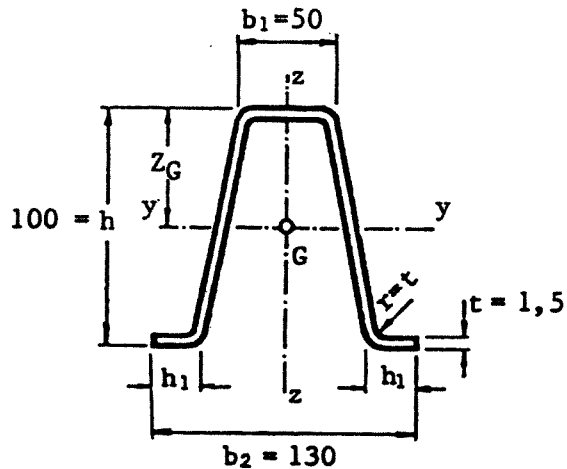


EJEMPLO N° 8

Perfil galera - Compresión - Flexión1. Datos

Altura de piso = 2,60 m

Separación entre puntos de unión=30cm

Acero F-24 ($\sigma_F = 240 \text{ N/mm}^2$)

Perfil 100 - 50 - 25 - 130 - 1,5

$$A = 4,47 \text{ cm}^2 \quad W_y = 12,03 \text{ cm}^3$$

$$I_y = 60,17 \text{ cm}^4 \quad i_y = 3,66 \text{ cm}$$

$$I_z = 55,12 \text{ cm}^4 \quad i_z = 3,51 \text{ cm}$$

2. Columna

Se quiere obtener la máxima carga admisible como pie derecho de un panel.

$$g_{Fd} = g_F = \sqrt{\frac{E}{\sigma_F}} = \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2}{240 \text{ N/mm}^2}} = 29,58$$

El perfil actúa como pie derecho embutido en un panel que lo arriostra en forma continua en ambas caras.

No se tiene en cuenta la influencia del doblado en frío.

- Ala superior

$$b = 50 \text{ mm} - 2 \cdot 1,5 \text{ mm} = 47 \text{ mm}$$

$$B = \frac{b}{t} = \frac{47 \text{ mm}}{1,5 \text{ mm}} = 31,33$$

$$q = 1$$

$$R = 0$$

- Almas

$$l = \sqrt{(100 \text{ mm})^2 + (15 \text{ mm})^2} = 101,12 \text{ mm}$$

$$b = 101,2 \text{ mm} - 2 \cdot 1,5 \text{ mm} = 98,2 \text{ mm}$$

$$B = \frac{b}{t} = \frac{98,2 \text{ mm}}{1,5 \text{ mm}} = 65,47 \text{ mm} < B_{\text{máx}} = 90$$

$$q = 1$$

$$R = 0,1 \cdot B - 6 = 0,1 \cdot 65,47 - 6 = 5,47$$

CIRSOC 303, artículo 1.4.1.

CIRSOC 303, artículo 4.4.13., elemento completamente rigidizado.

CIRSOC 303, artículo 4.4.9., elemento rigidizado en ambos bordes por almas.

CIRSOC, artículo 4.4.6.1.

Elemento completamente rigidizado

$B > 60$. Si los labios rigidizadores estuvieran unidos en forma continua al panel podría tomarse $R = 0$

- Labios

$$b = 25 \text{ mm} - 2 \cdot 1,5 \text{ mm} = 22 \text{ mm}$$

$$B = \frac{22 \text{ mm}}{1,5 \text{ mm}} = 14,67$$

$$0,37 \cdot g_F = 10,95 < B = 14,67 < 0,84 g_F = 24,85$$

$$\rightarrow q = 1,37 \left(1 - 0,725 \frac{B}{g_F}\right) = 1,37 \left(1 - 0,725 \frac{14,67}{29,58}\right) = 0,88$$

$$- Q = q_m \cdot Q_a$$

$$q_m = 0,88$$

$$Q_a = \frac{\Sigma B_{\sigma} \cdot t^2 + \Sigma A_p}{A}$$

$$B_{\sigma} = \frac{1,64 \cdot g_{Fd}}{\sqrt{q_m}} - R \leq B$$

$$\text{Ala} \quad \frac{1,64 \cdot 29,58}{\sqrt{0,88}} - 0 = 51,71 > B = 31,33 \Rightarrow B_{\sigma} = B = 31,33$$

$$\text{Almas} \quad \frac{1,64 \cdot 29,58}{\sqrt{0,88}} - 5,47 = 46,24 < B = 65,47 \Rightarrow B_{\sigma} = 46,24$$

CIRSOC 303, artículo 4.4.1.3. y elemento no rigidizado.

CIRSOC 303, artículo 4.4.14.

Mínimo valor de q

Para elementos rigidizados

$$\text{Labios} \text{ — } B_G = B = 14,67$$

$$\Sigma B_G = 31,33 + 2 \cdot 46,24 + 2 \cdot 14,67 = 153,15$$

Esquinas

$$R = r + \frac{t}{2} = \frac{3}{2} \cdot 1,5 \text{ mm} = 2,25 \text{ mm}$$

$$\ell = \frac{\pi \cdot R}{2} = \frac{\pi \cdot 2,25 \text{ mm}}{2} = 3,53$$

$$A_p = \ell \cdot t = 3,53 \text{ mm} \cdot 1,5 \text{ mm} = 5,30 \text{ mm}^2$$

$$\Sigma A_p = 4 \cdot 5,30 \text{ mm}^2 = 21,2 \text{ mm}^2$$

$$A = 447 \text{ mm}^2$$

$$Q_a = \frac{153,15 (1,5 \text{ mm})^2}{447 \text{ mm}^2} + \frac{21,2 \text{ mm}^2}{447 \text{ mm}^2} = 0,82$$

$$Q = 0,88 \cdot 0,82 = 0,72$$

- Determinación de la tensión admisible de compresión

$$\sigma_p = \sigma_e = 5,12 \text{ E}/\lambda^2$$

Para un elemento no rigidizado

Se consideran plieques a 90°; las diferencias se compensan entre si.

Ver datos

CIRSOC 303, artículo 4.5.6.

CIRSOC 303, artículo 4.5.6.1.,
barra arriostrada contra la torsión con
alabeo.

$$S_{k_z} = 30 \text{ cm}$$

$$S_{k_y} = 260 \text{ cm}$$

$$\lambda_y = \frac{S_{k_y}}{i_y} = \frac{260 \text{ cm}}{3,66 \text{ cm}} = 71,04 < \lambda_{lim} = 200$$

$$\sigma_p = 5,12 \cdot \frac{2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2}{(71,04)^2} = 213,05 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_o = 0,5 \cdot Q \cdot \sigma_{bd}$$

$$\sigma_{bd} = \frac{\sigma_F}{\gamma} = \frac{240 \text{ N/mm}^2}{1,6} = 150 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_o = 0,5 \cdot 0,72 \cdot 150 \text{ N/mm}^2 = 54 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_p > \sigma_o \Rightarrow \sigma_{cad} = 2 \cdot \sigma_o - \frac{\sigma_o^2}{\sigma_p} = 2 \cdot 54 \text{ N/mm}^2 - \frac{(54 \text{ N/mm}^2)^2}{213,05 \text{ N/mm}^2}$$

$$\sigma_{cad} = 94,31 \text{ N/mm}^2$$

- Carga admisible a compresión

$$P_{ad} = \sigma_{cad} \cdot A = 94,31 \text{ N/mm}^2 \cdot 447 \text{ mm}^2 \cdot \frac{1}{1000}$$

$$P_{ad} = 42,16 \text{ KN}$$

Separación entre los puntos de unión

Altura de piso

CIRSOC 303, artículo 4.4.5.

λ_y es la mayor de las esbelteces
($\lambda_z = 8,54$)

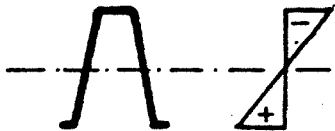
CIRSOC 303, artículo 4.5.2.

Máxima carga admisible

3. Flexión

Se quiere obtener la máxima carga admisible actuando en flexión en las posiciones indicadas.

a)



- Ala superior comprimida

$$g = \sqrt{\frac{E}{\sigma_{bd}}} = \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2}{150 \text{ N/mm}^2}} = 37,42$$

$$1,30 \cdot g - R = 1,30 \cdot 37,42 - 0 = 48,68 > B = 31,33$$

$$\longrightarrow B_e = B$$

- Labios

$$h_1 \geq (24 B - 156)^{1/3} \cdot t \geq 5 t$$

$$25 \text{ mm} > (24 \cdot 14,67 - 156)^{1/3} \cdot 1,5 \text{ mm} = 8,71 \text{ mm} > 5 \cdot 1,5 \text{ mm} = 7,5 \text{ mm}$$

Se supone que el ala estará sometida a la máxima tensión admisible.

CIRSOC 303, artículo 4.4.9.

R y B ya habían sido calculados.

Sección totalmente efectiva.

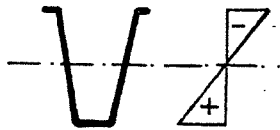
CIRSOC 303, artículo 4.4.11.1.

B ya había sido calculado.

$$q = 1 \longrightarrow \sigma_{ad} = \sigma_{bd} = 150 \text{ N/mm}^2$$

Al ser la sección totalmente efectiva (en el alma $B_e = B$), se cumple la hipótesis de tensiones asumida.

b)



- Labios

$$B = 14,67 < B_{\text{máx}} = 60$$

$$0,37 g_F = 10,94 < B = 14,67 < 0,84 g_F = 24,85$$

$$\Rightarrow q = 1,37 \left(1 - 0,725 \frac{B}{g_F}\right) = 1,37 \left(1 - 0,725 \frac{14,67}{29,58}\right) = 0,88$$

$$\sigma_{ad} = q \cdot \sigma_{bd} = 0,88 \cdot 150 \text{ N/mm}^2 = 132 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{ad} = \sigma_{ad} \cdot W_y = 132 \text{ N/mm}^2 \cdot 12030 \text{ mm}^3 \cdot \frac{1 \text{ KN.m}}{10^6 \text{ N.mm}}$$

$$M_{ad} = 1,59 \text{ KN.m}$$

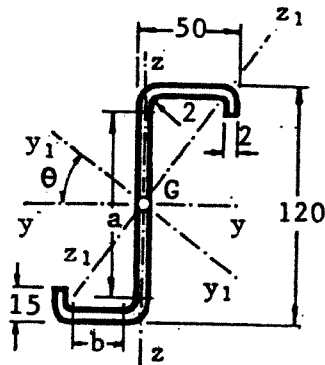
Elemento traccionado.

CIRSOC 303, artículo 4.4.6.1.

CIRSOC 303, artículo 4.4.13., g_F ya se había calculado.

CIRSOC 303, artículo 4.5.3.

EJEMPLO N° 9

Perfil Z con labios rigidizadores - Columna1- Datos

Altura de piso - 2,20 m

Acero F-30 ($\sigma_F = 300 \text{ N/mm}^2$)

Dimensiones según figura

Arriostrado en toda su altura contra la torsión

2. Propiedades de la sección

- Esquinas

$$r = 2 \text{ mm} + \frac{2 \text{ mm}}{2} = 3 \text{ mm}$$

$$l = \frac{\pi \cdot r}{2} = \frac{\pi}{2} \cdot 3 \text{ mm} = 4,71 \text{ mm}$$

$$c = 0,637 r = 0,637 \cdot 3 \text{ mm} = 1,91 \text{ mm}$$

$$c' = (1 - 0,637) r = 0,363 \cdot 3 \text{ mm} = 1,09 \text{ mm}$$

- Alas

$$b = 50 \text{ mm} - 4 \cdot 2 \text{ mm} = 42 \text{ mm}$$

$$B = \frac{b}{t} = \frac{42 \text{ mm}}{2 \text{ mm}} = 21 < B_{\text{máx}} = 60$$

Característica geométrica de la esquina -
Ver ejemplo N° 2.

CIRSOC 303, artículo 4.4.6.1.

$$\sigma_{bd} = \frac{\sigma_F}{\gamma} = \frac{300 \text{ N/mm}^2}{1,6} = 187,5 \text{ N/mm}^2$$

$$g = \sqrt{\frac{E}{\sigma_{bd}}} = \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2}{187,5 \text{ N/mm}^2}} = 33,47$$

$$R = 0$$

$$1,30 g - R = 1,3 \cdot 33,47 = 43,51 > B = 21 \Rightarrow B_e = B$$

- Labios

$$h_1 = 15 \text{ mm}$$

$$h_1 > \begin{cases} (24 \cdot B - 156)^{1/3} \cdot t = (24 \cdot 21 - 156)^{1/3} \cdot 2 \text{ mm} = 14,07 \text{ mm} \\ 5 t = 5 \cdot 2 \text{ mm} = 10 \text{ mm} \end{cases}$$

- Alma

$$h = 120 \text{ mm} - 4 \cdot 2 \text{ mm} = 112 \text{ mm}$$

$$B = \frac{112 \text{ mm}}{2 \text{ mm}} = 56 < B_{\text{máx}} = 500$$

$$R = 0$$

$$1,30 \cdot g - R = 1,3 \cdot 33,47 = 43,51 < B = 56 \Rightarrow B_e = 43,51$$

$$\Rightarrow h_e = 43,51 \cdot 2 \text{ mm} = 87,02 \text{ mm}$$

CIRSOC 303, artículo 4.5.

CIRSOC 303, artículo 4.4.7.

CIRSOC 303, artículo 4.4.9., para $B < 60$

Sección totalmente efectiva

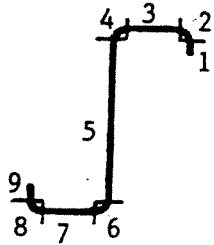
CIRSOC 303, artículo 4.4.11.1., B del elemento rigidizado

CIRSOC 303, artículo 4.4.6.1.

CIRSOC 303, artículo 4.4.9., para $B < 60$, y elemento rigidizado en ambos bordes por alas.

Altura efectiva en compresión

- Características geométricas



1	2	3	4	5	6	7
Elemento	Longitud	dist. borde sup.	$I_y' = 2 \times 3^2$	dist. z - z	$I_z' = 2 \times 5^2$	$I_{yz}' = 2 \times 3 \times 5$
①	11	9,5	992,75	- 48	25344,00	- 5016,00
②	4,71	2,09	20,57	- 46,91	10364,58	- 461,78
③	42	1	42,00	- 25	26250,00	- 1050,00
④	4,71	2,09	20,57	- 1,09	5,60	- 10,73
⑤	112	60	403200,00	—	—	—
⑥	4,71	117,91	65482,04	- 1,09	5,60	605,34
⑦	42	119	594762,00	25	26250,00	124950,00
⑧	4,71	117,91	65482,04	46,91	10364,58	26051,75
⑨	11	110,50	134312,75	48	25344,00	58344,00
Σ	236,84		Σ 1264314,70		Σ 123928,36	203412,59

$$\text{Area} = 236,84 \text{ mm} \cdot 2 \text{ mm} = 473,68 \text{ mm}^2$$

$$I_y = \left[1264314,7 \text{ mm}^3 + \frac{(112 \text{ mm})^3}{12} + 2 \frac{(11 \text{ mm})^3}{12} - 236,84 \text{ mm} (60)^2 \right] \cdot 2 \text{ mm} =$$

$$= 1057979,70 \text{ mm}^4$$

$$I_z = \left[123928,36 \text{ mm}^3 + 2 \cdot \frac{(42 \text{ mm})^3}{12} \right] \cdot 2 \text{ mm} = 272552,72 \text{ mm}^4$$

$$I_{yz} = 203412,59 \text{ mm}^3 \cdot 2 \text{ mm} = 406825,18 \text{ mm}^4$$

Posición de los ejes principales

$$\text{tg } 2\theta = \frac{2 I_{yz}}{I_y - I_z} = \frac{2 \cdot 406825,18}{1057979,7 - 272552,72} = 1,04$$

$$\theta = \frac{1}{2} \arctg. 1,04 = 23,01^\circ$$

Momentos de inercia respecto de los ejes principales

$$I_{y_1, z_1} = \frac{I_y + I_z}{2} \pm \sqrt{\frac{I_y - I_z}{2}^2 + I_{yz}^2}$$

$$I_{y_1} = 665266,21 + 565447,27 = 1230713,40 \text{ mm}^4$$

$$I_{z_1} = 665266,21 - 565447,27 = 99818,94 \text{ mm}^4$$

$$i_{\min} = i_{z_1} = \sqrt{\frac{I_{z_1}}{A}} = \sqrt{\frac{99818,94 \text{ mm}^4}{473,68 \text{ mm}^2}} = 14,52 \text{ mm}$$

3. Características resistentes

- Coeficiente de pandeo local

$$Q = q_m \cdot Q_a$$

$$g_F = \sqrt{\frac{E}{\sigma_F}} = \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2}{300 \text{ N/mm}^2}} = 26,46$$

$$A = 4,74 \text{ cm}^2$$

$$I_y = 105,80 \text{ cm}^4$$

$$I_z = 27,25 \text{ cm}^4$$

$$I_{yz} = 40,68 \text{ cm}^4$$

En las Tablas de fabricantes, generalmente se encuentra indicado el ángulo complementario

$$I_{y_1} = 123,07 \text{ cm}^4$$

$$I_{z_1} = 9,98 \text{ cm}^4$$

Radio de giro mínimo

CIRSOC 303, artículo 4.4.14.

CIRSOC 303, artículo 4.4.7.

Alma y alas $\longrightarrow$ $q = 1$

$$\text{Labios} \longrightarrow B = \frac{h_1}{t} = \frac{11 \text{ mm}}{2 \text{ mm}} = 5,5$$

$$B < 0,37 g_F = 0,37 \cdot 26,46 = 9,79 \longrightarrow q = 1$$

$$q_m = 1$$

$$\text{Alma} \longrightarrow \frac{1,64 \cdot g_F}{\sqrt{q_m}} - R = \frac{1,64 \cdot 26,46}{\sqrt{1}} - 0 = 43,39 < B = 56$$

$$\Rightarrow B_G = 43,39$$

$$\text{Alas} \longrightarrow \frac{1,64 g_F}{\sqrt{q_m}} - R = 43,39 > B = 21$$

$$\Rightarrow B_G = B = 21$$

$$\Sigma B_G = 2 \cdot 21 + 43,39 = 85,39$$

$$\Sigma A_p = 4 \cdot l \cdot t = 4 \cdot 4,71 \text{ mm} \cdot 2 \text{ mm} = 37,68 \text{ mm}^2$$

$$Q_a = \frac{\Sigma B_G \cdot t^2 + \Sigma A_p}{A} = \frac{85,39 \cdot (2 \text{ mm})^2 + 37,68 \text{ mm}^2}{473,68 \text{ mm}^2} = 0,80$$

$$Q = 1 \cdot 0,80 = 0,80$$

CIRSOC 303, artículo 4.4.13., elementos completamente ririgidados.

Valor mínimo de q

R y B ya se habían definido anteriormente

$R = 0$, ya se había definido

Factor de área

Coficiente de pandeo local

4. Máxima carga admisible

$$\sigma_o = 0,5 \cdot Q \cdot \sigma_{bd} = 0,5 \cdot 0,8 \cdot 187,5 \text{ N/mm}^2 = 75 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_p = \sigma_e = 5,12 \frac{E}{\lambda^2}$$

$$\lambda = \frac{S_k}{i_{z1}} = \frac{0,70 \cdot 2200 \text{ mm}}{14,52 \text{ mm}} = 106,06 < \lambda_{\text{máx}} = 200$$

$$\sigma_p = 5,12 \frac{2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2}{(106,56)^2} = 95,14 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_p > \sigma_o \text{ — } \sigma_{cad} = 2 \cdot \sigma_o - \sigma_o^2 / \sigma_p$$

$$\sigma_{cad} = 2 \cdot 75 \text{ N/mm}^2 - \frac{(75 \text{ N/mm}^2)^2}{95,14 \text{ N/mm}^2} = 90,87 \text{ N/mm}^2$$

$$P_{ad} = \sigma_{cad} \cdot A = 90,87 \text{ N/mm}^2 \cdot 473,68 \text{ mm}^2 = 43045 \text{ N}$$

$$P_{ad} \approx 43 \text{ KN}$$

CIRSOC 303, artículo 4.5.6.

Se aplica el artículo 4.5.6.1. por estar el perfil arriostrado contra la torsión con alabeo.

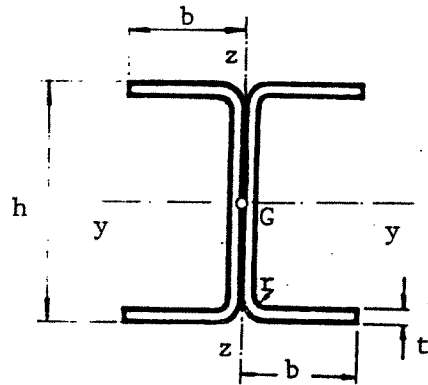
CIRSOC 303, artículo 4.4.5., se supone al perfil articulado-empotrado

($S_k \approx 0,70$ H según CIRSOC 302-1)

Tensión promedio admisible en compresión

Máxima carga admisible

EJEMPLO N° 10

Perfil I sin labios rigidizadores - Flexocompresión1- Datos

Longitud de la pieza — 2,60 m

Acero F-30 ($\sigma_F = 300 \text{ N/mm}^2$)

Carga axial = 25 KN

Momento máximo originado por carga horizontal — $M_y = 1,5 \text{ KN} \cdot \text{m}$ 2- Dimensionamiento

$$\lambda_{\text{máx}} = \frac{S_k}{i_{\text{mín}}} \leq 200$$

$$\Rightarrow i_{\text{mín}} = \frac{S_k}{200} = \frac{0,7 \cdot 260 \text{ cm}}{200} = 0,91 \text{ cm}$$

Se adopta un perfil formado por dos U-80-40-2,5

CIRSOC 303, artículo 4.4.5.

Barra empotrada-articulada- según CIRSOC

$$302-1 = S_k \approx 0,70$$

$$A = 3,70 \text{ cm}^2$$

$$I_z = 6 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 37 \text{ cm}^4$$

$$i_y = 3,10 \text{ cm}$$

$$W_y = 9,25 \text{ cm}^3$$

$$i_z = 1,30 \text{ cm}$$

$$y_G = 1,20 \text{ cm}$$

Datos correspondientes a cada perfil individual

- Coeficiente de pandeo local

$$Q = q_m \cdot Q_a$$

$$g_F = \sqrt{\frac{E}{\sigma_F}} = \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2}{300 \text{ N/mm}^2}} = 26,46$$

Determinación de q_m

$$\text{Alas} \quad B = \frac{40 \text{ mm} - 2 \cdot 2,5 \text{ mm}}{2,5 \text{ mm}} = 14 < B_{\text{máx}} = 60$$

$$0,37 g_F = 9,79 < B < 0,84 g_F = 22,23$$

$$\Rightarrow q = 1,37 (1 - 0,725 B / g_F) = 1,37 (1 - 0,725 \frac{14}{26,46}) = 0,84$$

$$\text{Alma} \quad B = \frac{80 \text{ mm} - 4 \cdot 2,5 \text{ mm}}{2,5 \text{ mm}} = 28 < B_{\text{máx}} = 500$$

$$q = 1$$

$$\therefore q_m = 0,84$$

Determinación de B_σ

$$\text{Alas} \quad B_\sigma = B = 14$$

$$\text{Alma} \quad \frac{1,64 g_F}{\sqrt{q_m}} - R$$

CIRSOC 303, artículo 4.4.14.

CIRSOC 303, artículo 4.4.7.

CIRSOC 303, artículo 4.4.6.1.

CIRSOC 303, artículo 4.4.13

Se trata individualmente a cada perfil U

Elemento completamente rigidizado

Mínimo valor de q

Elementos no rigidizados

$$\frac{1,64 \cdot 26,46}{\sqrt{0,84}} - 0 = 47,35 > B \quad \text{---} \quad B_{\sigma} = B = 28$$

$$\Sigma B_{\sigma} = 2 \cdot 14 + 28 = 56$$

Area de los pliegues

$$r = 2,5 + \frac{2,5 \text{ mm}}{2} = 3,75 \text{ mm}$$

$$l = \frac{\pi r}{2} = \frac{\pi}{2} \cdot 3,75 \text{ mm} = 5,89 \text{ mm}$$

$$c = 0,637 r = 0,637 \cdot 5,89 \text{ mm} = 2,39 \text{ mm}$$

$$c' = (1 - 0,637) r = 0,363 \cdot 5,89 \text{ mm} = 1,36 \text{ mm}$$

$R = 0$ por estar el elemento rigidizado en ambos bordes por alas y además $B < 60$ (artículo 4.4.9.)

Propiedades de las esquinas ver el ejemplo N° 2

$$A_p = l \cdot t \quad \longrightarrow \quad \Sigma A_p = 2 \cdot l \cdot t = 2 \cdot 5,89 \text{ mm} \cdot 2,5 \text{ mm} = 29,45 \text{ mm}^2$$

$$Q_a = \frac{\Sigma B_{\sigma} \cdot t^2 + \Sigma A_p}{A} = \frac{56 (2,5 \text{ mm})^2 + 29,45 \text{ mm}^2}{370 \text{ mm}^2} = 1,00$$

$$\therefore Q = 0,84 \cdot 1,00 = 0,84$$

Valor de Q para cada perfil, es igual al valor de Q para el perfil compuesto

Tensión admisible por compresión axial

$$\sigma_{bd} = \frac{\sigma_F}{\gamma} = \frac{300 \text{ N/mm}^2}{1,6} = 187,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_o = 0,5 \cdot Q \cdot \sigma_{bd} = 0,5 \cdot 0,84 \cdot 187,5 \text{ N/mm}^2 = 80,63 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_p = \sigma_e = 5,12 \frac{E}{\lambda^2}$$

$$I_{z_{tot}} = (I_z + A \cdot y_G^2) \cdot 2 = \left[6 \text{ cm}^4 + 3,70 \text{ cm}^2 (1,20 \text{ cm})^2 \right] \cdot 2 = 22,66 \text{ cm}^4$$

$$i_{z_{tot}} = \sqrt{\frac{I_{z_{tot}}}{A_{tot}}} = \sqrt{\frac{22,66 \text{ cm}^4}{2 \cdot 3,70 \text{ cm}^2}} = 1,75 \text{ cm} < i_y$$

$$\lambda = \frac{S_k}{i_{\min}} = \frac{0,7 \cdot 260 \text{ cm}}{1,75 \text{ cm}} = 104,01$$

CIRSOC 303, artículo 4.5.6.

CIRSOC 303, artículo 4.5.2.

CIRSOC 303, artículo 4.5.6.1., para perfiles doble T

$$\sigma_p = 5,12 \cdot \frac{2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2}{(104,01)^2} = 99,38 \text{ N/mm}^2 > \sigma_0 = 80,63$$

$$\Rightarrow \sigma_{cad} = 2 \cdot \sigma_0 - \frac{\sigma_0^2}{\sigma_p} = 2 \cdot 80,63 - \frac{(80,63)^2}{99,38}$$

$$\sigma_{cad} = 95,84 \text{ N/mm}^2$$

3. Verificaciones

Combinación de esfuerzo axil y flexión

$$\sigma_{My} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{1,5 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}}{2 \cdot 9250 \text{ mm}^3} = 81,08 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Mz} = 0$$

$$\sigma_{Myad} = \sigma_{cad}$$

$$\sigma_{be} = \frac{5,12 \cdot E \cdot h \cdot I_{zc} \cdot C_h}{l^2 \cdot W_{yc}}$$

$$I_{zc} = I_z = 22,66 \text{ cm}^4$$

$$W_{yc} = \frac{I_y}{h/2} = W_y = 18,50 \text{ cm}^3$$

Tensión promedio admisible por compresión axil

CIRSOC 303, artículo 4.5.7.

CIRSOC 303, artículo 4.5.4.

Se aplica artículo 4.5.4.1.

Al estar toda la sección comprimida I_{zc} es igual al momento de la sección total respecto al eje paralelo al alma.

$$C_b = 1,75 + 1,05 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) + 0,3 \left(\frac{M_1}{M_2} \right)^2 = 1,75 < 2,3$$

$$\sigma_{be} = \frac{5,12 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2 \cdot 8 \text{ cm} \cdot 22,6 \text{ cm}^4 \cdot 1,75}{(260 \text{ cm})^2 \cdot 18,50 \text{ cm}^3} = 272,75 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} \sigma_t &= \frac{0,174 \cdot G \cdot A \cdot t^2 \cdot C_b}{h \cdot W_{yc}} = \frac{0,174 \cdot 8,1 \cdot 10^4 \text{ N/mm}^2 \cdot 3,7 \text{ cm}^2 \cdot (0,25 \text{ cm})^2 \cdot 1,75}{8 \text{ cm} \cdot 18,5 \text{ cm}^3} = \\ &= 38,50 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\sigma_{be} = 272,75 \text{ N/mm}^2 > 0,5 (\sigma_{bd} - \sigma_t) = 0,5 (187,5 - 38,50) = 74,50 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} \sigma_{Myad} = \sigma'_{cad} = \sigma_{bd} - \frac{0,25 (\sigma_{bd} - \sigma_t)^2}{\sigma_{be}} &= 187,50 - \frac{0,25 (187,50 - 38,5)^2}{272,75} = \\ &= 167,15 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\sigma_c = \frac{P}{A} = \frac{25000 \text{ N}}{370 \text{ mm}^2} = 67,57 \text{ N/mm}^2$$

$$C_{my} = 0,85$$

$$a_y = \frac{1}{1 - \sigma_c / \sigma_e} = \frac{1}{1 - 67,57 / 311,94} = 1,28$$

Barra empotrada-libre en la dirección y, siendo $M_1 = 0$ el menor momento actuante en uno de los extremos de la longitud arriostrada

Tensión admisible en flexión

Tensión debida al esfuerzo axial

CIRSOC 303, artículo 4.4.15.2., barras solicitadas transversalmente con extremos no-desplazables

$$\begin{aligned} \text{Para } a_y \text{ corresponde } \sigma_e \text{ con } \lambda_y &= \frac{S_{ky}}{i_y} \\ \lambda_y &= \frac{0,7 \cdot 260 \text{ cm}}{3,10 \text{ cm}} = 58,71 \text{ (empot.-art.)}, \\ \sigma_e &= 5,12 \frac{2,1 \cdot 10^5}{(58,71)^2} = 311,94 \text{ N/mm}^2, \end{aligned}$$

El anteriormente calculado correspondía

Debe cumplirse

$$a) \frac{\sigma_c}{Q \cdot \sigma_{bd}} + \frac{\sigma_{My}}{\sigma_{Myad}} + \frac{\sigma_{Mz}}{\sigma_{Mzad}} \leq 1$$

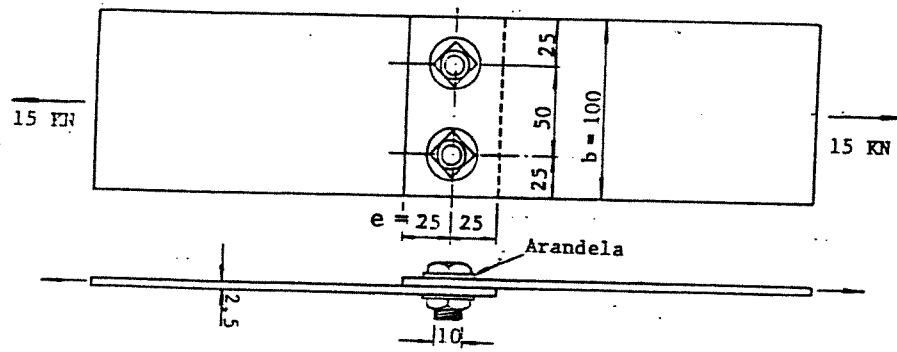
$$\frac{67,57}{0,84 \cdot 187,5} + \frac{81,08}{157,50} + 0 = 0,94 < 1$$

$$b) \frac{\sigma_c}{\sigma_{cad}} + \frac{C_{my} \cdot \sigma_{My} \cdot a_y}{\sigma_{Myad}} + \frac{C_{mz} \cdot \sigma_{Mz} \cdot a_z}{\sigma_{Mzad}} \leq 1$$

$$\frac{67,57}{99,38} + \frac{0,85 \cdot 81,08 \cdot 1,28}{157,5} + 0 = 1,24 > 1$$

σ_{cad} se calculó en el punto anterior

EJEMPLO N° 11

Unión con tornillos calibrados1. Datos

Aceros

Chapas - F-24

$$(\sigma_F = 240 \text{ N/mm}^2)$$

Tornillos - F-24

$$(\sigma_F^t = 240 \text{ N/mm}^2)$$

Tornillos calibrados de
clase de resistencia 4.6.
de rosca métrica de paso
fino.

Otros datos según figura.

Norma IRAM 5214

CIRSOC 301, artículo 8.3.1.

2. Dimensionamiento

a) Tensiones de corte en los tornillos

$$\tau' = \frac{P/2}{A_t} \quad A_t = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$\therefore d_{nec} = \sqrt{\frac{2 P}{\pi \cdot \tau'_{ad}}}$$

$$\tau'_{ad} = \frac{\sigma_F}{\gamma_1} = \frac{\sigma_F}{1,19 \gamma} = \frac{240 \text{ N/mm}^2}{1,19 \cdot 1,6} = 126,05 \text{ N/mm}^2$$

$$d_{nec} = \sqrt{\frac{2 \cdot 15000 \text{ N}}{\pi \cdot 126,05 \text{ N/mm}^2}} = 8,70 \text{ mm}$$

Se adoptan tornillos de 10 mm de diámetro

b) Esfuerzo de diseño

$$\frac{\sigma_F}{\gamma} = \frac{240 \text{ N/mm}^2}{1,6} = 150 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_r}{1,35 \cdot \sigma_F} \cdot \sigma_{bd} = \frac{420 \text{ N/mm}^2}{1,35 \cdot 240 \text{ N/mm}^2} \cdot \frac{240 \text{ N/mm}^2}{1,6} = 194,4 \text{ N/mm}^2$$

$$\left. \begin{array}{l} \sigma^* = 150 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma^* = 194,4 \text{ N/mm}^2 \end{array} \right\} \sigma^* = 150 \text{ N/mm}^2$$

c) Tensiones de aplastamiento en la chapa

$$\sigma_a = \frac{P/2}{d \cdot t} = \frac{15000 \text{ N/2}}{11 \text{ mm} \cdot 2,5 \text{ mm}} = 272,73 \text{ N/mm}^2 < 3,3 \sigma^* = 495 \text{ N/mm}^2$$

d) Distribución de los tornillos en la unión

Separación entre tornillos

$$2,5 d = 2,5 \cdot 11 \text{ mm} = 27,5 \text{ mm}$$

$$\frac{P/2}{\sigma^* \cdot t} = \frac{15000 \text{ N/2}}{150 \text{ N/mm}^2 \cdot 2,5 \text{ mm}} = 20 \text{ mm}$$

$$\left. \begin{array}{l} s_{mín} = 27,5 \text{ mm} < s = 50 \text{ mm} \end{array} \right\}$$

γ_1 se debe interpolar linealmente entre 1,43 γ para $\sigma_F = 180 \text{ N/mm}^2$ y 0,95 γ para $\sigma_F = 300 \text{ N/mm}^2$

Diámetro del fuste y orificio $d = 11 \text{ mm}$

CIRSOC 303, artículo 4.7.5.5.

CIRSOC 303, artículo 4.7.5.3.

Distancia al borde cargado

$$\left. \begin{array}{l} 1,5 d = 16,5 \text{ mm} \\ \frac{P/2}{\sigma^* \cdot t} = 20 \text{ mm} \end{array} \right\} e_{\min} = 20 \text{ mm} < e = 25 \text{ mm}$$

e) Esfuerzo en la sección neta de la chapa a unir

$$r = 1$$

$$s = 50 \text{ mm}$$

$$\left. \begin{array}{l} \sigma^* = 150 \text{ N/mm}^2 \\ (1-0,9r) + \frac{3rd}{s} \sigma^* = (1-0,9 \cdot 1 + \frac{3 \cdot 1 \cdot 11}{50}) 150 = 121,5 \text{ N/mm}^2 \end{array} \right\} \sigma_{ad} = 121,5 \text{ N/mm}^2$$

$$A_n = (100 \text{ mm} - 2 \cdot 11 \text{ mm}) \cdot 2,5 \text{ mm} = 195 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{P}{A_n} = \frac{15000 \text{ N}}{195 \text{ mm}^2} = 76,92 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{ad} = 121,5 \text{ N/mm}^2$$

f) Corte longitudinal de la chapa (desgarramiento)

En la dirección del esfuerzo

CIRSOC 303, artículo 4.7.5.4.

Relación entre la fuerza transmitida por los tornillos y la fuerza total de tracción de la barra en una sección dada.

Separación entre tornillos en dirección normal al esfuerzo.

Sección neta de la chapa

CIRSOC 303, artículo 4.7.5.5.

$$\frac{e}{d} = \frac{25 \text{ mm}}{11 \text{ mm}} = 2,27 < 3,5$$

$$\tau = 0,7 \sigma_F = \frac{T_L}{2 \cdot t \cdot e} \quad \Rightarrow \quad T_L = 0,7 \cdot \sigma_F \cdot 2 \cdot t \cdot e$$

$$T_L = 0,7 \cdot 240 \text{ N/mm}^2 \cdot 2 \cdot 2,5 \text{ mm} \cdot 25 \text{ mm} = 21000 \text{ N} > \frac{P}{2} = 7500 \text{ N}$$

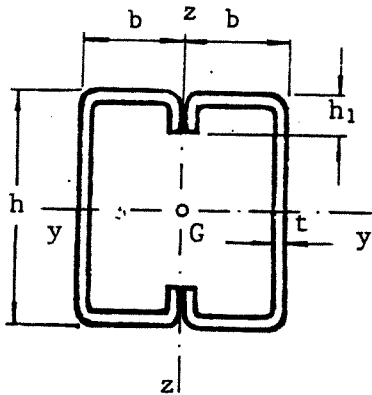
Puede ocurrir el desgarramiento de la chapa, se debe verificar la tensión en esta.

Carga límite para el desgarramiento en cada tornillo.

EJEMPLO Nº 12

Perfil 

1. Datos



Luz — 5 m

Acero — F-20 ($\sigma_F = 200 \text{ N/mm}^2$)Carga — $q_y = 4,5 \text{ KN/m}$

2. Dimensionamiento en flexión

Estimación del peso propio

$$M_y = \frac{q_y \cdot \ell^2}{8} = \frac{4,5 \text{ KN/m} \cdot (5 \text{ m})^2}{8} = 14,06 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

De la figura A.2. obtenemos $g \approx 0,18 \text{ KN/m}$

$$\therefore q'_y \approx 4,7 \text{ KN/m}$$

Uso de la Tabla

CIRSOC 303, anexos al capítulo 2.

Se supone al perfil simplemente apoyado y con los arriostramientos necesarios

Para una altura estimada $H = 18 \text{ cm}$

$$M'_y = \frac{4,7 \text{ KN/m} \cdot (5 \text{ m})^2}{8} = 14,69 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

Entrando en la Tabla 6 con el momento y la tensión de fluencia del acero, seleccionamos una sección formada por dos $\square$

200 - 80 - 25 - 25

que resiste un momento $M_y = 15,32 \text{ KN} \cdot \text{m}$ y tiene un peso de $15,45 \text{ dN/m}$ ($\approx 0,15 \text{ KN/m}$) menor que el estimado

3. Carga admisible en compresión

$$\sigma_o = 0,5 \cdot Q \cdot \sigma_{bd}$$

$$\sigma_{bd} = \frac{\sigma_F}{\gamma} = \frac{200 \text{ N/mm}^2}{1,6} = 125 \text{ N/mm}^2$$

$$Q = 0,85$$

$$\sigma_o = 0,5 \cdot 0,85 \cdot 125 \text{ N/mm}^2 = 53,13 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_p = \sigma_e = 5,12 \text{ E}/\lambda^2$$

$$\lambda = \frac{S_k}{i_{\min}} = \frac{0,7 \cdot 500 \text{ cm}}{6,24 \text{ cm}} = 56,09$$

De todas las secciones de la Tabla que resisten el momento solicitante se adoptó la de menor peso

CIRSOC 303, artículo 4.5.6.

CIRSOC 303, artículo 4.5.2.

De la Tabla 6

CIRSOC 303, artículo 4.5.6.1., sección cerrada.

Esbeltez mayor. Se supone la barra empotrada-art.

$i_{\min} = i_z$ de la Tabla 6.

$$\sigma_p = 5,12 \frac{2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2}{(56,09)^2} = 341,76 \text{ N/mm}^2 > \sigma_o$$

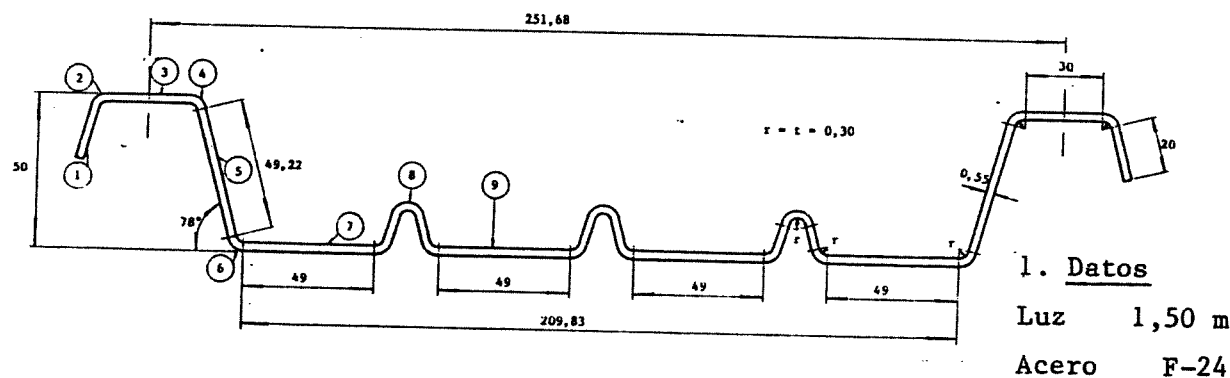
$$\Rightarrow \sigma_{cad} = 2 \cdot \sigma_o - \frac{\sigma_o^2}{\sigma_p} = 2 \cdot 53,13 - \frac{(53,13)^2}{341,76} = 98 \text{ N/mm}^2$$

$$P_{ad} = \sigma_{cad} \cdot A = 98 \text{ N/mm}^2 \cdot 1968 \text{ mm}^2 \cdot \frac{1 \text{ KN}}{1000 \text{ N}} \approx 193 \text{ KN}$$

La σ_{cad} no debe ser superada por la tensión promedio en compresión

$A = 19,68 \text{ cm}^2$ de Tabla 6

EJEMPLO N° 13

Flexión2. Características geométricas

$$\sigma_{bd} = \phi_a \cdot \sigma_F = 0,9 \cdot 240 \text{ N/mm}^2 = 216 \text{ N/mm}^2$$

- Elemento ①

$$h_1 = 20 \text{ mm}$$

$$I_{y'} = \frac{0,55 \text{ mm} (20 \text{ mm})^3}{12} = 366,67 \text{ mm}^4$$

$$I_y = \frac{\cos^2 12^\circ}{12} (20 \text{ mm})^3 \cdot 0,55 \text{ mm} = 350,82 \text{ mm}^4$$

del elemento ③ — $B = \frac{30 \text{ mm}}{0,55 \text{ mm}} = 54,55 < B_{\text{máx}} = 60$

Diseño por estado límite

CIRSOC 303, anexos al capítulo 4

Punto 3 del anexo

CIRSOC 303, artículo 4.4.6.1.

$$\left. \begin{aligned} (2B - 13) t^4 &= (2 \cdot 54,55 - 13) (0,55 \text{ mm})^4 = 8,79 \text{ mm}^4 \\ 9 t^4 &= 9 (0,55 \text{ mm})^4 = 0,98 \text{ mm}^4 \end{aligned} \right\} I_{\min} = 8,79 \text{ mm}^4 < I_y \text{ Cumple ampliamente como rigidizador}$$

- Elementos ②, ④, ⑥

$$r = R + \frac{t}{2} = 1,5 \cdot 0,55 \text{ mm} = 0,83 \text{ mm}$$

$$l = \frac{\pi r}{180} 78 = \frac{\pi \cdot 78}{180} \cdot 0,83 \text{ mm} = 1,13 \text{ mm}$$

$$c_1 = \frac{r \sin \varphi}{\varphi} = \frac{0,83 \cdot \sin 1,36}{1,36} = 0,60 \text{ mm}$$

$$c_1' = r - c_1 = 0,83 \text{ mm} - 0,60 \text{ mm} = 0,23 \text{ mm}$$

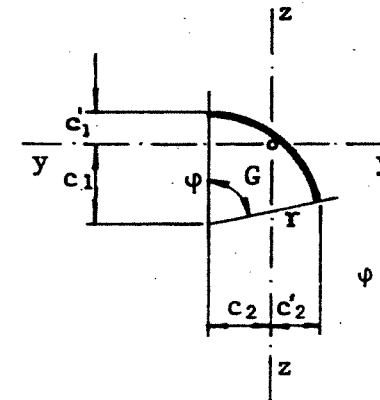
$$c_2 = \frac{r (1 - \cos \varphi)}{\varphi} = \frac{0,83 \text{ mm} (1 - \cos 1,36)}{1,36} = 0,48 \text{ mm}$$

$$c_2' = r \sin \varphi - c_2 = 0,83 \text{ mm} \sin 1,36 - 0,48 \text{ mm} = 0,33 \text{ mm}$$

- Elemento ③

$$B = 54,55$$

$$g = \sqrt{\frac{E}{\sigma}} = \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2}{216 \text{ N/mm}^2}} = 31,18$$



$$\varphi = 78^\circ = 1,36 \text{ rad}$$

CIRSOC 303, artículo 4.4.2.

Se supone $\sigma = \sigma_{bd}$

$$R = 0$$

$$1,3 g - R = 1,3 \cdot 31,18 = 40,53 < B \Rightarrow B_e = 40,53$$

$$\therefore b_e = B_e \cdot t = 40,53 \cdot 0,55 \text{ mm} = 22,29 \text{ mm}$$

- Elemento ⑤

$$H = \frac{49,22 \text{ mm}}{0,55 \text{ mm}} = 89,49 < H_{\text{máx}} = 150$$

- Elemento ⑦

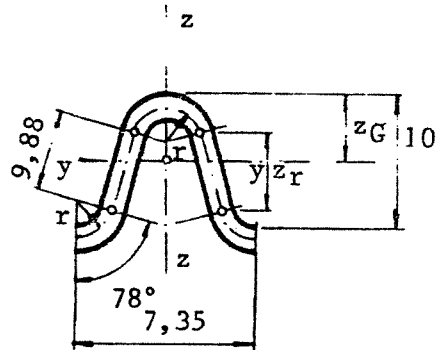
$$B = \frac{49 \text{ mm}}{0,55 \text{ mm}} = 89,09 < B_{\text{máx}} = 90$$

$$R = 0,1 \cdot B - 6 = 0,1 \cdot 89,09 - 6 = 2,91$$

$$1,3 g - R = 1,3 \cdot 31,18 - 2,91 = 37,62 < B \Rightarrow B_e = 37,62$$

$$b_e = B_e \cdot t = 37,62 \cdot 0,55 \text{ mm} = 20,69 \text{ mm}$$

- Elemento ⑧



CIRSOC 303, artículo 4.4.9., para $B < 60$

Ancho efectivo en compresión

CIRSOC 303, artículo 4.4.6.2.a)

CIRSOC 303, artículo 4.4.6.1.

Se busca determinar la posición del baricentro del rigidizador y el momento de inercia respecto del eje baricéntrico

Sub.Ele- mento	long. mm	dist.al borde sup. mm	$\ell \cdot z$ mm ²	$\ell \cdot z^2$ mm ³	I'_y mm ³
Pliegues inf.	2.1,13=2,26	1,86-0,51=1,35	3,05	4,12	---
Tramos rectos	2.9,88=19,76	$\frac{10+0,55}{2}=5,28$	104,23	550,88	153,79
Pliegues sup.	2.1,13=2,26	$0,23+\frac{0,55}{2}=0,51$	1,15	0,59	---
	$\Sigma 24,28$		$\Sigma 108,43$	555,59	153,79

$$z_G = \frac{108,43 \text{ mm}^2}{24,28 \text{ mm}} = 4,47 \text{ mm}$$

$$I_y = (\ell \cdot z^2 + I'_y - \ell \cdot z_G^2) t = [555,59 + 153,79 - 24,28 (4,47)^2] 0,55 = 123,33 \text{ mm}^4$$

$$\left. \begin{aligned} (2B - 13) t^4 &= (2 \cdot 89,09 - 13) (0,55 \text{ mm})^4 = 15,12 \text{ mm}^4 \\ 9t^4 &= 9 \cdot (0,55 \text{ mm})^4 = 0,82 \text{ mm}^4 \end{aligned} \right\} I_{\min} = 15,12 \text{ mm}^4$$

$$I_y = 123,33 \text{ mm}^4 > 2 I_{\min} = 30,24 \text{ mm}^4$$

$$A_{ef} = k \cdot A \longrightarrow \ell_{ef} = k \cdot \ell$$

$$I'_y (\text{tramos rectos}) = \frac{2 \text{ long. } z_r^2}{12}$$

$$z_r = 9,88 \cdot \sin 78^\circ = 9,66 \text{ mm}$$

$$I'_y = \frac{2}{12} 9,88 (9,66)^2 = 153,79 \text{ mm}^3$$

respecto de un eje baricéntrico del elemento paralelo al y-y

CIRSOC 303, artículo 4.4.11.1., B del elemento rigidizado

CIRSOC 303, artículo 4.4.11.2.

CIRSOC 303, artículo 4.4.9., para B del elemento rigidizado entre 60 y 90

$$k = 3 - 2 \frac{B_e}{B} + \frac{B_e}{30} - \frac{B}{30} = 3 - 2 \frac{37,62}{89,09} + \frac{37,62}{30} - \frac{89,09}{30} = 0,44$$

$$l_{ef} = 0,44 \cdot 24,28 \text{ mm} = 10,68 \text{ mm}$$

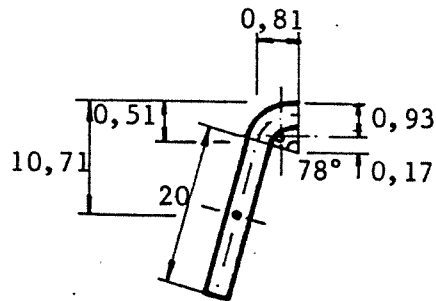
- Elemento ⑨

$$B = 89,09$$

$$B_e = \frac{37,62}{2} = 18,81 \longrightarrow b_e = 18,81 \cdot 0,55 \text{ mm} = 10,35 \text{ mm}$$

- Elemento multirigidizado en general

$$B_{tot} = \frac{209,83 \text{ mm}}{0,55 \text{ mm}} = 381,51 < B_{m\acute{a}x} = 500$$



Igual al elemento 7

CIRSOC 303, artículo 4.4.11.2.a), se consideran colaboradores sólo los rigidizadores más próximos a las almas.

CIRSOC 303, artículo 4.4.6.1.

Elemento	long. mm	dist. al borde sup. mm	$l \cdot z$ mm ²	$l \cdot z^2$ mm ³	I_y mm ⁴
①	20	10,71	214,20	2294,08	1275,70
②	1,13	0,51	0,58	0,29	---
③	30	0,28	8,40	2,35	---
④	1,13	0,51	0,58	0,29	---
⑤	49,22	25	1230,50	30762,50	19010,89
⑥	1,13	49,49	55,92	2767,66	---
⑦	20,69	49,73	1028,91	51167,88	---
⑧	10,68	43,92	469,07	20601,36	54,27
⑨	10,35	49,73	514,71	25596,30	---
	144,33		3522,87	133192,71	20340,86

$$Z_G = \frac{3522,87 \text{ mm}^2}{144,33 \text{ mm}} = 24,41 \text{ mm}$$

$$I_y = \left[133192,71 + 20340,86 - 144,33 (24,41)^2 \right] 0,55 = 37144,15 \text{ mm}^4$$

$$W_y = \frac{I_y}{h - Z_G} = \frac{37144,15 \text{ mm}^4}{50 \text{ mm} - 24,41 \text{ mm}} = 1451,51 \text{ mm}^3$$

3. Carga última en flexión negativa

$$M_u = \sigma_{bd} \cdot W_y = 216 \text{ N/mm}^2 \cdot 1451,51 \text{ mm}^3 \cdot \frac{10^{-6} \text{ KNm}}{\text{N} \cdot \text{mm}} = 0,31 \text{ KNm}$$

4. Pandeo del alma

Se utilizan las longitudes efectivas para el caso del elemento multirigidizado comprimido (sección sometida a flexión negativa).

En el momento de inercia del rigidizador intermedio se ha tenido en cuenta la reducción del A_{ef} .

Respecto de la fibra comprimida

Punto 7.4. del anexo.

$$P_{\widehat{m\acute{a}x}} = \phi_{fa} \cdot 0,0185 \cdot t^2 \cdot \sigma_F (98 + 4,2 \cdot A^* - 0,022 \cdot A^* \cdot H - 0,011 H) (1,15 - 0,15 n) (4 - k)$$

Máxima reacción extrema para vigas con alma simple sin reforzar

$$A^* = H = 89,49$$

Se adopta $A^* = H$

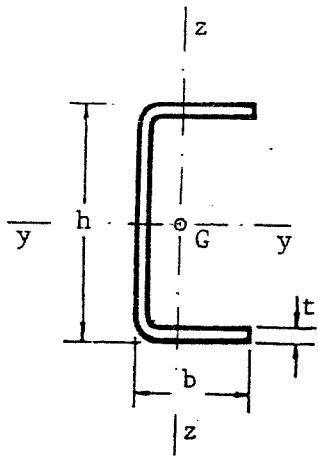
$$k = \left(\frac{29,9}{8F} \right)^2 \quad \varepsilon_F = \sqrt{\frac{E}{\sigma_F}} = \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2}{240 \text{ N/mm}^2}} = 29,58$$

$$k = \left(\frac{29,9}{29,58} \right)^2 = 1,02 \quad \phi_{fa} = 0,75 \quad n = 1$$

$$P_{\widehat{m\acute{a}x}} = 0,75 \cdot 0,0185 (0,55 \text{ mm})^2 \cdot 240 \text{ N/mm}^2 (98 + 4,2 \cdot 89,49 - 0,022 \cdot (89,49)^2 - 0,011 \cdot 89,49) (1,15 - 0,15 \cdot 1) (4 - 1,02)$$

$$P_{\widehat{m\acute{a}x}} = 890,60 \text{ N}$$

EJEMPLO Nº 14

Compresión1. Datos

Longitud	_____	$\ell = 2,50 \text{ m}$
Acero	_____	F-20 ($\sigma_F = 200 \text{ N/mm}^2$)
Perfil	_____	100 - 50 - 3,20
$A = 6,06 \text{ cm}^2$		$g = 4,76 \text{ dN/m}$
$I_y = 93,58 \text{ cm}^4$		$i_y = 3,93 \text{ cm}$
$I_z = 14,89 \text{ cm}^4$		$i_z = 1,57 \text{ cm}$
$Q = 0,95$		

2. Verificaciones

$$\sigma_p = \sigma_e \quad \text{o} \quad \sigma_p = \sigma_{st} \quad \text{el menor de ambos}$$

$$\sigma_{st} = \frac{0,5}{\beta} (\sigma_s + \sigma_t - \sqrt{(\sigma_s + \sigma_t)^2 - 4\beta\sigma_s\sigma_t})$$

$$\sigma_s = \phi_c \frac{\pi^2 E}{\lambda_s^2}$$

$$\phi_c = 0,75$$

Diseño por estado límite

CIRSOC 303, anexos al capítulo 4.

Se lo considera articulado-articulado

$$\Rightarrow S_k = S$$

Datos de Tabla 4.

Punto 8.2. del anexo.

$$\lambda_s = \frac{S_k}{i_y} = \frac{250 \text{ cm}}{3,93 \text{ cm}} = 63,61$$

$$\sigma_s = 0,75 \frac{\pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2}{(63,61)^2} = 384,18 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_t = \phi_c \frac{G \cdot I_T + \pi^2 E J_{\omega} / \lambda_c^2}{A \cdot i_c^2}$$

$$I_T = \frac{t^3}{3} (2b + h + 2\ell) = \frac{(3,2 \text{ mm})^3}{3} (2 \cdot 43,6 + 87,2 + 2 \cdot 7,54) =$$

$$= 2069,62 \text{ mm}^4$$

$$J_{\omega} = \frac{t \cdot h^2 \cdot b^3}{12} \left(\frac{3b + 2h}{6b + h} \right) = \frac{3,2(100)^2 (50)^3}{12} \left(\frac{3 \cdot 50 + 2 \cdot 100}{6 \cdot 50 + 100} \right) =$$

$$= 2,92 \cdot 10^8 \text{ mm}^6$$

$$y_c = \frac{b^2}{h + 2b} + \frac{3b^2}{6b + h} = \frac{(50)^2}{100 + 2 \cdot 50} + \frac{3(50)^2}{100 + 2 \cdot 50} = 50 \text{ mm}$$

$$i_c^2 = i_y^2 + i_z^2 + y_c^2 = (39,3 \text{ mm})^2 + (15,7 \text{ mm})^2 + (50 \text{ mm})^2 = 4290,98 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_t = 0,75 \frac{8,1 \cdot 10^4 \cdot 2069,62 + \pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 2,92 \cdot 10^8 / (2500)^2}{606 \cdot 4290,98} =$$

$$\sigma_t = 101,71 \text{ N/mm}^2$$

$$\beta = 1 - (y_c / i_c)^2 = 1 - (50 / \sqrt{4290,98})^2 = 0,42$$

Esbeltez respecto del eje de simetría.

$$b = 50 - 2 \cdot 3,2 = 43,6 \text{ mm}$$

$$h = 100 - 4 \cdot 3,2 = 87,2 \text{ mm}$$

$$r = 1,5 \cdot 3,2 = 4,80 \text{ mm} \quad \ell = \frac{\pi \cdot 4,8}{2} = 7,54 \text{ mm}$$

Anexos al Capítulo 4 — Tabla A.6.

Anexos al capítulo 4 — Tabla A.6.

$$\sigma_{st} = \frac{0,5}{0,42} \left[384,18 + 101,71 - \sqrt{(384,18 + 101,71)^2 - 4 \cdot 0,42 \cdot 384,18 \cdot 101,71} \right]$$

$$\sigma_{st} = 86,96 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_e = \phi_c \pi^2 E / \lambda^2$$

$$\lambda = \frac{S_k}{i_z} = \frac{250 \text{ cm}}{1,57 \text{ cm}} = 159,24$$

Esbeltez mayor

$$\sigma_e = 0,75 \cdot \pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 / (159,24)^2 = 61,31 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_e < \sigma_{st} \Rightarrow \sigma_p = \sigma_e = 61,31 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_o = 0,5 \cdot Q \cdot \sigma_{bd}$$

$$\sigma_{bd} = \phi_a \cdot \sigma_F = 0,9 \cdot 200 \text{ N/mm}^2 = 180 \text{ N/mm}^2$$

Punto 3 del anexo

$$\sigma_o = 0,5 \cdot 0,95 \cdot 180 \text{ N/mm}^2 = 85,50 \text{ N/mm}^2$$

Punto 8 del anexo

$$\sigma_p < \sigma_o \longrightarrow \sigma_{c_{\max}} = \sigma_p = 61,31 \text{ N/mm}^2$$

Máxima tensión axil media

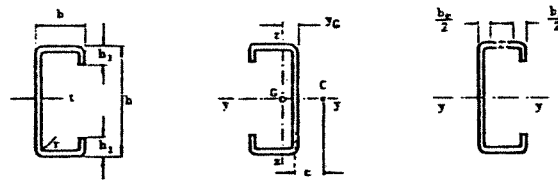
$$P_{\max} = \sigma_{c_{\max}} \cdot A = 61,31 \text{ N/mm}^2 \cdot 606 \text{ mm}^2 \cdot \frac{\text{KN}}{1000 \text{ N}} = 37,15 \text{ KN}$$

Máxima carga axil

TABLA 1

FLEXIÓN SIMPLE EN EL PLANO Z

Zn: Distancia de la fibra superior a la fibra neutra
 $I'y$: Momento de inercia efectivo
 M_y : Máximo momento flector admisible (respecto de Y-Y)
 Q : Coeficiente de pandeo local



Sección efectiva para la resistencia a flexión según el eje Y-Y cuando la relación b/t del ala comprimida excede de 53.3 para $G_{bd} = 125 \text{ N/mm}^2$ y 48.6 para $G_{bd} = 150 \text{ N/mm}^2$

DIMENSIONES				AREA	PESO	CARACTERISTICAS ESTATICAS DE LA SECCION TOTAL								CENTRO DE CORTE	CARACTERISTICAS RESISTENTES							
						EJE Y-Y				EJE Z-Z					$G_F = 200 \text{ N/mm}^2 (F - 20)$				$G_F = 240 \text{ N/mm}^2 (F - 24)$			
h	b	h1	t=r	A	s	Iy	My	iy	Iz	Mz	iz	ys	C	Zn	I'y	My	Q	Zn	I'y	My	Q	
mm	mm	mm	mm	cm2	kg/m	cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm	cm	cm	cm	cm4	KN.m	-	cm	cm4	KN.m	-	
50	25	10	2.00	2.14	1.68	7.92	3.17	1.92	1.76	1.62	0.91	0.91	1.74	2.50	7.92	0.40	1.00	2.50	7.92	0.48	1.00	
50	25	10	2.50	2.59	2.03	9.30	3.72	1.89	2.00	1.84	0.88	0.91	1.86	2.50	9.30	0.46	1.00	2.50	9.30	0.56	1.00	
50	30	15	3.20	3.81	2.99	13.10	5.24	1.85	4.52	2.62	1.09	1.27	2.58	2.50	13.10	0.65	1.00	2.50	13.10	0.79	1.00	
60	30	10	2.00	2.54	1.99	13.96	4.65	2.35	3.00	1.55	1.09	1.06	1.91	3.00	13.96	0.58	1.00	3.00	13.96	0.70	1.00	
60	30	10	2.50	3.09	2.43	16.57	5.52	2.32	3.46	1.78	1.06	1.06	2.01	3.00	16.57	0.69	1.00	3.00	16.57	0.83	1.00	
60	40	15	2.00	3.14	2.46	17.95	5.98	2.39	7.23	3.06	1.52	1.64	2.71	3.00	17.95	0.75	1.00	3.00	17.95	0.90	1.00	
60	40	15	2.50	3.84	3.01	21.47	7.16	2.36	8.55	3.61	1.49	1.63	2.83	3.00	21.47	0.89	1.00	3.00	21.47	1.07	1.00	
60	40	15	3.20	4.77	3.74	25.81	8.60	2.33	10.08	4.25	1.45	1.63	3.01	3.00	25.81	1.08	1.00	3.00	25.81	1.29	1.00	
80	50	20	1.60	3.35	2.63	34.77	8.69	3.22	12.86	4.34	1.96	2.04	3.20	4.00	34.77	1.09	1.00	4.00	34.77	1.30	1.00	
80	50	20	2.00	4.14	3.25	42.36	10.59	3.20	15.54	5.24	1.94	2.04	3.29	4.00	42.36	1.32	1.00	4.00	42.36	1.59	1.00	
80	50	20	2.50	5.09	4.00	51.24	12.81	3.17	18.32	6.28	1.91	2.03	3.40	4.00	51.24	1.60	1.00	4.00	51.24	1.92	1.00	
80	50	20	3.20	6.37	5.00	62.58	15.65	3.13	22.42	7.55	1.88	2.03	3.56	4.00	62.58	1.96	1.00	4.00	62.58	2.35	1.00	
100	50	15	2.00	4.34	3.41	69.25	13.85	4.00	14.98	4.58	1.86	1.73	2.86	5.00	69.25	1.73	1.00	5.00	69.25	2.08	1.00	
100	50	15	3.00	6.31	4.95	97.80	19.56	3.94	20.51	6.25	1.80	1.72	3.03	5.00	97.80	2.45	1.00	5.00	97.80	2.93	1.00	

* Módulo resistente respecto de los labios rigidizadores

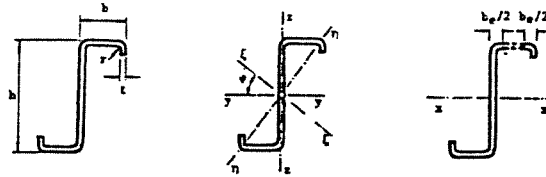
T1.2

DIMENSIONES				AREA	PESO	CARACTERISTICAS ESTATICAS DE LA SECCION TOTAL								CENTRO DE CORTE	CARACTERISTICAS RESISTENTES							
						EJE Y-Y				EJE Z-Z					$G_F = 200 \text{ N/mm}^2 (F - 20)$				$G_F = 240 \text{ N/mm}^2 (F - 24)$			
h	b	h1	t _{ef}	A	s	I _y	I _{xy}	I _y	I _z	I _{yz}	I _z	ys	C	Z _y	I' _y	I _{xy}	Q	Z _y	I' _y	I _{xy}	Q	
mm	mm	mm	mm	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm	cm	cm ⁴	cm ³	cm ³	-	cm	cm ⁴	cm ³	-
100	50	20	1.60	3.67	2.88	58.41	11.68	3.99	13.98	4.46	1.95	1.87	3.01	5.00	58.41	1.46	0.96	5.00	58.41	1.75	0.93	
100	50	20	2.00	4.54	3.56	71.36	14.27	3.97	16.91	5.39	1.93	1.87	3.08	5.00	71.36	1.78	1.00	5.00	71.36	2.14	1.00	
100	50	20	2.50	5.59	4.39	86.66	17.33	3.94	20.28	6.46	1.90	1.86	3.17	5.00	86.66	2.17	1.00	5.00	86.66	2.60	1.00	
100	50	20	3.20	7.01	5.50	106.43	21.29	3.90	24.45	7.78	1.87	1.86	3.31	5.00	106.43	2.66	1.00	5.00	106.43	3.19	1.00	
100	50	25	4.75	10.39	8.16	147.17	29.43	3.76	35.38	11.73	1.84	1.98	3.87	5.00	147.17	3.68	1.00	5.00	147.17	4.42	1.00	
120	50	20	1.60	3.99	3.13	89.39	14.90	4.73	14.92	4.55	1.93	1.72	2.86	6.00	89.39	1.86	0.89	6.00	89.39	2.23	0.86	
120	50	20	2.00	4.94	3.88	109.45	18.24	4.71	18.06	5.51	1.91	1.72	2.92	6.00	109.45	2.28	0.98	6.00	109.45	2.74	0.94	
120	50	20	2.50	6.09	4.78	133.26	22.21	4.68	21.66	6.61	1.89	1.72	2.99	6.00	133.26	2.78	1.00	6.00	133.26	3.33	1.00	
120	50	20	3.20	7.65	6.00	164.29	27.38	4.63	26.14	7.96	1.85	1.72	3.11	6.00	164.29	3.42	1.00	6.00	164.29	4.11	1.00	
120	50	25	4.75	11.34	8.91	230.35	38.39	4.51	38.04	12.03	1.83	1.84	3.62	6.00	230.35	4.80	1.00	6.00	230.35	5.76	1.00	
125	50	15	2.00	4.84	3.80	116.43	18.70	4.91	16.17	4.70	1.83	1.56	2.67	6.23	116.43	2.34	0.96	6.23	116.43	2.81	0.92	
125	50	15	3.00	7.06	5.54	165.51	26.58	4.84	22.16	6.43	1.77	1.55	2.82	6.23	165.51	3.32	1.00	6.23	165.51	3.99	1.00	
140	60	20	2.00	5.74	4.50	176.45	25.21	5.55	29.35	7.32	2.26	1.99	3.30	7.00	176.45	3.15	0.91	7.00	176.45	3.78	0.88	
140	60	20	2.50	7.09	5.57	215.67	30.81	5.52	35.41	8.82	2.23	1.99	3.38	7.00	215.67	3.85	1.00	7.00	215.67	4.62	0.97	
140	60	20	3.20	8.93	7.01	267.40	38.20	5.47	43.08	10.72	2.20	1.98	3.49	7.00	267.40	4.77	1.00	7.00	267.40	5.73	1.00	
140	60	25	4.75	13.24	10.40	379.67	54.24	5.35	63.40	16.29	2.19	2.11	3.98	7.00	379.67	6.78	1.00	7.00	379.67	8.14	1.00	
140	60	30	6.35	17.67	13.87	481.40	68.77	5.22	82.89	21.98	2.17	2.23	4.52	7.00	481.40	8.60	1.00	7.00	481.40	10.32	1.00	

* Módulo resistente respecto de los labios resizadores.

TABLA 2

Zn: Distancia de la fibra superior a la fibra neutra
 I'y: Momento de inercia efectivo
 My: Máximo momento flector admisible (respecto de Y-Y)
 Q: Coeficiente de pandeo local



FLEXION SIMPLE EN EL PLANO Z

Sección efectiva para la resistencia a flexión según el eje Y-Y cuando la relación b/t del ala comprimida excede de 53.3 para $G_{b1} = 125 \text{ N/mm}^2$ y 48.6 para $G_{b1} = 150 \text{ N/mm}^2$

DIMENSIONES				AREA	PESO	CARACTERISTICAS ESTATICAS DE LA SECCION TOTAL										CARACTERISTICAS RESISTENTES											
						EJE Y-Y			EJE Z-Z			[Mto.Cent]		EJES PRINCIPALES				$G_F = 200 \text{ N/mm}^2 \text{ (F - 20)}$					$G_F = 240 \text{ N/mm}^2 \text{ (F - 24)}$				
b	B	h	t _{ef}	A	e	I _y	W _y	I _y	I _z	W _z	i _z	I _{xy}	P	I	i	I _n	i _n	Z _n	I'y	M _y	Q	Z _n	I'y	M _y	Q		
mm	mm	mm	mm	cm ²	cm	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	°	cm ⁴	cm	cm ⁴	cm	cm	cm ⁴	KN.m	-	cm	cm ⁴	KN.m	-		
50	50	15	2.00	3.94	3.09	41.34	10.34	3.04	26.44	5.40	2.59	25.60	36.89	60.56	3.92	7.23	1.35	4.00	41.34	1.29	1.00	4.00	41.34	1.55	1.00		
50	50	20	2.50	5.09	4.00	51.24	12.81	5.17	37.16	7.62	2.70	33.44	39.05	78.38	3.92	10.02	1.40	4.00	51.24	1.60	1.00	4.00	51.24	1.92	1.00		
50	50	20	3.20	6.37	5.00	62.58	15.65	6.13	44.68	9.23	2.65	40.60	38.78	95.21	3.87	12.05	1.38	4.00	62.58	1.96	1.00	4.00	62.58	2.35	1.00		
100	50	15	2.00	4.34	3.41	69.25	13.85	4.00	26.44	5.40	2.47	32.65	28.38	86.89	4.48	8.80	1.42	5.00	69.25	1.73	1.00	5.00	69.25	2.12	1.00		
100	50	15	2.50	5.34	4.19	84.02	16.60	4.97	31.62	5.47	2.43	39.30	23.13	105.03	4.43	10.51	1.40	5.00	84.02	2.10	1.00	5.00	84.02	2.52	1.00		
100	50	15	3.20	6.69	5.23	103.04	20.61	5.83	37.67	7.78	2.37	47.64	27.77	128.14	4.38	12.53	1.37	5.00	103.04	2.58	1.00	5.00	103.04	3.09	1.00		
100	50	20	2.00	4.74	3.72	105.83	17.14	4.73	26.44	5.40	2.36	38.70	22.50	122.28	5.08	9.99	1.45	6.00	105.83	2.20	0.98	6.00	105.83	2.65	0.94		
100	50	20	2.50	5.09	4.78	133.26	22.21	4.98	37.16	7.62	2.47	52.37	23.87	156.65	5.07	13.77	1.50	6.00	133.26	2.78	1.00	6.00	133.26	3.33	1.00		
100	50	20	3.20	7.65	6.00	164.29	27.35	4.15	44.68	9.23	2.42	64.42	23.56	192.39	5.02	16.59	1.47	6.00	164.29	3.42	1.00	6.00	164.29	4.11	1.00		
100	50	20	4.75	10.87	8.53	223.66	37.25	4.54	57.33	12.04	2.30	85.35	22.87	259.67	4.89	21.33	1.40	6.00	223.66	4.66	1.00	6.00	223.66	5.59	1.00		
140	50	20	2.50	7.09	5.57	215.67	30.91	5.52	59.98	10.21	2.91	85.64	23.86	253.56	5.98	22.09	1.76	7.00	215.67	3.85	1.00	7.00	215.67	4.52	0.97		
140	50	20	3.20	8.93	7.01	267.40	38.20	5.47	72.73	12.45	2.85	105.07	23.59	313.29	5.92	26.84	1.73	7.00	267.40	4.77	1.00	7.00	267.40	5.73	1.00		
140	50	20	4.75	12.77	10.00	368.94	52.71	5.38	95.26	16.53	2.73	141.49	22.98	428.94	5.80	35.26	1.66	7.00	368.94	6.59	1.00	7.00	368.94	7.91	1.00		

T1.3

DIMENSIONES				AREA	PESO	CARACTERISTICAS ESTATICAS DE LA SECCION TOTAL								CENTRO DE CORTE	CARACTERISTICAS RESISTENTES							
						EJE Y-Y				EJE Z-Z					$G_F = 206 \text{ N/mm}^2 (F - 20)$				$G_F = 240 \text{ N/mm}^2 (F - 24)$			
h	b	h1	t	A	s	Iy	Ixy	Ix	Iz	Iyz	Iz	Ixy	Ix	c	Zx	I'yx	I'yy	Q	Zy	I'xy	I'yy	Q
mm	mm	mm	mm	cm2	kg/m	cm4	cm3	cm4	cm4	cm3	cm4	cm3	cm4	cm	cm	cm4	KN.m	-	cm	cm4	KN.m	-
150	50	15	2.00	5.34	4.19	178.72	23.83	5.79	17.13	4.79	1.79	1.42	2.51	7.50	178.72	2.98	0.87	7.50	178.72	3.57	0.83	
150	50	15	3.00	7.81	6.13	255.27	34.04	5.72	23.49	6.56	1.73	1.42	2.63	7.50	255.27	4.25	1.00	7.50	255.27	5.11	1.00	
150	60	20	2.50	7.59	5.96	295.01	36.88	6.23	37.03	8.95	2.21	1.86	3.23	8.00	295.01	4.61	0.94	8.00	295.01	5.53	0.91	
150	60	20	3.20	9.57	7.51	366.53	45.82	6.19	45.07	10.89	2.17	1.86	3.33	8.00	366.53	5.73	1.00	8.00	366.53	6.87	1.00	
150	60	25	4.75	14.19	11.14	523.93	65.49	6.08	66.50	16.56	2.16	1.98	3.78	8.00	523.93	8.19	1.00	8.00	523.93	9.82	1.00	
150	60	30	6.35	18.94	14.87	669.57	83.70	5.94	87.22	22.37	2.15	2.10	4.27	8.00	669.57	10.46	1.00	8.00	669.57	12.55	1.00	
180	70	20	2.50	8.59	6.74	428.91	47.66	7.07	35.90	11.47	2.55	2.12	3.62	9.00	428.91	5.96	0.89	9.00	428.91	7.15	0.86	
180	70	25	3.20	11.17	8.77	549.40	61.04	7.01	75.36	15.88	2.60	2.26	3.93	9.00	549.40	7.63	1.00	9.00	549.40	9.16	0.97	
180	70	25	4.75	16.09	12.63	769.53	85.50	6.91	101.60	21.38	2.51	2.25	4.16	9.00	769.53	10.69	1.00	9.00	769.53	12.83	1.00	
180	70	30	6.35	21.48	16.87	991.36	110.15	6.79	134.39	29.03	2.50	2.37	4.65	9.00	991.36	13.77	1.00	9.00	991.36	16.52	1.00	
200	50	15	2.00	6.34	4.99	354.91	35.49	7.48	18.60	4.91	1.71	1.21	2.25	10.00	354.91	4.44	0.73	10.00	354.91	5.32	0.70	
200	50	15	3.00	9.31	7.31	510.36	51.04	7.40	25.51	6.74	1.66	1.21	2.35	10.00	510.36	6.38	0.91	10.00	510.36	7.66	0.86	
200	80	25	2.50	9.84	7.72	612.76	61.28	7.89	87.43	15.96	2.98	2.52	4.21	10.00	612.76	7.66	0.85	10.00	612.76	9.19	0.83	
200	80	25	3.20	12.45	9.77	766.64	76.66	7.85	107.78	19.67	2.94	2.52	4.31	10.00	766.64	9.58	0.96	10.00	766.64	11.50	0.92	
200	80	25	4.75	17.99	14.13	1080.61	108.06	7.75	146.77	26.73	2.86	2.51	4.54	10.00	1080.61	13.51	1.00	10.00	1080.61	16.21	1.00	

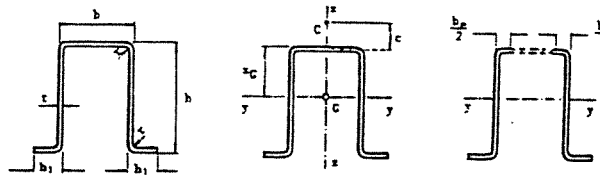
2 Módulo resistente respecto de los ejes principales

T1.4

DIMENSIONES				AREA	PESO	CARACTERISTICAS ESTATICAS DE LA SECCION TOTAL										CENTRO DE CORTE	CARACTERISTICAS RESISTENTES									
						EJE Y-Y					EJE Z-Z						$G_F = 200 \text{ N/mm}^2 (F = 20)$				$G_F = 240 \text{ N/mm}^2 (F = 24)$					
b	B	M	t _{tr}	A	s	I _y	I _{xy}	I _x	i _y	I _z	I _{yz}	i _z	s _{xt}	C	Z _x	I' _y	I _{xy}	I _x	Z _x	I' _y	I _{xy}	I _x	Z _x	I' _y	I _{xy}	I _x
mm	mm	mm	mm	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm	cm	cm	cm ⁴	KN.m	-	cm	cm ⁴	KN.m	-	cm	cm ⁴	KN.m	-
200	80	30	6.35	24.02	18.84	11400.23	140.02	7.43	175.21	36.40	2.85	2.44	5.01	10.00	11400.23	17.50	1.00	10.00	11400.23	21.00	1.00					
220	80	25	2.50	16.34	8.12	765.51	69.59	8.40	79.16	14.12	2.95	2.41	4.07	11.00	765.51	8.70	0.81	11.00	765.51	10.44	0.77					
220	80	25	3.20	13.69	10.27	958.78	87.16	8.54	111.17	19.87	2.91	2.40	4.18	11.00	958.78	10.90	0.91	11.00	958.78	13.07	0.87					
220	80	25	4.75	18.94	14.87	11354.74	123.16	8.46	151.43	27.02	2.83	2.40	4.39	11.00	11354.74	15.39	1.00	11.00	11354.74	18.47	1.00					
220	80	30	6.35	25.27	19.86	11761.41	160.13	8.34	201.71	36.81	2.82	2.52	4.84	11.00	11761.41	20.02	1.00	11.00	11761.41	24.02	1.00					

2 Módulo resistente respecto de los labios verticalizados

Z_n : Distancia de la fibra superior a la fibra neutra
 I_y : Momento de inercia efectivo
 W_y : Máximo momento flector admisible (respecto de Y-Y)
 Z : Coeficiente de pandeo local



Sección efectiva para la resistencia a flexión según el eje Y-Y cuando la relación b/t del ala comprimida excede de 52.3
 Para $G_{b0} = 125 \text{ N/mm}^2$ y 48.6 para $G_{b0} = 150 \text{ N/mm}^2$

DIMENSIONES				AREA	PESO	CARACTERISTICAS ESTATICAS DE LA SECCION TOTAL								CENTRO DE CORTE	CARACTERISTICAS RESISTENTES							
						EJE Y-Y				EJE Z-Z					$G_F = 200 \text{ N/mm}^2 (F - 20)$				$G_F = 240 \text{ N/mm}^2 (F - 24)$			
h	b	h1	t	A	s	I_y	W_y	i_y	Z_y	I_z	W_z	i_z	C	Z_n	$I'y$	H_y	ϕ	Z_n	$I'y$	H_y	ϕ	
mm	mm	mm	mm	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm	cm	cm	cm ⁴	KN.m	-	cm	cm ⁴	KN.m	-
40	25	15	2.00	2.44	1.91	5.11	2.66	1.45	2.08	3.81	1.52	1.25	1.95	2.03	5.11	0.31	1.00	2.08	5.11	0.37	1.00	
40	25	15	2.50	2.97	2.33	5.97	3.11	1.42	2.08	4.44	1.81	1.22	2.08	2.08	5.97	0.36	1.00	2.08	5.97	0.43	1.00	
40	25	15	3.20	3.65	2.86	6.92	3.61	1.39	2.08	5.13	2.16	1.19	2.30	2.08	6.92	0.42	1.00	2.08	6.92	0.50	1.00	
40	40	15	2.00	2.74	2.15	6.15	2.88	1.50	1.86	9.91	3.00	1.90	3.37	1.86	6.15	0.41	1.00	1.86	6.15	0.50	1.00	
40	40	15	2.50	3.34	2.62	7.24	3.38	1.47	1.86	11.74	3.61	1.89	3.58	1.36	7.24	0.49	1.00	1.86	7.24	0.58	1.00	
40	40	15	3.20	4.13	3.24	8.49	3.96	1.43	1.86	13.93	4.38	1.84	3.91	1.86	8.49	0.57	1.00	1.86	8.49	0.69	1.00	
50	50	15	2.00	3.34	2.62	11.55	4.14	1.86	2.21	17.78	4.68	2.31	4.13	2.21	11.55	0.65	1.00	2.21	11.55	0.78	1.00	
50	50	15	2.50	4.09	3.21	13.74	4.93	1.83	2.21	21.28	5.67	2.28	4.34	2.21	13.74	0.78	1.00	2.21	13.74	0.93	1.00	
50	50	15	3.20	5.09	3.99	16.38	5.86	1.79	2.21	25.58	6.93	2.24	4.67	2.21	16.38	0.93	1.00	2.21	16.38	1.11	1.00	
60	60	20	2.00	4.14	3.25	21.43	6.53	2.28	2.72	33.39	8.96	2.84	4.77	2.72	21.43	0.99	1.00	2.72	21.43	1.18	1.00	
60	60	20	2.50	5.09	4.00	25.76	7.85	2.25	2.72	40.30	10.48	2.81	4.96	2.72	25.76	1.19	1.00	2.72	25.76	1.42	1.00	
60	60	20	3.20	6.37	5.00	31.17	9.49	2.21	2.71	49.05	10.48	2.78	5.25	2.71	31.17	1.44	1.00	2.71	31.17	1.72	1.00	
80	40	20	2.00	4.54	3.56	37.34	9.34	2.87	4.00	18.21	4.79	2.00	2.64	4.00	37.34	1.17	1.00	4.00	37.34	1.40	1.00	
80	40	20	2.50	5.59	4.39	45.07	11.27	2.84	4.00	21.84	5.82	1.98	2.73	4.00	45.07	1.41	1.00	4.00	45.07	1.69	1.00	
80	40	20	3.20	7.01	5.50	54.85	13.71	2.80	4.00	26.37	7.16	1.94	2.87	4.00	54.85	1.71	1.00	4.00	54.85	2.06	1.00	

† Módulo resistente respecto de los labios rigidizadores

T3.2

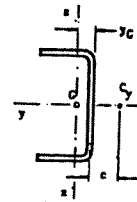
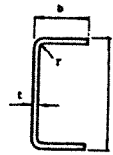
DIMENSIONES				AREA	PESO	CARACTERISTICAS ESTATICAS DE LA SECCION TOTAL								CENTRO DE CORTE	CARACTERISTICAS RESISTENTES							
						EJE Y-Y				EJE Z-Z					$G_F = 200 \text{ N/mm}^2 \text{ (F - 20)}$				$G_F = 240 \text{ N/mm}^2 \text{ (F - 24)}$			
h	b	h1	t=r	A	s	I_y	W_y	i_y	Z_y	I_z	W_z	i_z	C	Z_n	I'_{yy}	K_y	Q	Z_n	I'_{yy}	K_y	Q	
mm	mm	mm	mm	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm	cm	cm	cm ⁴	KN.m	-	cm	cm ⁴	KN.m	-
80	80	20	2.00	5.34	4.19	47.68	10.40	2.99	3.42	71.91	12.40	3.67	6.28	3.42	47.68	1.75	1.00	3.42	47.68	2.09	1.00	
80	80	20	2.50	6.59	5.17	57.80	12.60	2.96	3.41	87.46	15.21	3.64	6.48	3.41	57.80	2.12	1.00	3.41	57.80	2.54	1.00	
80	80	20	3.20	8.29	6.51	70.81	15.42	2.92	3.41	107.69	18.96	3.60	6.77	3.41	70.81	2.60	1.00	3.41	70.81	3.12	1.00	
100	50	25	2.50	7.09	5.57	91.16	18.23	3.59	5.00	44.45	9.36	2.50	3.29	5.00	91.16	2.28	1.00	5.00	91.16	2.73	1.00	
100	50	25	3.20	8.93	7.01	112.19	22.44	3.54	5.00	54.34	11.61	2.47	3.42	5.00	112.19	2.80	1.00	5.00	112.19	3.37	1.00	
100	50	25	4.75	12.77	10.02	152.11	30.42	3.45	5.00	72.61	16.05	2.38	3.75	5.00	152.11	3.80	1.00	5.00	152.11	4.56	1.00	
120	60	25	2.50	8.34	6.55	152.30	24.66	4.27	5.82	71.35	13.59	2.92	3.81	5.82	152.30	3.27	1.00	5.82	152.30	3.92	1.00	
120	60	25	3.20	10.53	8.26	188.53	30.52	4.23	5.82	87.81	16.95	2.89	3.94	5.82	188.53	4.05	1.00	5.82	188.53	4.86	1.00	
120	60	25	4.75	15.14	11.89	259.21	41.94	4.14	5.82	119.24	23.73	2.81	4.26	5.82	259.21	5.57	1.00	5.82	259.21	6.68	1.00	

† Módulo resistente respecto de los labios rigidizadores

TABLA 4

T4.1

FLEXION SIMPLE EN EL PLANO Z

 σ_c : Tensión en la fibra mas comprimida M_x : Máximo momento flector admisible (respecto de Y-Y) Q : Coeficiente de pandeo local

DIMENSIONES			AREA	PESO	CARACTERISTICAS ESTATICAS DE LA SECCION TOTAL								CENTRO DE CORTE	CARACTERISTICAS RESISTENTES					
					EJE Y-Y				EJE Z-Z					G F = 200 N/mm2 (F-20)			G F = 240 N/mm2 (F-24)		
h	b	t=r	A	s	Iy	Wy	iy	Iz	Wz	iz	ys	C	Gc	My	Q	Gc	My	Q	
mm	mm	mm	cm2	kg/m	cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm	cm	cm	N/mm2	KN.m	-	N/mm2	KN.m	-	
40	20	2.50	1.80	1.41	4.09	2.05	1.51	0.66	0.48	0.61	0.62	0.75	125.00	0.26	1.00	150.00	0.31	1.00	
40	20	2.50	1.80	1.41	4.09	2.05	1.51	0.66	0.48	0.61	0.62	0.75	125.00	0.26	1.00	150.00	0.31	1.00	
50	25	2.50	2.30	1.80	8.45	3.38	1.92	1.36	1.08	0.77	0.74	0.95	125.00	0.42	1.00	150.00	0.51	1.00	
50	25	3.20	2.86	2.25	10.16	4.06	1.88	1.64	1.34	0.76	0.78	0.95	125.00	0.51	1.00	150.00	0.61	1.00	
60	30	2.00	2.27	1.78	12.56	4.19	2.35	2.00	0.93	0.94	0.84	1.13	121.44	0.51	0.97	140.02	0.59	0.93	
60	30	2.50	2.80	2.19	15.15	5.05	2.33	2.42	1.14	0.93	0.87	1.13	125.00	0.63	1.00	150.00	0.76	1.00	
60	30	3.20	3.50	2.75	18.42	6.14	2.29	2.96	1.41	0.92	0.90	1.13	125.00	0.77	1.00	150.00	0.92	1.00	
60	30	4.75	4.96	3.89	24.28	8.09	2.21	3.94	1.94	0.89	0.97	1.13	125.00	1.01	1.00	150.00	1.21	1.00	
80	35	2.50	3.55	2.78	33.80	8.45	3.09	4.11	1.98	1.08	0.93	1.28	125.00	1.06	1.00	145.06	1.23	0.97	
80	35	3.20	4.46	3.50	41.58	10.40	3.05	5.07	2.49	1.07	0.96	1.28	125.00	1.30	1.00	150.00	1.56	1.00	
80	35	4.75	6.38	5.01	56.37	14.09	2.97	6.90	3.51	1.04	1.03	1.28	125.00	1.76	1.00	150.00	2.11	1.00	
80	40	2.50	3.80	2.98	37.55	9.39	3.15	5.97	2.07	1.25	1.12	1.51	117.61	1.10	0.94	134.99	1.27	0.90	
80	40	3.20	4.78	3.76	46.30	11.58	3.11	7.40	2.59	1.24	1.15	1.51	125.00	1.45	1.00	150.00	1.74	1.00	
90	40	4.75	6.86	5.39	63.09	15.77	3.03	10.17	3.66	1.22	1.22	1.51	125.00	1.97	1.00	150.00	2.37	1.00	

* Módulo resistente respecto del borde de las alas

DIMENSIONES			AREA	PESO	CARACTERISTICAS ESTATICAS DE LA SECCION TOTAL								CENTRO DE CORTE	CARACTERISTICAS RESISTENTES					
h	b	t=r			EJE Y-Y				EJE Z-Z					G F = 200 N/mm2 (F-20)			G F = 240 N/mm2 (F-24)		
mm	mm	mm	A	s	I _x	I _y	I _{xy}	I _z	I _{yz}	I _{xy}	I _{yz}	ys	C	G _c	M _y	Q	G _c	M _y	Q
cm	cm	cm	cm2	kg/m	cm4	cm4	cm3	cm4	cm3	cm3	cm3	cm	cm	N/mm2	KN.m	-	N/mm2	KN.m	-
100	40	2.50	4.30	3.37	63.41	12.68	3.84	6.41	2.14	1.22	1.00	1.42	117.61	1.49	0.94	134.99	1.71	0.90	
100	40	3.20	5.42	4.26	78.58	15.72	3.81	7.95	2.68	1.21	1.03	1.42	125.00	1.96	1.00	150.00	2.36	1.00	
100	40	4.75	7.81	6.13	100.38	21.68	3.73	10.98	3.79	1.19	1.10	1.42	125.00	2.71	1.00	150.00	3.25	1.00	
100	50	2.50	4.80	3.76	75.29	15.06	3.96	11.93	3.28	1.58	1.37	1.88	102.28	1.54	0.82	114.84	1.73	0.77	
100	50	3.20	6.06	4.76	93.58	18.72	3.93	14.89	4.13	1.57	1.40	1.88	119.05	2.23	0.95	136.88	2.56	0.91	
100	50	4.75	8.76	6.88	129.93	25.99	3.85	20.83	5.90	1.54	1.47	1.88	125.00	3.25	1.00	150.00	3.90	1.00	
120	45	2.50	5.05	3.96	106.48	17.75	4.59	9.41	3.21	1.37	1.07	1.56	109.95	1.95	0.88	124.91	2.22	0.83	
120	45	3.20	6.38	5.01	132.63	22.10	4.56	11.72	4.05	1.35	1.11	1.56	125.00	2.76	1.00	144.74	3.20	0.96	
120	45	4.75	9.23	7.25	185.06	30.84	4.48	16.35	5.79	1.33	1.18	1.56	125.00	3.86	1.00	150.00	4.63	1.00	
120	50	2.50	5.30	4.16	115.11	19.18	4.66	12.63	3.37	1.54	1.25	1.79	102.28	1.96	0.82	114.84	2.20	0.77	
120	50	3.20	6.70	5.26	143.54	23.92	4.63	15.77	4.24	1.53	1.28	1.79	119.05	2.85	0.95	136.88	3.27	0.91	
120	50	4.75	9.71	7.62	200.83	33.47	4.55	22.14	6.07	1.51	1.35	1.79	125.00	4.18	1.00	150.00	5.02	1.00	
140	45	3.20	7.02	5.51	191.95	27.42	5.23	12.24	4.11	1.32	1.02	1.49	125.00	3.43	1.00	144.74	3.97	0.96	
140	45	4.75	10.18	8.00	269.43	38.49	5.14	17.11	5.88	1.30	1.09	1.49	125.00	4.81	1.00	150.00	5.77	1.00	
140	45	6.35	13.28	10.43	339.32	48.47	5.05	21.41	7.54	1.27	1.16	1.49	125.00	6.06	1.00	150.00	7.27	1.00	
140	50	3.20	7.34	5.77	206.92	29.56	5.31	16.51	4.32	1.50	1.18	1.71	119.05	3.52	0.95	136.88	4.05	0.91	
140	50	4.75	10.66	8.37	291.15	41.59	5.23	23.21	6.19	1.48	1.25	1.71	125.00	5.20	1.00	150.00	6.24	1.00	

* Módulo resistente respecto del borde de la base

* Módulo resistente respecto del borde de las alas

T4.3.

DIMENSIONES			AREA	PESO	CARACTERISTICAS ESTATICAS DE LA SECCION TOTAL							CENTRO DE CORTE	CARACTERISTICAS RESISTENTES					
					EJE Y-Y			EJE Z-Z					G F = 200 N/mm2 (F-20)			G F = 240 N/mm2 (F-24)		
h	b	t=r	A	s	Iy	Wy	iy	Iz	Wz	iz	us	C	Gc	My	Q	Gc	My	Q
mm	mm	mm	cm2	kg/m	cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm	cm	cm	N/mm2	KN.m	-	N/mm2	KN.m	-
140	70	3.20	8.62	6.77	266.80	38.11	5.56	42.24	8.28	2.21	1.90	2.63	95.10	3.62	0.76	105.40	4.02	0.70
140	70	4.80	12.68	9.96	381.44	54.49	5.48	60.76	12.08	2.19	1.97	2.63	123.04	6.70	0.98	142.12	7.74	0.95
160	50	3.20	7.98	6.27	284.98	35.62	5.97	17.12	4.39	1.46	1.10	1.63	119.05	4.24	0.95	136.88	4.88	0.91
160	50	4.75	11.61	9.11	402.80	50.35	5.89	24.10	6.29	1.44	1.17	1.63	125.00	6.29	1.00	150.00	7.55	1.00
160	50	6.35	15.19	11.92	511.15	63.89	5.80	30.42	8.09	1.42	1.24	1.63	125.00	7.99	1.00	150.00	9.58	1.00
160	60	3.20	8.62	6.77	324.32	40.54	6.13	28.65	6.26	1.82	1.43	2.08	107.07	4.34	0.86	121.14	4.91	0.81
160	60	4.75	12.56	9.86	460.04	57.51	6.05	40.66	9.03	1.80	1.50	2.08	125.00	7.19	1.00	150.00	8.63	1.00
180	80	3.20	9.90	7.77	402.99	50.37	6.38	63.69	10.88	2.54	2.15	3.00	83.12	4.19	0.66	89.66	4.52	0.60
180	80	4.75	14.46	11.35	574.53	71.82	6.30	91.29	15.79	2.51	2.22	3.00	114.38	8.21	0.92	130.74	9.39	0.87
180	60	3.20	9.26	7.27	429.02	47.67	6.81	29.60	6.35	1.79	1.34	2.00	107.07	5.10	0.86	121.14	5.77	0.81
180	60	4.75	13.51	10.61	610.60	67.84	6.72	42.06	9.16	1.76	1.41	2.00	125.00	8.48	1.00	150.00	10.18	1.00
180	60	6.35	17.73	13.92	780.75	86.75	6.64	53.64	11.86	1.74	1.48	2.00	125.00	10.84	1.00	150.00	13.01	1.00
180	80	3.20	10.54	8.28	529.05	58.78	7.08	66.67	11.06	2.50	2.03	2.91	83.12	4.89	0.66	89.66	5.27	0.60
180	80	4.75	15.41	12.10	756.49	84.05	7.01	94.79	16.06	2.48	2.10	2.91	114.38	9.61	0.92	130.74	10.99	0.87

1 Módulo resistente respecto del borde de las alas

T4.4

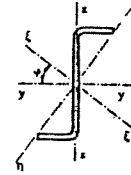
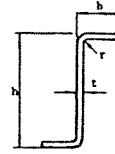
DIMENSIONES			AREA	PESO	CARACTERISTICAS ESTATICAS DE LA SECCION TOTAL								CENTRO DE CORTE	CARACTERISTICAS RESISTENTES					
					EJE Y-Y				EJE Z-Z					G F = 200 N/mm2 (F-20)		G F = 240 N/mm2 (F-24)			
h	b	t _w	A	s	I _y	I _{xy}	I _y	I _z	I _{yz}	I _z	u _s	C	G _c	M _y	φ	G _c	M _y	φ	
mm	mm	mm	cm2	kg/m	cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm	cm	cm	N/mm2	KN.m	-	N/mm2	KN.m	-	
200	60	3.20	9.90	7.77	552.26	55.23	7.47	30.43	6.42	1.75	1.26	1.94	107.07	5.91	0.85	121.14	6.69	0.77	
200	60	4.75	14.16	11.35	788.18	78.82	7.38	43.27	9.27	1.73	1.33	1.94	125.00	9.85	1.00	150.00	11.82	1.00	
200	60	6.35	19.00	14.91	1010.84	101.08	7.29	55.24	12.01	1.71	1.40	1.94	125.00	12.64	1.00	150.00	15.16	1.00	
200	80	3.20	11.18	8.78	676.20	67.62	7.78	68.17	11.21	2.47	1.92	2.83	83.12	5.62	0.66	89.66	6.06	0.60	
200	80	4.75	16.36	12.84	969.27	96.93	7.70	97.89	16.28	2.45	1.99	2.83	114.38	11.09	0.92	130.74	12.67	0.87	
220	70	3.20	11.18	8.78	770.51	70.05	8.30	48.19	8.76	2.08	1.50	2.30	95.10	6.66	0.73	105.40	7.38	0.66	
220	70	4.76	16.39	12.87	1106.80	100.62	8.22	69.09	12.72	2.05	1.57	2.30	122.57	12.33	0.98	141.50	14.24	0.94	
220	70	6.35	21.54	16.91	1423.86	129.44	8.13	88.65	16.53	2.03	1.64	2.30	125.00	16.18	1.00	150.00	19.42	1.00	

2 Módulo resistente respecto del borde de las alas

TABLA 5

FLEXION SIMPLE EN EL PLANO Z

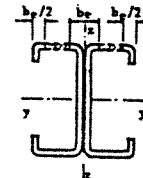
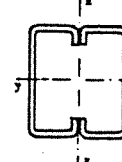
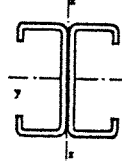
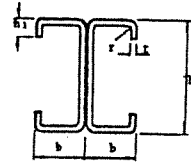
σ_c : Tensión en la fibra mas comprimida
 M_y : Máximo momento flector admisible (respecto de Y-Y)
 Q : Coeficiente de pandeo local



DIMENSIONES			AREA	PESO	CARACTERISTICAS ESTATICAS DE LA SECCION TOTAL												CARACTERISTICAS RESISTENTES					
					EJE Y-Y				EJE Z-Z				EJES PRINCIPALES				$\sigma F = 200 \text{ N/mm}^2 (F-20)$			$\sigma F = 240 \text{ N/mm}^2 (F-24)$		
h	b	t	A	s	I_y	I_z	I_{xy}	φ	I_y	I_z	I_{xy}	φ	I	i	I _n	i _n	σ_c	M_y	Q	σ_c	M_y	Q
mm	mm	mm	cm ²	dN/m	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	°	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	°	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	N/mm ²	KN.m	-	N/mm ²	KN.m	-
80	30	2.00	2.67	2.10	24.75	6.19	3.05	3.25	1.12	1.10	6.57	15.71	26.60	3.16	1.40	0.73	121.44	0.75	0.97	140.02	0.87	0.93
80	30	2.50	3.30	2.59	30.04	7.51	3.02	3.96	1.39	1.10	8.02	15.79	32.31	3.13	1.69	0.72	125.00	0.94	1.00	150.00	1.13	1.00
80	30	3.20	4.14	3.25	36.86	9.22	2.98	4.88	1.72	1.08	9.93	15.92	39.70	3.10	2.04	0.70	125.00	1.15	1.00	150.00	1.38	1.00
100	30	2.50	3.90	2.98	51.52	10.30	3.68	3.96	1.38	1.02	10.09	11.50	53.57	3.76	1.90	0.71	125.00	1.29	1.00	150.00	1.55	1.00
100	30	3.20	4.78	3.76	63.59	12.72	3.65	4.88	1.72	1.01	12.52	11.55	66.15	3.72	2.32	0.70	125.00	1.59	1.00	150.00	1.91	1.00
100	30	4.75	6.86	5.39	86.83	17.37	3.56	6.63	2.40	0.98	17.35	11.70	90.42	3.63	3.04	0.67	125.00	2.17	1.00	150.00	2.60	1.00
120	35	2.50	4.55	3.57	89.22	14.87	4.43	6.40	1.90	1.19	16.75	11.01	92.48	4.51	3.14	0.83	125.00	1.86	1.00	145.06	2.16	0.97
120	35	3.20	5.74	4.51	110.80	18.47	4.39	7.94	2.38	1.18	20.89	11.05	114.88	4.47	3.86	0.82	125.00	2.31	1.00	150.00	2.77	1.00
120	35	4.75	8.28	6.50	153.51	25.59	4.30	10.95	3.36	1.15	29.25	11.16	159.28	4.38	5.18	0.79	125.00	3.20	1.00	150.00	3.84	1.00
140	35	2.50	5.05	3.96	130.67	18.58	5.08	6.40	1.90	1.13	19.60	8.80	133.10	5.14	3.37	0.82	125.00	2.33	1.00	145.66	2.70	0.94
140	35	3.20	6.38	5.01	162.00	23.14	5.04	7.94	2.38	1.12	24.47	8.81	165.80	5.10	4.15	0.81	125.00	2.89	1.00	150.00	3.47	1.00
140	35	4.75	9.23	7.25	225.99	32.28	4.95	10.95	3.36	1.09	34.34	8.86	231.34	5.01	5.60	0.78	125.00	4.04	1.00	150.00	4.84	1.00

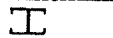
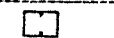
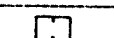
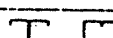
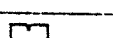
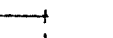
TABLA 6

Z_n : Distancia de la fibra superior a la fibra neutra
 $I'_{y'}$: Momento de inercia efectivo
 M_y : Máximo momento flector admisible (respecto de Y-Y)
 Q : Coeficiente de pandeo local



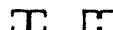
FLEXIÓN SIMPLE EN EL PLANO Z

Sección efectiva para la resistencia a flexión según el eje Y-Y cuando la relación b/t del ala comprimida excede de 53.3 para $G_{bd} = 125 \text{ N/mm}^2$ y 48.6 para $G_{bd} = 150 \text{ N/mm}^2$

DIMENSIONES				CARACTERISTICAS ESTATICAS DE LA SECCION TOTAL												CARACTERISTICAS RESISTENTES																
				AREA	PESO	EJE Y-Y						EJE Z-Z						$G_F = 200 \text{ N/mm}^2 \text{ (F - 20)}$						$G_F = 240 \text{ N/mm}^2 \text{ (F - 24)}$								
																																
						I_y	W_y	i_y	I_z	W_z	i_z	I_y	W_y	i_y	I_z	W_z	i_z	I_y	W_y	i_y	I_z	W_z	i_z	I_y	W_y	i_y	I_z	W_z	i_z	I_y	W_y	i_y
h	b	h1	t-r	A	s	cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm
mm	mm	mm	mm	cm2	dN/m																											
50	25	10	2.00	4.28	3.36	15.84	6.34	1.92	7.07	2.83	1.29	8.58	3.43	1.42	2.5	15.84	0.79	2.49	12.75	0.64	1.00	2.5	15.84	0.95	2.49	12.71	0.76	1.00				
50	25	10	2.50	5.18	4.07	18.59	7.44	1.89	8.29	3.32	1.27	10.16	4.07	1.40	2.5	18.59	0.93	2.49	14.66	0.73	1.00	2.5	18.59	1.12	2.49	14.60	0.88	1.00				
50	30	15	3.20	7.62	5.98	26.20	10.43	1.95	21.42	7.14	1.68	31.71	10.57	2.04	2.5	26.20	1.31	3.00	27.42	1.14	1.00	2.5	26.20	1.57	3.00	27.33	1.37	1.00				
60	30	10	2.00	5.08	3.99	27.93	9.31	2.35	11.69	3.90	1.52	25.13	8.38	2.23	3.0	27.93	1.16	3.00	23.24	0.97	1.00	3.0	27.93	1.40	3.00	23.16	1.16	1.00				
60	30	10	2.50	6.18	4.85	33.14	11.05	2.32	13.81	4.60	1.49	30.31	10.10	2.21	3.0	33.14	1.38	3.00	27.01	1.13	1.00	3.0	33.14	1.66	3.00	26.91	1.35	1.00				
60	40	15	2.00	6.28	4.93	35.89	11.96	2.39	31.28	7.02	2.23	49.52	12.38	2.81	3.0	35.89	1.50	4.00	50.05	1.56	1.00	3.0	35.89	1.79	4.00	49.87	1.87	1.00				
60	40	15	2.50	7.68	6.03	42.95	14.32	2.36	37.60	9.40	2.21	60.10	15.02	2.80	3.0	42.95	1.79	4.00	58.57	1.83	1.00	3.0	42.95	2.15	4.00	58.37	2.19	1.00				
60	40	15	3.20	9.54	7.49	51.61	17.20	2.33	45.49	11.37	2.18	73.75	18.44	2.78	3.0	51.61	2.15	4.00	68.56	2.14	1.00	3.0	51.61	2.58	4.00	68.32	2.56	1.00				
80	50	20	1.60	6.70	3.26	69.54	17.39	3.22	53.56	10.71	2.83	84.53	16.91	3.55	4.0	69.54	2.17	5.00	89.17	2.23	1.00	4.0	69.54	2.61	5.00	88.86	2.67	1.00				
80	50	20	2.00	8.28	4.50	84.71	21.18	3.20	65.39	13.08	2.81	103.79	20.76	3.54	4.0	84.71	2.65	5.00	106.85	2.67	1.00	4.0	84.71	3.18	5.00	106.47	3.19	1.00				
80	50	20	2.50	10.18	7.99	102.48	25.62	3.17	79.33	15.87	2.79	126.83	25.37	3.53	4.0	102.48	3.20	5.00	126.77	3.17	1.00	4.0	102.48	3.84	5.00	126.33	3.79	1.00				
80	50	20	3.20	12.74	10.00	125.17	31.29	3.13	97.30	19.46	2.76	157.21	31.44	3.51	4.0	125.17	3.91	5.00	151.08	3.78	1.00	4.0	125.17	4.69	5.00	150.56	4.52	1.00				

T6.2

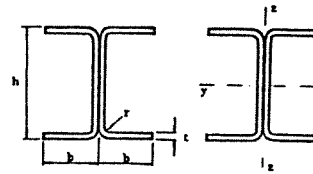
DIMENSIONES				CARACTERISTICAS ESTATICAS DE LA SECCION TOTAL												CARACTERISTICAS RESISTENTES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
				AREA		PESO		EJE Y-Y						EJE Z-Z						$G_F = 200 \text{ N/mm}^2 \text{ (F - 20)}$						$G_F = 240 \text{ N/mm}^2 \text{ (F - 24)}$																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
								I			I			I			I			I			I			I																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
								I_y	W_y	I_z	W_z	I_y	W_y	I_z	W_z	I_y	W_y	I_z	W_z	I_y	W_y	I_z	W_z	I_y	W_y	I_z	W_z	I_y	W_y	I_z	W_z																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
h	b	h1	t _w	A	s	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm

DIMENSIONES				CARACTERISTICAS ESTATICAS DE LA SECCION TOTAL												CARACTERISTICAS RESISTENTES																
				AREA	PESO	EJE Y-Y						EJE Z-Z						$\sigma_F = 200 \text{ N/mm}^2 \text{ (F - 20)}$						$\sigma_F = 240 \text{ N/mm}^2 \text{ (F - 24)}$								
																																
						h	b	h1	t=r	A	s	Iy	Iyv	Iy	Iz	Iz	Iy	Iz	Iz	Iy	Iz	Iy	Iz	Iy	Iz	Iy	Iz	Iy	Iz	Iy	Iz	Iy
mm	mm	mm	mm	cm ²	dN/s	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	KN.m	cm ³	cm ⁴	KN.m	-	cm ³	cm ⁴	KN.m	cm ³	cm ⁴	KN.m	-				
110	60	20	2.00	11.48	9.01	352.89	50.41	5.55	104.11	17.35	3.01	243.31	40.55	4.60	7.0	352.89	6.30	6.29	223.54	4.44	0.91	7.0	352.89	7.56	6.39	217.20	5.10	0.88				
140	60	20	2.50	14.18	11.13	431.35	61.62	5.52	126.77	21.13	2.99	299.27	49.08	4.59	7.0	431.35	7.70	6.00	287.41	5.99	1.00	7.0	431.35	9.24	6.09	280.75	6.92	0.97				
140	60	20	3.20	17.83	14.02	534.79	76.40	5.47	156.32	26.05	2.96	374.44	62.41	4.58	7.0	534.79	9.55	6.00	349.78	7.29	1.00	7.0	534.79	11.46	6.00	348.56	8.71	1.00				
110	60	25	4.75	26.49	20.79	759.34	108.48	5.35	244.55	40.76	3.04	527.99	88.00	4.46	7.0	759.34	13.56	6.00	466.71	9.72	1.00	7.0	759.34	16.27	6.00	465.09	11.63	1.00				
140	60	30	6.35	35.35	27.75	962.80	137.54	5.22	341.41	56.90	3.11	668.46	111.41	4.35	7.0	962.80	17.19	6.00	563.60	11.74	1.00	7.0	962.80	20.63	6.00	561.63	14.04	1.00				
150	50	15	2.00	10.68	8.38	357.44	47.66	5.79	55.81	11.16	2.29	171.01	34.20	4.00	7.5	357.44	5.96	5.37	143.75	3.34	0.87	7.5	357.44	7.15	5.47	139.20	3.82	0.83				
150	50	15	3.00	15.62	12.26	510.54	68.07	5.72	78.33	15.67	2.24	247.53	49.51	3.98	7.5	510.54	8.51	5.00	220.81	5.52	1.00	7.5	510.54	10.21	5.00	220.04	6.60	1.00				
160	60	20	2.50	15.18	11.92	590.02	73.75	6.23	126.79	21.13	2.89	333.79	55.63	4.69	8.0	590.02	9.22	6.17	302.56	6.13	0.94	8.0	590.02	11.06	6.29	293.19	6.99	0.91				
160	60	20	3.20	19.14	15.02	733.06	91.63	6.19	156.36	26.06	2.86	418.09	69.68	4.67	8.0	733.06	11.45	6.00	383.49	7.99	1.00	8.0	733.06	13.74	6.00	382.16	9.55	1.00				
160	60	25	4.75	28.39	22.29	1047.87	130.98	6.08	214.66	40.78	2.94	591.08	98.51	4.56	8.0	1047.87	16.37	6.00	515.43	10.74	1.00	8.0	1047.87	19.65	6.00	513.64	12.84	1.00				
160	60	30	6.35	37.89	29.74	1339.13	167.39	5.94	341.67	56.94	3.00	750.48	125.08	4.45	8.0	1339.13	20.92	6.00	626.93	13.06	1.00	8.0	1339.13	25.11	6.00	624.75	15.62	1.00				
180	70	20	2.50	17.18	13.49	857.81	95.31	7.07	189.37	27.05	3.32	520.12	74.30	5.50	9.0	857.81	11.91	7.41	461.44	7.78	0.89	9.0	857.81	14.30	7.54	447.76	8.90	0.86				

DIMENSIONES				CARACTERISTICAS ESTATICAS DE LA SECCION TOTAL												CARACTERISTICAS RESISTENTES																			
				AREA PESO		EJE Y-Y						EJE Z-Z						$G_F = 200 \text{ N/mm}^2 \text{ (F - 20)}$								$G_F = 240 \text{ N/mm}^2 \text{ (F - 24)}$									
																																			
				A	s	I _y	W _y	i _y	I _z	W _z	i _z	I _z	W _z	i _z	Z _n	I' _y	W _y	Y _n	I' _z	W _z	θ	Z _n	I' _y	W _y	Y _n	I' _z	W _z	θ	Z _n	I' _y	W _y	Y _n	I' _z	W _z	θ
h	b	h1	t	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm	cm ⁴	KN.m	cm	cm ⁴	KN.m	-	cm	cm ⁴	KN.m	cm	cm ⁴	KN.m	-	cm	cm ⁴	KN.m	cm	cm ⁴	KN.m	-
180	70	25	3.20	22.34	17.53	1098.79	122.09	7.01	264.39	37.77	3.44	653.43	93.35	5.41	9.0	1098.79	15.26	7.00	612.51	10.94	1.00	9.0	1098.79	18.31	7.12	596.85	12.58	0.97	9.0	1098.79	21.38	7.24	581.11	12.58	0.97
180	70	25	4.75	32.19	25.27	1539.66	171.01	6.91	365.92	52.27	3.37	930.01	132.86	5.38	9.0	1539.66	21.38	7.00	831.71	14.85	1.00	9.0	1539.66	25.65	7.00	828.81	17.76	1.00	9.0	1539.66	29.92	7.12	813.07	17.76	1.00
180	70	30	6.35	42.97	33.73	1982.72	220.30	6.79	510.40	72.91	3.45	1189.42	169.92	5.26	9.0	1982.72	27.54	7.00	1020.01	18.21	1.00	9.0	1982.72	33.05	7.00	1016.45	21.78	1.00	9.0	1982.72	38.56	7.12	1012.89	21.78	1.00
200	50	15	2.00	12.68	9.95	709.82	70.98	7.48	55.83	11.17	2.10	219.03	43.81	4.16	10.0	709.82	8.87	5.84	155.61	3.33	0.73	10.0	709.82	10.65	5.94	150.28	3.80	0.70	10.0	709.82	12.43	6.04	144.95	3.80	0.70
200	50	15	3.00	18.62	14.62	1020.72	102.07	7.40	78.40	15.68	2.05	318.10	63.62	4.13	10.0	1020.72	12.76	5.24	258.76	6.18	0.91	10.0	1020.72	15.31	5.36	249.34	6.98	0.86	10.0	1020.72	17.52	5.46	239.81	6.98	0.86
200	80	25	2.50	19.68	15.45	1225.51	122.55	7.89	300.15	37.52	3.91	765.15	95.64	6.24	10.0	1225.51	15.32	8.66	666.50	9.62	0.85	10.0	1225.51	18.38	8.80	647.66	11.04	0.83	10.0	1225.51	21.44	8.94	628.82	11.04	0.83
200	80	25	3.20	24.90	19.54	1533.29	153.33	7.85	373.57	46.70	3.87	963.40	120.42	6.22	10.0	1533.29	19.17	8.17	893.03	13.66	0.96	10.0	1533.29	23.00	8.33	865.97	15.59	0.92	10.0	1533.29	26.06	8.46	837.13	15.59	0.92
200	80	25	4.75	35.99	28.25	2161.22	216.12	7.75	520.32	65.04	3.80	1378.17	172.27	6.19	10.0	2161.22	27.02	8.00	1258.53	19.66	1.00	10.0	2161.22	32.42	8.00	1254.14	23.52	1.00	10.0	2161.22	35.48	8.12	1249.75	23.52	1.00
200	80	30	6.35	48.05	37.72	2800.46	280.05	7.63	724.64	90.58	3.88	1772.24	221.53	6.07	10.0	2800.46	35.01	8.00	1554.81	24.29	1.00	10.0	2800.46	42.01	8.00	1549.39	29.05	1.00	10.0	2800.46	48.01	8.12	1544.97	29.05	1.00
220	80	25	2.50	20.68	16.73	1531.01	139.18	8.60	300.16	37.52	3.81	827.16	103.40	6.32	11.0	1531.01	17.40	8.88	683.12	9.62	0.81	11.0	1531.01	20.88	9.01	663.37	11.04	0.79	11.0	1531.01	23.96	9.14	643.52	11.04	0.79
220	80	25	3.20	26.18	20.55	1917.55	174.32	8.56	373.60	46.70	3.78	1042.07	130.26	6.31	11.0	1917.55	21.79	8.38	918.81	13.70	0.91	11.0	1917.55	26.15	8.54	890.38	15.63	0.87	11.0	1917.55	29.23	8.66	867.53	15.63	0.87
220	80	25	4.75	37.89	29.74	2709.48	246.32	8.46	520.43	65.05	3.71	1492.66	186.58	6.28	11.0	2709.48	30.79	8.00	1346.94	21.05	1.00	11.0	2709.48	36.95	8.00	1342.25	25.17	1.00	11.0	2709.48	40.01	8.12	1337.56	25.17	1.00
220	80	30	6.35	50.59	39.71	3522.83	320.26	8.34	724.90	90.61	3.79	1922.15	240.27	6.16	11.0	3522.83	40.03	8.00	1670.57	26.10	1.00	11.0	3522.83	48.04	8.00	1664.76	31.21	1.00	11.0	3522.83	54.01	8.12	1659.95	31.21	1.00

TABLA 7

FLEXION SIMPLE EN EL PLANO Z

 G_c : Tensión en la fibra mas comprimida M_y : Máximo momento flector admisible (respecto de Y-Y) Q : Coeficiente de pandeo local

DIMENSIONES			AREA DE UN Secc.	PESO	CARACTERISTICAS ESTATICAS DE LA SECCION TOTAL						CARACTERISTICAS RESISTENTES					
			C	Total	EJE Y-Y			EJE Z-Z			$G_F = 200 \text{ N/mm}^2 \text{ (F-20)}$			$G_F = 240 \text{ N/mm}^2 \text{ (F-24)}$		
h	b	t=r	A	s	I_y	W_y	i_y	I_z	W_z	i_z	G_c	M_y	Q	G_c	M_y	Q
mm	mm	mm	cm ²	dN/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	N/mm ²	KN.m	-	N/mm ²	KN.m	-
40	20	2.50	1.80	2.82	8.18	4.09	1.51	2.69	1.34	0.87	125.00	0.51	1.00	150.00	0.61	1.00
40	20	2.50	1.80	2.82	8.18	4.09	1.51	2.69	1.34	0.87	125.00	0.51	1.00	150.00	0.61	1.00
50	25	2.50	2.30	3.60	16.91	6.76	1.92	5.24	2.62	1.07	125.00	0.85	1.00	150.00	1.01	1.00
50	25	3.20	2.86	4.50	20.32	8.13	1.88	6.72	3.36	1.08	125.00	1.02	1.00	150.00	1.22	1.00
60	30	2.00	2.27	3.56	25.12	8.37	2.35	7.22	2.41	1.26	121.44	1.02	0.97	140.02	1.17	0.93
60	30	2.50	2.80	4.39	30.30	10.10	2.33	9.04	3.01	1.27	125.00	1.26	1.00	150.00	1.52	1.00
60	30	3.20	3.50	5.50	36.85	12.28	2.29	11.59	3.86	1.29	125.00	1.54	1.00	150.00	1.84	1.00
60	30	4.75	4.96	7.79	48.56	16.19	2.21	17.30	5.77	1.32	125.00	2.02	1.00	150.00	2.43	1.00
80	35	2.50	3.55	5.57	67.59	16.90	3.09	14.34	4.78	1.42	125.00	2.12	1.00	145.06	2.45	0.97
80	35	3.20	4.46	7.01	83.17	20.79	3.05	18.40	6.13	1.44	125.00	2.60	1.00	150.00	3.12	1.00
80	35	4.75	6.38	10.02	112.74	28.18	2.97	27.46	9.15	1.47	125.00	3.52	1.00	150.00	4.23	1.00

T7.2

DIMENSIONES			AREA DE UN	PESO Secc. Total	CARACTERISTICAS ESTATICAS DE LA SECCION TOTAL						CARACTERISTICAS RESISTENTES					
h	b	t=r	A	s	EJE Y-Y			EJE Z-Z			G F = 200 N/mm ² (F-20)			G F = 240 N/mm ² (F-24)		
mm	mm	mm	cm ²	kg/m	I _y	I _{xy}	I _x	I _z	I _{yz}	I _y	G _c	M _y	Q	G _c	M _y	Q
					cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	N/mm ²	KN.m	-	N/mm ²	KN.m	-
80	40	2.50	3.80	5.96	75.10	18.77	3.15	21.39	5.35	1.68	117.61	2.21	0.94	134.99	2.53	0.90
80	40	3.20	4.78	7.51	92.60	23.15	3.11	27.41	6.85	1.69	125.00	2.89	1.00	150.00	3.47	1.00
80	40	4.75	6.86	10.77	126.19	31.55	3.03	40.84	10.21	1.73	125.00	3.94	1.00	150.00	4.73	1.00
100	40	2.50	4.30	6.74	126.81	25.36	3.84	21.40	5.35	1.58	117.61	2.98	0.94	134.99	3.42	0.90
100	40	3.20	5.42	8.52	157.17	31.43	3.81	27.44	6.86	1.59	125.00	3.93	1.00	150.00	4.72	1.00
100	40	4.75	7.81	12.26	216.76	43.35	3.73	40.94	10.24	1.62	125.00	5.42	1.00	150.00	6.50	1.00
100	50	2.50	4.80	7.53	150.58	30.12	3.96	41.74	8.35	2.09	102.28	3.08	0.82	114.84	3.46	0.77
100	50	3.20	6.06	9.52	187.15	37.43	3.93	53.47	10.69	2.10	119.05	4.46	0.95	136.88	5.12	0.91
100	50	4.75	8.76	13.75	259.85	51.97	3.85	79.58	15.92	2.13	125.00	6.50	1.00	150.00	7.80	1.00
120	45	2.50	5.05	7.92	212.96	35.49	4.59	30.46	7.61	1.74	109.95	3.90	0.88	124.91	4.43	0.83
120	45	3.20	6.38	10.02	265.26	44.21	4.56	39.05	9.76	1.75	125.00	5.53	1.00	144.74	6.40	0.96
120	45	4.75	9.23	14.50	370.11	61.69	4.48	58.23	14.56	1.78	125.00	7.71	1.00	150.00	9.25	1.00
120	50	2.50	5.30	8.31	230.22	38.37	4.66	41.75	8.35	1.99	102.28	3.92	0.82	114.84	4.41	0.77
120	50	3.20	6.70	10.53	287.09	47.85	4.63	53.50	10.70	2.00	119.05	5.70	0.95	136.88	6.55	0.91
120	50	4.75	9.71	15.24	401.66	66.94	4.55	79.68	15.94	2.03	125.00	8.37	1.00	150.00	10.04	1.00

DIMENSIONES			AREA DE UN	PESO Secc.	CARACTERISTICAS ESTATICAS DE LA SECCION TOTAL						CARACTERISTICAS RESISTENTES					
h	b	t-r	C	Total	EJE Y-Y			EJE Z-Z			G F = 200 N/mm ² (F-20)			G F = 240 N/mm ² (F-24)		
mm	mm	mm	A	g	I _y	W _y	i _y	I _z	W _z	i _z	G _c	M _y	Q	G _c	M _y	Q
			cm ²	dN/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	N/mm ²	KN.m	-	N/mm ²	KN.m	-
140	45	3.20	7.02	11.03	383.89	54.84	5.23	39.08	9.77	1.67	125.00	6.86	1.00	144.74	7.94	0.96
140	45	4.75	10.18	15.99	538.86	76.98	5.14	58.34	14.58	1.69	125.00	9.62	1.00	150.00	11.55	1.00
140	45	6.35	13.28	20.85	678.63	96.95	5.05	78.55	19.64	1.72	125.00	12.12	1.00	150.00	14.54	1.00
140	50	3.20	7.34	11.53	413.83	59.12	5.31	53.54	10.71	1.91	119.05	7.04	0.95	136.88	8.09	0.91
140	50	4.75	10.66	16.74	582.31	83.19	5.23	79.79	15.96	1.93	125.00	10.40	1.00	150.00	12.48	1.00
140	70	3.20	8.62	13.54	533.61	76.23	5.56	146.55	20.94	2.91	95.10	7.25	0.76	105.40	8.03	0.70
140	70	4.80	12.68	19.91	762.88	108.98	5.18	220.16	31.45	2.95	123.04	13.41	0.98	142.12	15.49	0.95
160	50	3.20	7.98	12.54	569.96	71.25	5.97	53.57	10.71	1.83	119.05	8.48	0.95	136.88	9.75	0.91
160	50	4.75	11.61	18.23	805.59	100.70	5.89	79.90	15.98	1.85	125.00	12.59	1.00	150.00	15.10	1.00
160	50	6.35	15.19	23.84	1022.31	127.79	5.80	107.48	21.50	1.88	125.00	15.97	1.00	150.00	19.17	1.00
160	60	3.20	8.62	13.54	648.64	81.08	6.13	92.40	15.40	2.31	107.07	8.68	0.86	121.14	9.82	0.81
160	60	4.75	12.56	19.72	920.08	115.01	6.05	137.53	22.92	2.34	125.00	14.38	1.00	150.00	17.25	1.00
160	80	3.20	9.90	15.55	805.99	100.75	6.38	218.69	27.34	3.32	83.12	8.37	0.66	89.66	9.03	0.60
160	80	4.75	14.46	22.70	1149.05	143.63	6.30	325.00	40.62	3.35	114.38	16.43	0.92	130.74	18.78	0.87

DIMENSIONES			AREA DE UN	PESO Secc.	CARACTERISTICAS ESTATICAS DE LA SECCION TOTAL						CARACTERISTICAS RESISTENTES					
			C	Total	EJE Y-Y			EJE Z-Z			$\sigma_F = 200 \text{ N/mm}^2$ (F-20)			$\sigma_F = 240 \text{ N/mm}^2$ (F-24)		
h	b	t=r	A	s	I _y	W _y	i _y	I _z	W _z	i _z	σ_c	M _y	Q	σ_c	M _y	Q
mm	mm	mm	cm ²	gN/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	N/mm ²	KN.m	-	N/mm ²	KN.m	-
180	60	3.20	9.26	14.54	858.05	95.34	6.81	92.43	15.40	2.23	107.07	10.21	0.86	121.14	11.55	0.81
180	60	4.75	13.51	21.21	1221.20	135.69	6.72	137.64	22.94	2.26	125.00	16.96	1.00	150.00	20.35	1.00
180	60	6.35	17.73	27.83	1561.50	173.50	6.64	184.79	30.80	2.28	125.00	21.69	1.00	150.00	26.03	1.00
180	80	3.20	10.54	16.55	1058.10	117.57	7.08	218.72	27.34	3.22	83.12	9.77	0.66	89.66	10.54	0.60
180	80	4.75	15.41	24.19	1512.97	168.11	7.01	325.11	40.64	3.25	114.38	19.23	0.92	130.74	21.98	0.87
200	60	3.20	9.90	15.55	1104.52	110.45	7.47	92.46	15.41	2.16	107.07	11.83	0.85	121.14	13.38	0.77
200	60	4.75	14.46	22.70	1576.37	157.64	7.38	137.75	22.96	2.18	125.00	19.70	1.00	150.00	23.65	1.00
200	60	6.35	19.00	29.83	2021.69	202.17	7.29	185.04	30.84	2.21	125.00	25.27	1.00	150.00	30.33	1.00
200	80	3.20	11.18	17.56	1352.39	135.24	7.78	218.76	27.34	3.13	83.12	11.24	0.66	89.66	12.12	0.60
200	80	4.75	16.36	25.69	1938.53	193.85	7.70	325.21	40.65	3.15	114.38	22.17	0.92	130.74	25.35	0.87
220	70	3.20	11.18	17.56	1541.01	140.09	8.30	146.68	20.95	2.56	95.10	13.32	0.73	105.40	14.77	0.66
220	70	4.76	16.39	25.74	2213.60	201.24	8.22	218.75	31.25	2.58	122.57	24.66	0.98	141.50	28.48	0.94
220	70	6.35	21.54	33.81	2847.72	258.88	8.13	292.82	41.83	2.61	125.00	32.36	1.00	150.00	38.83	1.00

Impreso en Diciembre de 1994
en el Departamento de Ediciones del INTI, Av. General Paz entre Albarellos y Av. de los
Constituyentes, Miguelete,
Provincia de Buenos Aires

Edición de 1000 ejemplares.