



## CIRSOC 301-2005. "REGLAMENTO ARGENTINO DE ESTRUCTURAS DE ACERO PARA EDIFICIOS"

### BARRAS SIMPLES SOMETIDAS A COMPRESIÓN

#### 1.- Barras con secciones compactas y no compactas.

1.1- La **resistencia de diseño para pandeo flexional** de barras axilmente comprimidas se determinará mediante la siguiente expresión:

$$\phi_c P_n$$

siendo :  $\phi_c = 0,85$

$P_n$  la **resistencia nominal**, en kN.  $P_n = F_{cr} A_g (10^{-1})$

La tensión crítica  $F_{cr}$  (MPa) será determinada de la siguiente manera:

(a) Para  $\lambda_c \leq 1,5$  :

$$F_{cr} = (0,658 \lambda_c^2) F_y$$

(b) Para  $\lambda_c > 1,5$  :

$$F_{cr} = \left[ \frac{0,877}{\lambda_c^2} \right] F_y$$

donde:

$F_y$  la tensión de fluencia especificada, en MPa.

$A_g$  el área bruta de la barra, en cm<sup>2</sup>.

$\lambda_c$  el factor de esbeltez adimensional.

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \frac{k L}{r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$$

$E$  el módulo de elasticidad longitudinal, en MPa.

$k$  el factor de longitud efectiva.

$r$  el radio de giro de la sección transversal bruta relativo al eje de pandeo, en cm.

$L$  la longitud real de la barra, no arriostrada, correspondiente a la respectiva dirección de pandeo, en cm.

1.2. La **resistencia de diseño para pandeo flexo-torsional de barras axilmente comprimidas** de secciones "Te" y doble ángulo en contacto continuo compactas y no compactas se determinará mediante la siguiente expresión:

$$\phi_c P_n$$

siendo :  $\phi_c = 0,85$

$$P_n = F_{crt} A_g (10^{-1})$$

$P_n$  la resistencia nominal a pandeo flexo-torsional, en kN.

$A_g$  el área bruta de la barra, en cm<sup>2</sup>.

$$F_{crt} = \left( \frac{F_{cry} + F_{crz}}{2H} \right) \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{4F_{cry} F_{crz} H}{(F_{cry} + F_{crz})^2}} \right], \text{ en MPa}$$



FT/015

## CIRSOC 301-2005. "REGLAMENTO ARGENTINO DE ESTRUCTURAS DE ACERO PARA EDIFICIOS"

### BARRAS SIMPLES SOMETIDAS A COMPRESIÓN

$$F_{crz} = \frac{G J}{A \bar{r}_o^2}$$

$\bar{r}_o$  el radio de giro polar respecto al centro de corte, en cm.  
 $J$  el módulo de torsión, en cm<sup>4</sup>.  
 $A$  el área de la sección transversal de la barra, en cm<sup>2</sup>.  
 $G$  el módulo de elasticidad transversal, en MPa.

$$H = 1 - \left( \frac{y_o^2}{\bar{r}_o^2} \right)$$

$y_o$  la distancia entre el centro de corte y el centro de gravedad ("y" es el eje de simetría), en cm.

$F_{cry}$  (MPa) se determinará. para pandeo flexional alrededor del eje  $y$  de simetría para:

$$\lambda_c = \frac{k L}{r_y \pi} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$$

#### 2.- Barras con secciones de elementos esbeltos.

En barras axialmente comprimidas con elementos esbeltos (relación ancho/espesor mayor que  $\lambda_c$ ), la tensión crítica para pandeo flexional, será determinada de la siguiente forma:

(a) Para  $\lambda_c \sqrt{Q} \leq 1,5$

$$F_{cr} = Q \left( 0,658^{Q \lambda_c^2} \right) F_y$$

(b) Para  $\lambda_c \sqrt{Q} > 1,5$

$$F_{cr} = \left( \frac{0,877}{\lambda_c^2} \right) F_y$$

siendo:  $Q = Q_s Q_a$

$Q$  el factor de reducción por pandeo local para secciones con elementos esbeltos.

$Q_s$  el coeficiente que tiene en cuenta el pandeo local de elementos comprimidos no rigidizados.

$Q_a$  el coeficiente que tiene en cuenta el pandeo local de elementos comprimidos rigidizados.

Si la sección transversal está compuesta solamente por elementos esbeltos no rigidizados,

$$Q = Q_s \quad (Q_a = 1).$$

Si la sección transversal está compuesta solamente por elementos esbeltos rigidizados,

$$Q = Q_a \quad (Q_s = 1).$$

Si la sección transversal está compuesta por elementos esbeltos rigidizados y por elementos esbeltos rigidizados,  $Q = Q_s Q_a$



FT/015

## CIRSOC 301-2005. "REGLAMENTO ARGENTINO DE ESTRUCTURAS DE ACERO PARA EDIFICIOS"

### BARRAS SIMPLES SOMETIDAS A COMPRESIÓN

3.- Barras con secciones doblemente simétricas y elementos esbeltos, y con secciones de simple simetría y asimétricas, para los estados límites de pandeo torsional y pandeo flexotorsional según corresponda.

$$\phi_c P_n$$

La resistencia de diseño para los estados límites de pandeo torsional y pandeo flexo-torsional está dada por la siguiente expresión:

siendo:  $\phi_c = 0,85$

$P_n$  la resistencia nominal a compresión, en kN.  $P_n = F_{cr} A_g (10^{-1})$   
 $A_g$  el área bruta de la sección transversal, en cm<sup>2</sup>.

La tensión crítica nominal  $F_{cr}$  (MPa) se deberá determinar de la siguiente forma:

(a) Para  $\lambda_e \sqrt{Q} > 1,5$

$$F_{cr} = Q (0,658^{Q \cdot \lambda_e^2}) F_y \quad \text{Para} \quad \lambda_e \sqrt{Q} > 1,5$$

$$F_{cr} = \left( \frac{0,877}{\lambda_e^2} \right) F_y$$

con  $\lambda_e = \sqrt{\frac{F_y}{F_e}}$

siendo:

$F_y$  la tensión de fluencia especificada, en MPa.

$Q$  el factor de reducción por pandeo local para secciones con elementos esbeltos. Para secciones compactas y no compactas,  $Q = 1$ .

$F_e$  la tensión crítica elástica de pandeo torsional o flexotorsional determinada de la siguiente forma:

a) Para secciones doblemente simétricas

$$F_e = \left[ \frac{\pi^2 E C_w}{(k_z L)^2} + G J \right] \frac{1}{I_x + I_y}$$

b) Para secciones de simple simetría donde el eje "y" es el de simetría:

$$F_e = \frac{F_{ey} + F_{ez}}{2H} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{4 F_{ey} F_{ez} H}{(F_{ey} + F_{ez})^2}} \right]$$



FT/015

## CIRSOC 301-2005. "REGLAMENTO ARGENTINO DE ESTRUCTURAS DE ACERO PARA EDIFICIOS"

### BARRAS SIMPLES SOMETIDAS A COMPRESIÓN

c) Para secciones asimétricas, la tensión crítica elástica para pandeo flexo-torsional  $F_e$  es la menor de las raíces de la siguiente ecuación cúbica:

$$(F_e - F_{ex})(F_e - F_{ey})(F_e - F_{ez}) - F_e^2 (F_e - F_{ey}) \left( \frac{x_o}{r_o} \right)^2 - F_e^2 (F_e - F_{ex}) \left( \frac{y_o}{r_o} \right)^2 = 0$$

siendo:

<b>L</b>	la longitud real de la barra no arriostrada a los efectos del pandeo torsional, en cm.
<b><math>k_z</math></b>	el factor de longitud efectiva para pandeo torsional; $k_z = 1$ cuando los extremos de la barra tienen la torsión impedida y el alabeo libre.
<b>E</b>	el módulo de elasticidad longitudinal, en MPa.
<b>G</b>	el módulo de elasticidad transversal, en MPa.
<b><math>C_w</math></b>	el módulo de alabeo, en $\text{cm}^6$ .
<b>J</b>	el módulo de torsión, en $\text{cm}^4$ .
<b><math>I_x, I_y</math></b>	los momentos de inercia respecto de los ejes principales, en $\text{cm}^4$ .
<b><math>x_o, y_o</math></b>	las coordenadas del centro de corte con respecto al centro de gravedad, en cm.

$$\bar{r}_o^2 = x_o^2 + y_o^2 + \frac{(I_x + I_y)}{A}$$

$$H = 1 - \left( \frac{x_o^2 + y_o^2}{\bar{r}_o^2} \right)$$

$$F_{ex} = \frac{\pi^2 E}{\left( k_x \frac{L}{r_x} \right)^2}$$

$$F_{ey} = \frac{\pi^2 E}{\left( k_y \frac{L}{r_y} \right)^2}$$

$$F_{ez} = \left[ \frac{\pi^2 E C_w}{(k_z L)^2} + G J \right] \frac{1}{A \bar{r}_o^2}$$

siendo:

<b>A</b>	el área de la sección transversal de la barra, en $\text{cm}^2$ .
<b>L</b>	la longitud real no arriostrada para el correspondiente modo de pandeo y eje de pandeo, en cm.
<b><math>k_x, k_y</math></b>	los factores de longitud efectiva para pandeo flexional según los ejes respectivos.
<b><math>r_x, r_y</math></b>	los radios de giro respecto de los ejes principales x e y, en cm.
<b><math>\bar{r}_o</math></b>	el radio de giro polar respecto del centro de corte, en cm.
<b>y</b>	el eje de simetría.

Las barras comprimidas con secciones abiertas de pared delgada, las secciones asimétricas, las secciones de un solo eje de simetría (ángulos, canales, doble ángulo, tes), las secciones en cruz, o en general las secciones con poca rigidez torsional y/o pequeño  $C_w$ , pueden tener una resistencia de diseño a pandeo torsional o flexo-torsional menor que la correspondiente a pandeo flexional, por lo que deberán ser verificadas mediante la aplicación de este artículo.