | t           | 17,0   | mm       |        |
| Cortante actuante en cada tornillo            | Fv,Ed       | 40,00  | kN       |        |
| Resistencia a aplastamiento de cada tornillo  | Fb,Rd       | 358,02 | kN       | Ok     |
| Comprobación a aplastamiento de cada tornillo | Fv,Ed/Fb,Rd | 11,17  | %        | Ok     |

**Componente 17. Resistencia a flexión más axil de la unión. M-**

| Denominación   | Notación | Valor   | Unidades | Estado |
|--|----------|---------|----------|--------|
| Momento flector actuante en la unión                       | Mj,Ed    | -137,00 | kNm      | Ok     |
| Momento flector resistente de la unión en ausencia de axil | Mj,Rd    | -252,09 | kNm      |        |
|  |          |         |          |        |

| Denominación  | Notación                            | Valor  | Unidades | Estado |
|---|-------------------------------------|--------|----------|--------|
| Axil actuante en la unión                                     | $N_j, Ed$                           | 250,00 | kN       | Ok     |
| Axil resistente de la unión en ausencia de momento flector    | $N_j, Rd$                           | 583,36 | kN       |        |
| Comprobación de la resistencia a flexión más axil de la unión | $M_j, Ed/M_j, Rd + N_j, Ed/N_j, Rd$ | 97,20  | %        | Ok     |
| La unión es de resistencia parcial                            | $M_j, Rd/M_{pl}, Rd$                | 91,41  | %        |        |

#### Componente 18. Resistencia a cortante y deslizamiento de la unión.

| Denominación                                     | Notación                | Valor   | Unidades | Estado |
|--|-------------------------|---------|----------|--------|
| Cortante actuante en la unión                    | $F_{vj}, Ed$            | 400,00  | kN       |        |
| Cortante resistente de la unión                  | $n \cdot F_b, Rd, i$    | 3238,09 | kN       | Ok     |
| Comprobación a cortante de la unión              | $F_{vj}, Ed/F_{vj}, Rd$ | 12,35   | %        | Ok     |
| Esfuerzo de deslizamiento resistente de la unión | $F_{sj}, Rd$            | 888,86  | kN       | Ok     |
| Comprobación a deslizamiento de la unión         | $F_{sj}, Ed/F_{sj}, Rd$ | 45,00   | %        | Ok     |

#### Componente 19. Soldaduras. Ala superior

| Denominación  | Notación                  | Valor  | Unidades | Estado |
|---|---------------------------|--------|----------|--------|
| Tensión normal perpendicular resistente de la soldadura         | $\sigma, T, Rd$           | 330,35 | MPa      |        |
| Tensión normal principal resistente de la soldadura             | $\sigma, I, Rd$           | 367,06 | MPa      |        |
| Tensión normal perpendicular actuante en la soldadura           | $\sigma, T$               | 111,90 | MPa      | Ok     |
| Tensión tangencial perpendicular actuante en la soldadura       | $\tau, T$                 | 111,90 | MPa      |        |
| Tensión tangencial paralela actuante en la soldadura            | $\tau,   $                | 0,00   | MPa      |        |
| Tensión normal principal actuante en la soldadura               | $\sigma, I$               | 223,79 | MPa      | Ok     |
| Comprobación de la tensión normal perpendicular de la soldadura | $\sigma, T/\sigma, T, Rd$ | 33,87  | %        | Ok     |
| Comprobación de la tensión normal principal de la soldadura     | $\sigma, I/\sigma, I, Rd$ | 60,97  | %        | Ok     |
| Factor de conversión  | $B_w$                     | 0,850  |          |        |
| Profundidad mínima recomendada de la garganta de soldadura      | $a, min$                  | 6,0    | mm       |        |
| Profundidad máxima recomendada de la garganta de soldadura      | $a, max$                  | 13,0   | mm       |        |
| Profundidad de la garganta de soldadura                         | $a$                       | 6,0    | mm       |        |
| Longitud de cada cordón de soldadura                            | $l$                       | 190,0  | mm       |        |

#### Componente 20. Soldaduras. Ala inferior

| Denominación | Notación | Valor | Unidades | Estado |
|--------------|----------|-------|----------|--------|
|              |          |       |          |        |

| Denominación  | Notación                 | Valor  | Unidades | Estado |
|---|--------------------------|--------|----------|--------|
| Tensión normal perpendicular resistente de la soldadura         | $\sigma_{T,Rd}$          | 330,35 | MPa      |        |
| Tensión normal principal resistente de la soldadura             | $\sigma_{I,Rd}$          | 367,06 | MPa      |        |
| Tensión normal perpendicular actuante en la soldadura           | $\sigma_T$               | -34,36 | MPa      | Ok     |
| Tensión tangencial perpendicular actuante en la soldadura       | $\tau_T$                 | -34,36 | MPa      |        |
| Tensión tangencial paralela actuante en la soldadura            | $\tau_{  }$              | 0,00   | MPa      |        |
| Tensión normal principal actuante en la soldadura               | $\sigma_I$               | 68,73  | MPa      | Ok     |
| Comprobación de la tensión normal perpendicular de la soldadura | $\sigma_T/\sigma_{T,Rd}$ | 10,40  | %        | Ok     |
| Comprobación de la tensión normal principal de la soldadura     | $\sigma_I/\sigma_{I,Rd}$ | 18,72  | %        | Ok     |
| Factor de conversión  | Bw                       | 0,850  |          |        |
| Profundidad mínima recomendada de la garganta de soldadura      | a,min                    | 6,0    | mm       |        |
| Profundidad máxima recomendada de la garganta de soldadura      | a,max                    | 13,0   | mm       |        |
| Profundidad de la garganta de soldadura                         | a                        | 6,0    | mm       |        |
| Longitud de cada cordón de soldadura                            | l                        | 190,0  | mm       |        |

### Componente 21. Soldaduras. Alma

| Denominación  | Notación                 | Valor  | Unidades | Estado |
|---|--------------------------|--------|----------|--------|
| Tensión normal perpendicular resistente de la soldadura         | $\sigma_{T,Rd}$          | 330,35 | MPa      |        |
| Tensión normal principal resistente de la soldadura             | $\sigma_{I,Rd}$          | 367,06 | MPa      |        |
| Tensión normal perpendicular actuante en la soldadura           | $\sigma_T$               | 0,00   | MPa      | Ok     |
| Tensión tangencial perpendicular actuante en la soldadura       | $\tau_T$                 | 0,00   | MPa      |        |
| Tensión tangencial paralela actuante en la soldadura            | $\tau_{  }$              | 64,85  | MPa      |        |
| Tensión normal principal actuante en la soldadura               | $\sigma_I$               | 112,32 | MPa      | Ok     |
| Comprobación de la tensión normal perpendicular de la soldadura | $\sigma_T/\sigma_{T,Rd}$ | 0,00   | %        | Ok     |
| Comprobación de la tensión normal principal de la soldadura     | $\sigma_I/\sigma_{I,Rd}$ | 30,60  | %        | Ok     |
| Factor de conversión  | Bw                       | 0,850  |          |        |
| Profundidad mínima recomendada de la garganta de soldadura      | a,min                    | 6,0    | mm       |        |
| Profundidad máxima recomendada de la garganta de soldadura      | a,max                    | 8,0    | mm       |        |
| Profundidad de la garganta de soldadura                         | a                        | 6,0    | mm       |        |
| Longitud de cada cordón de soldadura                            | l                        | 514,0  | mm       |        |

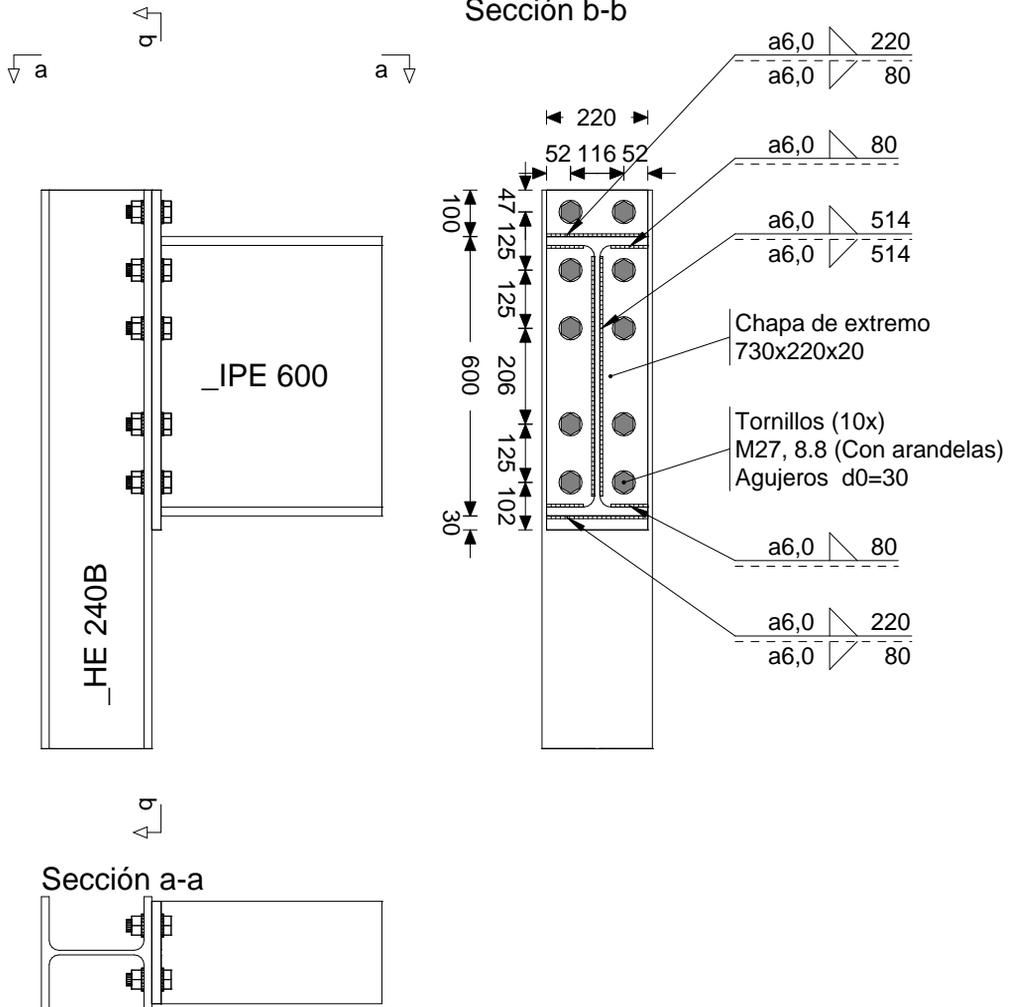
## 5. Errores de comprobación

No hay mas errores

# 6. Gráfica

## Unión TIPO\_1

Unión TIPO\_1  
Ejemplo de unión atornillada



Unión 1  
Cotas en mm