

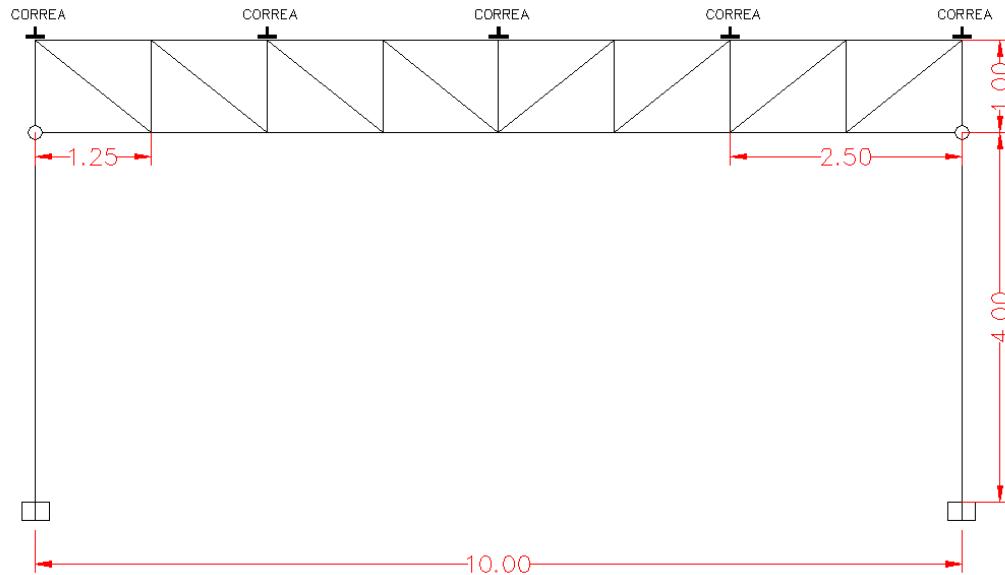
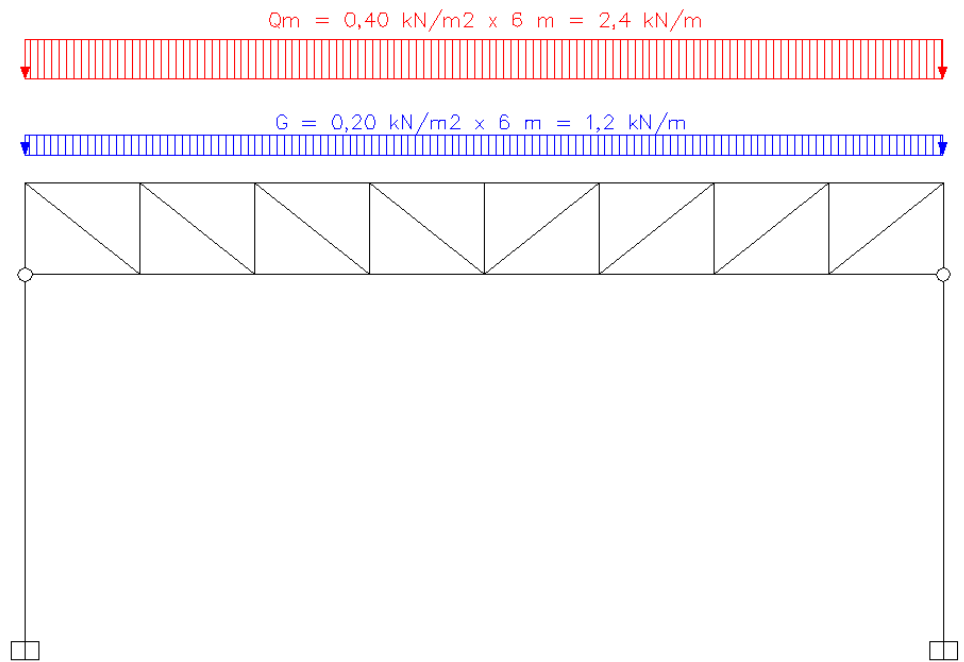
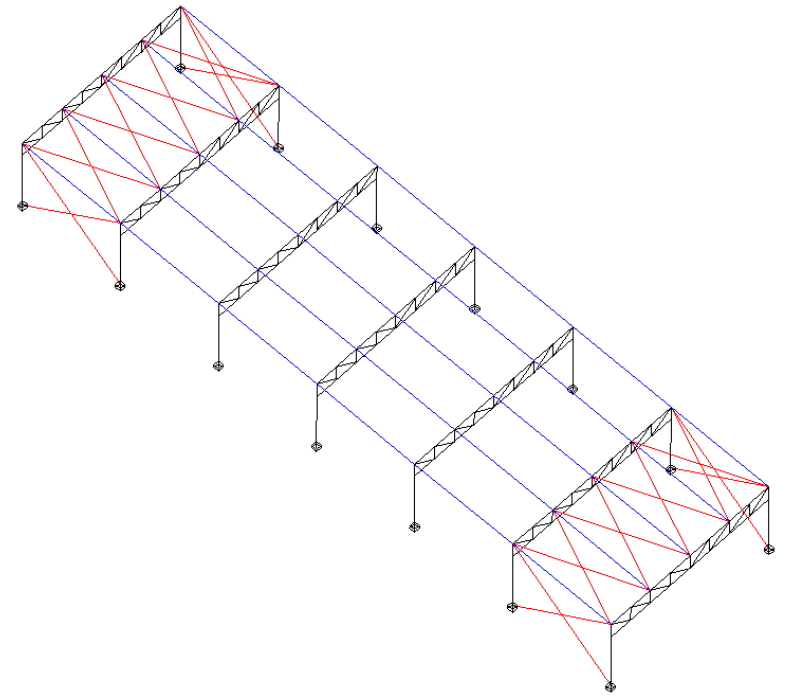
CERCHA DE CORDONES PARALELOS

Dimensionar los cordones de la cercha con perfiles tubulares huecos. Acero S 275.

$G = 0,2 \text{ kN/m}^2$ (PP: cubrición DECK, correas, cercha)

$Q_m = 0,4 \text{ kN/m}^2$ (Sobrecarga de mantenimiento)

Distancia entre pórticos 6 m.



a. Combinaciones de hipótesis de carga.

Situaciones persistentes o transitorias

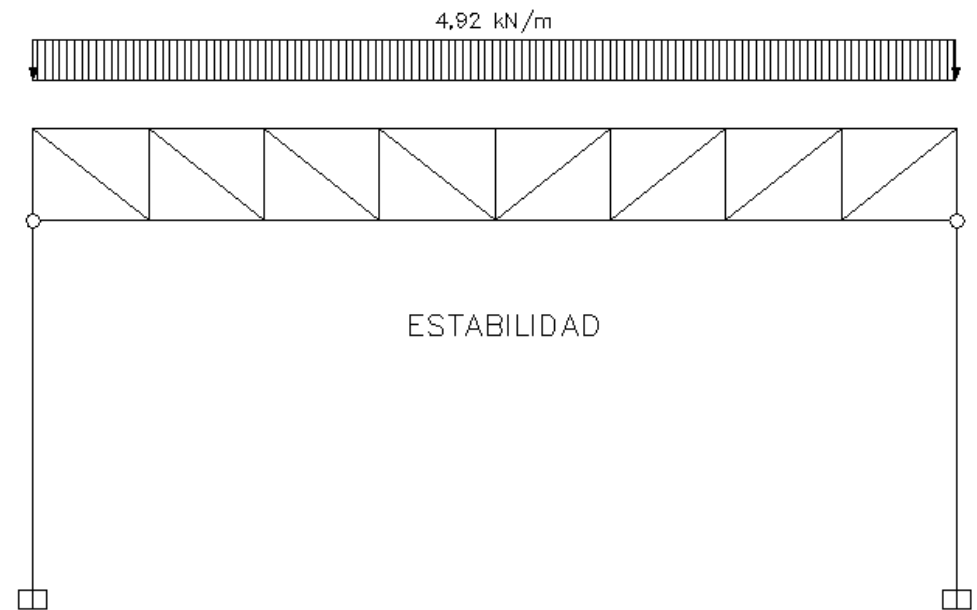
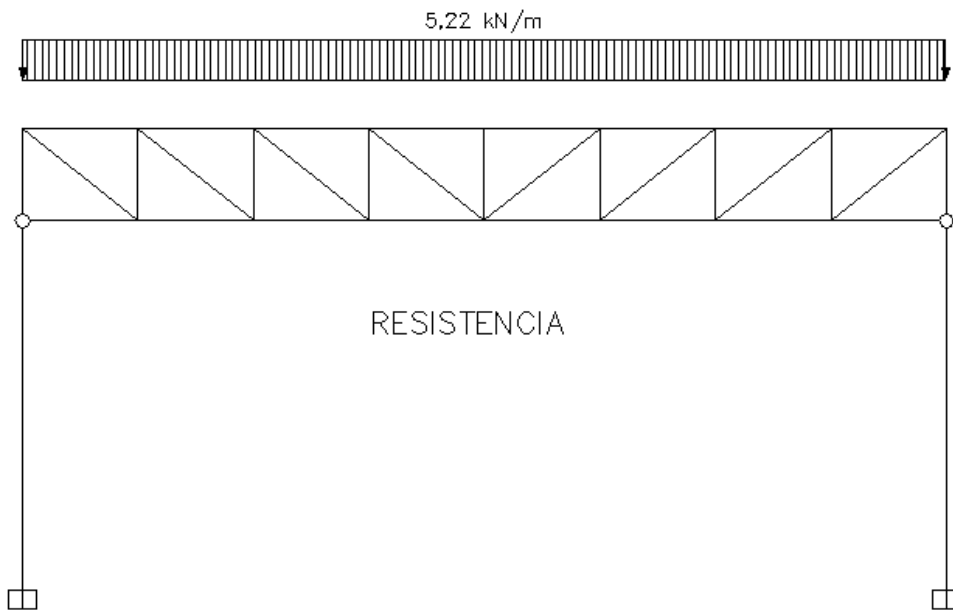
$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad [2.2] \quad \Rightarrow$$

Para las comprobaciones de **resistencia** se adopta $\gamma_G = 1,35$

$$1,2 \text{ kN/m} \cdot 1,35 + 2,4 \text{ kN/m} \cdot 1,5 = 5,22 \text{ kN/m}$$

Para las comprobaciones de **estabilidad** se adopta $\gamma_G = 1,10$

$$1,2 \text{ kN/m} \cdot 1,1 + 2,4 \text{ kN/m} \cdot 1,5 = 4,92 \text{ kN/m}$$



b. Cálculo solicitaciones cordones cercha:

Para las comprobaciones de **resistencia**

$$M_{\max} = 5,22 \text{ kN/m} \cdot 10\text{m}^2 / 8 = 65,25 \text{ kNm}$$

$$F = M_{\max} / h = 65,25 \text{ kNm} / 1 \text{ m} = 65,25 \text{ kN}$$

Cordón superior cercha $N_d = -65,25 \text{ kN}$

Cordón inferior cercha $N_d = +65,25 \text{ kN}$

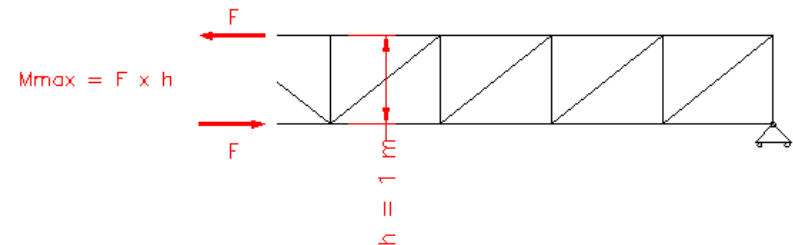
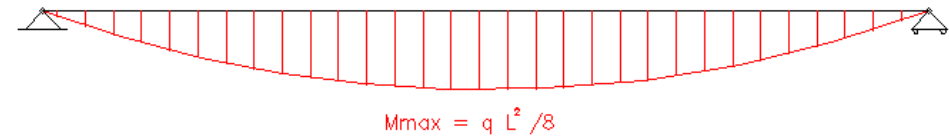
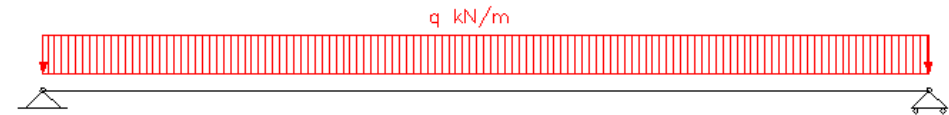
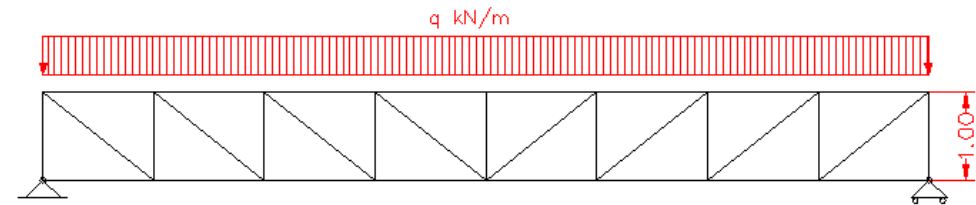
Para las comprobaciones de **estabilidad**

$$M_{\max} = 4,92 \text{ kN/m} \cdot 10\text{m}^2 / 8 = 61,5 \text{ kNm}$$

$$F = M_{\max} / h = 61,5 \text{ kNm} / 1 \text{ m} = 61,5 \text{ kN}$$

Cordón superior cercha $N_d = -61,5 \text{ kN}$

Cordón inferior cercha $N_d = +61,5 \text{ kN}$



c. Dimensionado cordón inferior (TRACCIÓN SIMPLE)

El esfuerzo de tracción simple no conlleva ningún problema de estabilidad por lo que la única verificación que hemos de hacer es la de resistencia $N_{Ed} < N_{pl,Rd}$

$$N_{Ed} = 65,25 \text{ kN} \quad N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad 65,25 \text{ kN} < A \cdot 275/1,05 \text{ N / mm}^2 \quad A > 65.250 \cdot 1,05 / 275 = 250 \text{ mm}^2$$

Elegimos un tubo cuadrado 40.2 $A = 301 \text{ mm}^2$

d. Dimensionado cordón superior (COMPRESIÓN SIMPLE)

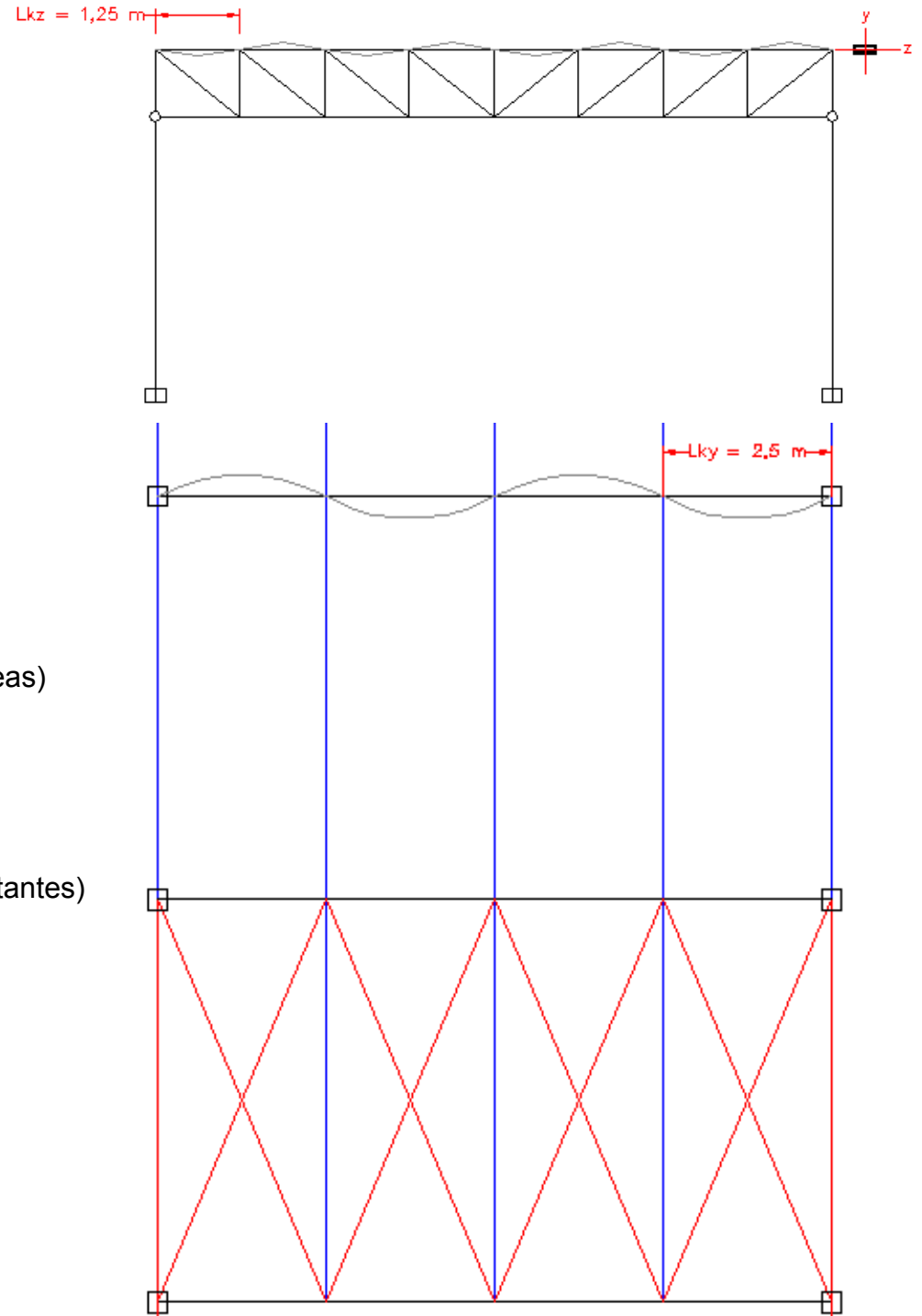
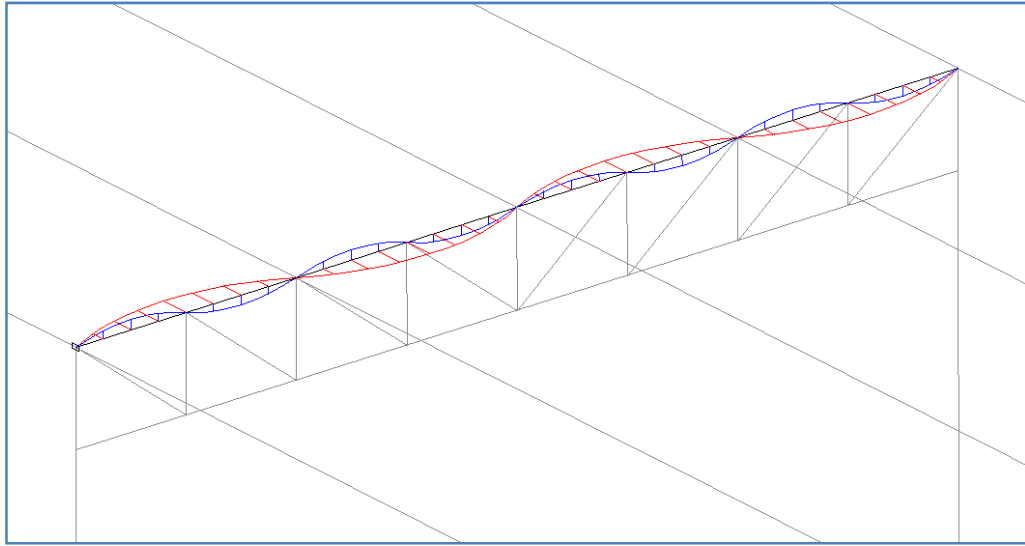
d.1. Predimensionado cordón comprimido:

Por resistencia, es necesario que el perfil tenga un área tal que:

$$N_{Ed} < N_{pl,Rd} \quad N_{Ed} = 65,25 \text{ kN} \quad N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad 65,25 \text{ kN} < A \cdot 275/1,05 \text{ N / mm}^2 \quad A > 65.250 \cdot 1,05 / 275 = 250 \text{ mm}^2$$

Por pandeo, limitaremos la esbeltez reducida: $\bar{\lambda} \leq 2$

$$\begin{array}{llllll} \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_R} & \lambda_R = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E}{f_y}} & \lambda_R = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot 210.000}{275}} = 86,8 & \bar{\lambda} \leq 2 \rightarrow \frac{\lambda}{86,8} \leq 2 & \lambda < 173 \\ \text{(esbeltez reducida)} & \text{(esbeltez límite)} & \text{(esbeltez límite S 275)} & \text{(esbeltez reducida)} & \text{(esbeltez mecánica o geométrica)} \end{array}$$



d.1. Predimensionado cordón comprimido (continuación):

Pandeo por flexión sobre eje y:

El cordón superior de 10 m está arriostrado en y por 3 puntos (correas)

Por lo que su $L_{ky} = 10\text{m} / 4 = 2,5\text{ m} = 2500\text{ mm}$

$\lambda_y = L_{ky} / i_y = 2500 / i_y < 173 \rightarrow i_y > 14,45\text{ mm}$

Pandeo por flexión sobre eje z:

El cordón superior de 10 m está arriostrado en z por 7 puntos (montantes)

Por lo que su $L_{kz} = 10\text{m} / 8 = 1,25\text{ m} = 1250\text{ mm}$

$\lambda_z = L_{kz} / i_z = 1250 / i_z < 173 \rightarrow i_z > 7,22\text{ mm}$

Cumple las tres condiciones el tubo rectangular 30.50.2.

$A = 301\text{ mm}^2$

$i_y = 18,3\text{ mm}$

$i_z = 12,2\text{ mm}$

d.2. Comprobación a resistencia cordón comprimido:

Esta condición se cumple al haberla considerado como uno de los criterios de predimensionado.

d.3. Comprobación a pandeo cordón comprimido $N_{b,Rd} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_{yd}$ siendo $f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{275}{1,05} \text{ N/mm}^2$

Pandeo por flexión sobre eje y:

$$\lambda_y = L_k y / i_y = 2500 / 18,3 = 137$$

$$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / \lambda_r = 137 / 86,8 = 1,6$$

$$\bar{\lambda}_y = 1,6 \xrightarrow{\text{curva a}} X_y = 0,32$$

Pandeo por flexión sobre eje z:

$$\lambda_z = L_k z / i_z = 1250 / 12,2 = 103$$

$$\bar{\lambda}_z = \lambda_z / \lambda_r = 103 / 86,8 = 1,2$$

$$\bar{\lambda}_z = 1,2 \xrightarrow{\text{curva a}} X_z = 0,53$$

Sustituyendo

$$N_{b,Rd} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_{yd} = 0,32 \cdot 301 \text{ mm}^2 \cdot 275 \text{ N/mm}^2 / 1,05 = 25.226 \text{ N} \quad N_{ed} = 61.500 \text{ N} \quad \text{NO CUMPLE}$$

Tubo rectangular 40.80.2.

$$A = 458 \text{ mm}^2$$

$$i_y = 29,1 \text{ mm}$$

$$i_z = 16,9 \text{ mm}$$

Pandeo por flexión sobre eje y:

$$\lambda_y = L_k y / i_y = 2500 / 29,1 = 87,5$$

$$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / \lambda_r = 87 / 86,8 = 1$$

$$\bar{\lambda}_y = 1 \xrightarrow{\text{curva a}} X_y = 0,67$$

Pandeo por flexión sobre eje z:

$$\lambda_z = L_k z / i_z = 1250 / 16,9 = 74$$

$$\bar{\lambda}_z = \lambda_z / \lambda_r = 74 / 86,8 = 0,9$$

$$\bar{\lambda}_z = 0,9 \xrightarrow{\text{curva a}} X_z = 0,73$$

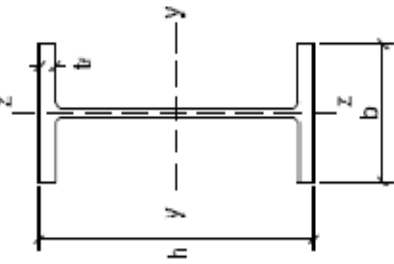
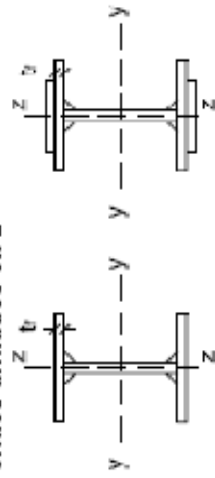
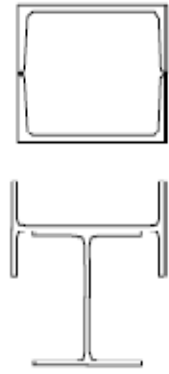

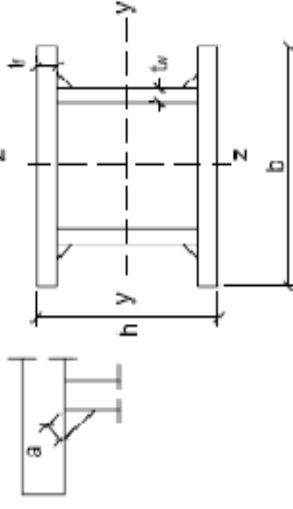
Sustituyendo

$$N_{b,Rd} = \chi_{min} \cdot A \cdot f_{yd} = 0,67 \cdot 458 \text{ mm}^2 \cdot 275 \text{ N/mm}^2 / 1,05 = 80.368 \text{ N} \quad N_{ed} = 61.500 \text{ N} \quad \text{SÍ CUMPLE}$$

CUESTIÓN

¿qué ocurriría si giráramos el tubo 40.80.2 noventa grados?

CURVAS DE PANDEO EUROPEAS CTE DB SE A

Tipo de sección	Tipo de acero			Eje de pandeo ⁽¹⁾		
	S235	a S355	S450	y	z	y z
Perfiles laminados en I 	$h/b > 1,2$ $t \leq 40$ mm			a	b	a ₀ a ₀
	40 mm $< t \leq 100$ mm			b	c	a a a
	$h/b \leq 1,2$ $t \leq 100$ mm			b	c	a a a
	$t > 100$ mm			d	d	c c c
Perfiles armados en I 	$t \leq 40$ mm			b	c	b b c
	$t > 40$ mm			c	d	c d c d
Agrupación de perfiles laminados soldados 				c	c	c c c
Tubos de chapa simples o agrupados 	laminados en caliente			a	a	a ₀ a ₀
	conformados en frío			c	c	c c c
Perfiles armados en cajón ⁽²⁾ 	soldadura gruesa: $a/t > 0,5$ $b/t < 30$ $h/t_w < 30$			c	c	c c c
	en otro caso			b	b	b b b

COEFICIENTE X CTE DB SE A

Esbeltez reducida	Curva de pandeo				
	a ₀	a	b	c	d
Coeficiente (α) de imperfección	0,13	0,21	0,34	0,49	0,76
≤ 0,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,30	0,99	0,98	0,96	0,95	0,92
0,40	0,97	0,95	0,93	0,90	0,85
0,50	0,95	0,92	0,88	0,84	0,78
0,60	0,93	0,89	0,84	0,79	0,71
0,70	0,90	0,85	0,78	0,72	0,64
0,80	0,85	0,80	0,72	0,66	0,58
0,90	0,80	0,73	0,66	0,60	0,52
1,00	0,73	0,67	0,60	0,54	0,47
1,10	0,65	0,60	0,54	0,48	0,42
1,20	0,57	0,53	0,48	0,43	0,38
1,30	0,51	0,47	0,43	0,39	0,34
1,40	0,45	0,42	0,38	0,35	0,31
1,50	0,40	0,37	0,34	0,31	0,28
1,60	0,35	0,32	0,31	0,28	0,25
1,80	0,28	0,27	0,25	0,23	0,21
2,00 ⁽¹⁾	0,23	0,22	0,21	0,20	0,18
2,20 ⁽¹⁾	0,19	0,19	0,18	0,17	0,15
2,40 ⁽¹⁾	0,16	0,16	0,15	0,14	0,13
2,70 ⁽²⁾	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11
3,00 ⁽²⁾	0,11	0,10	0,10	0,10	0,09

⁽¹⁾ esbeltez intolerable en los elementos principales
⁽²⁾ esbeltez intolerable incluso en elementos de arriostramiento