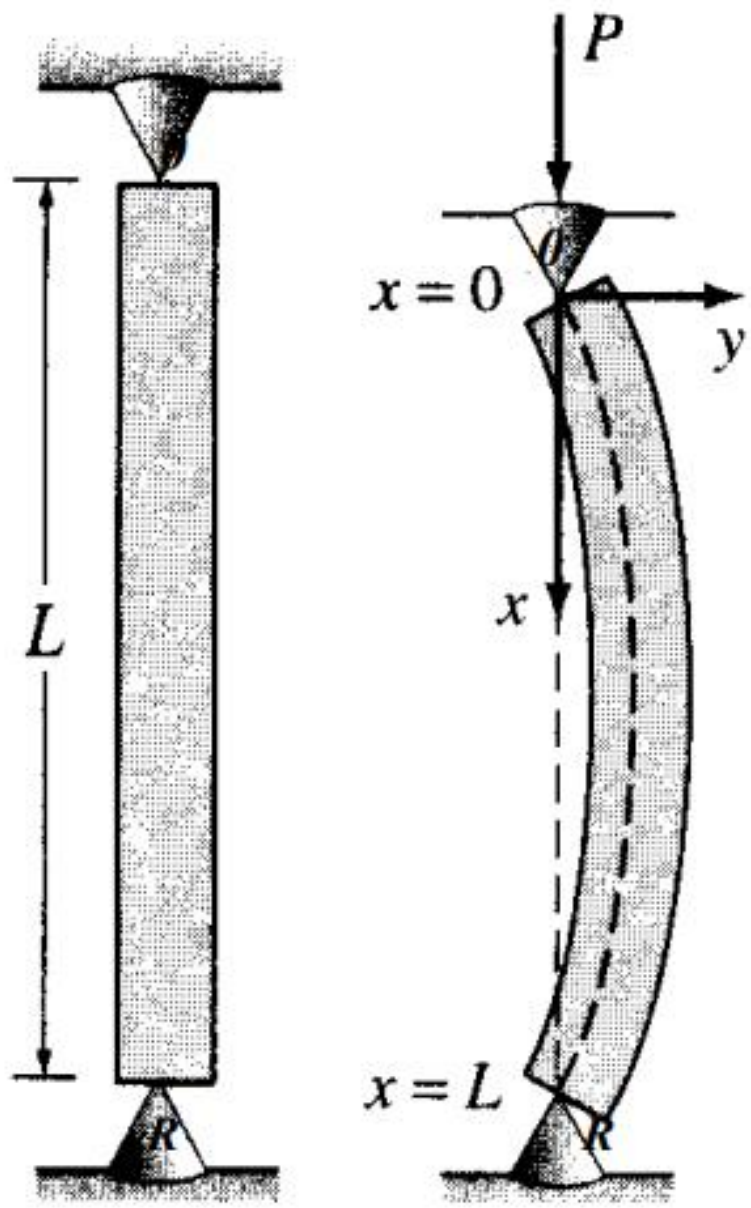


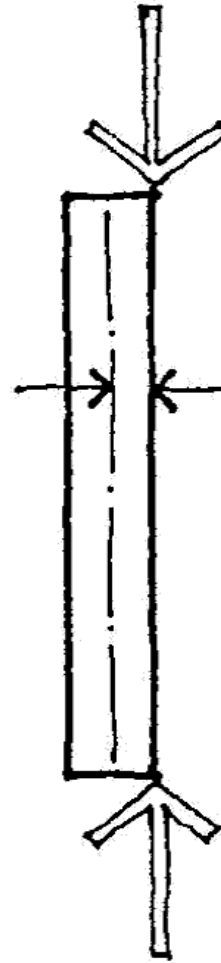
Capítulo III

Compresión Axial

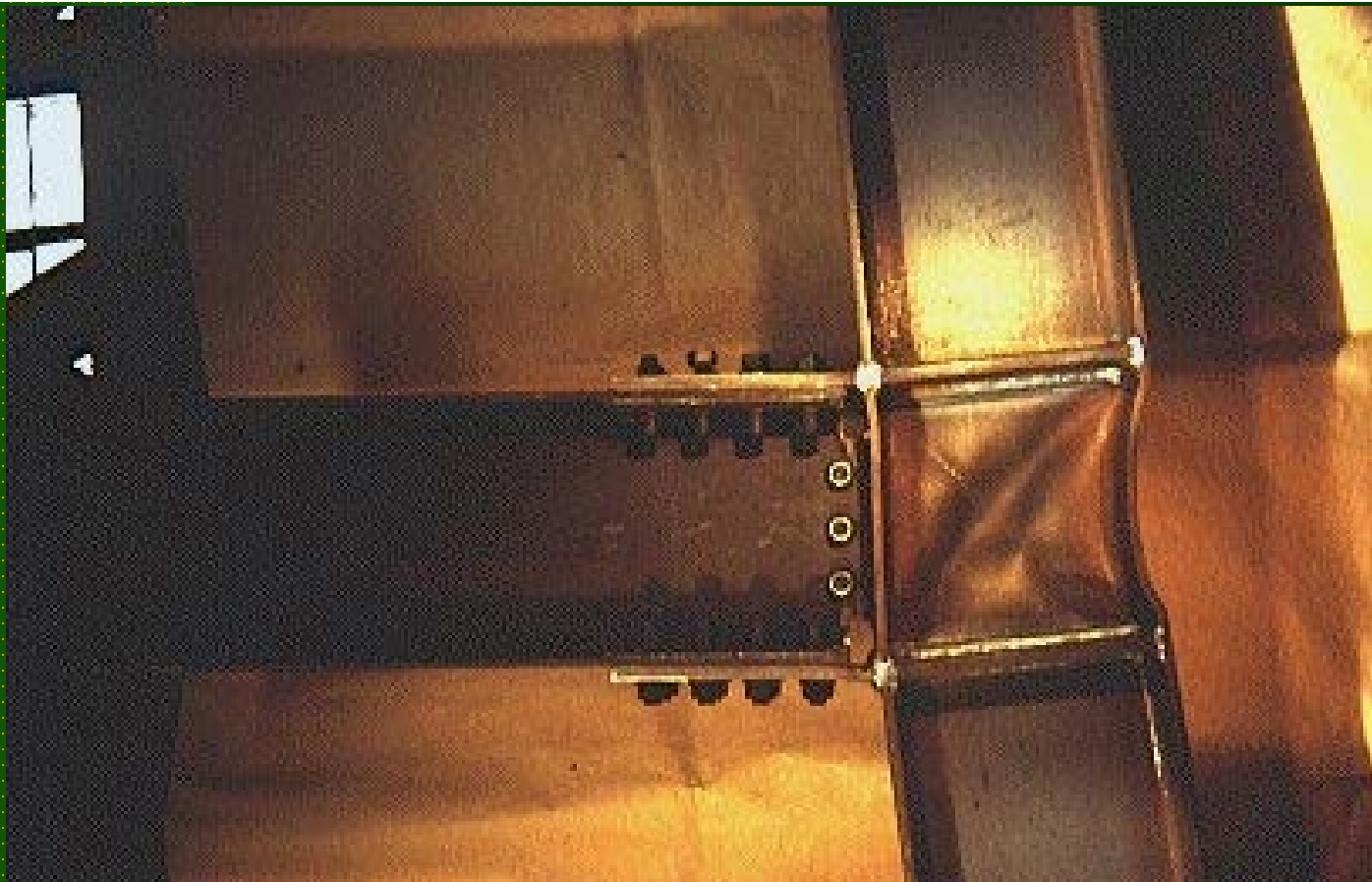
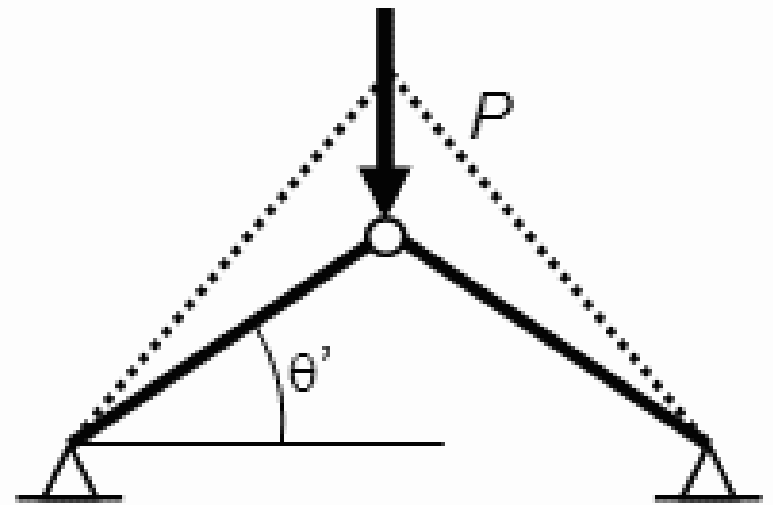
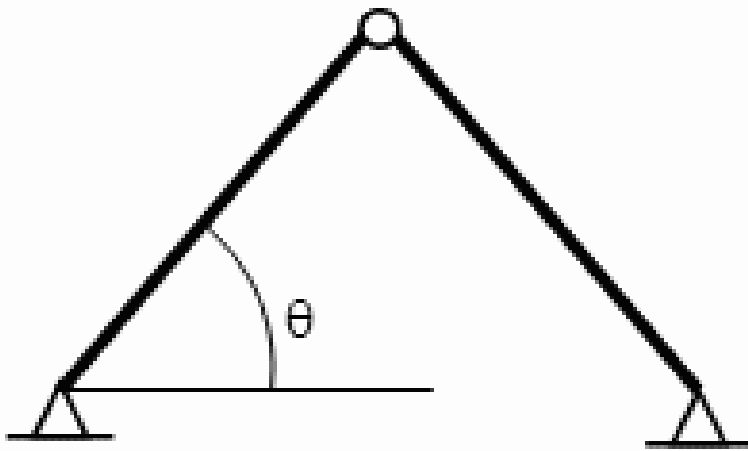




Columna
soportando
carga
axial



Columna
soportando
carga
excéntrica

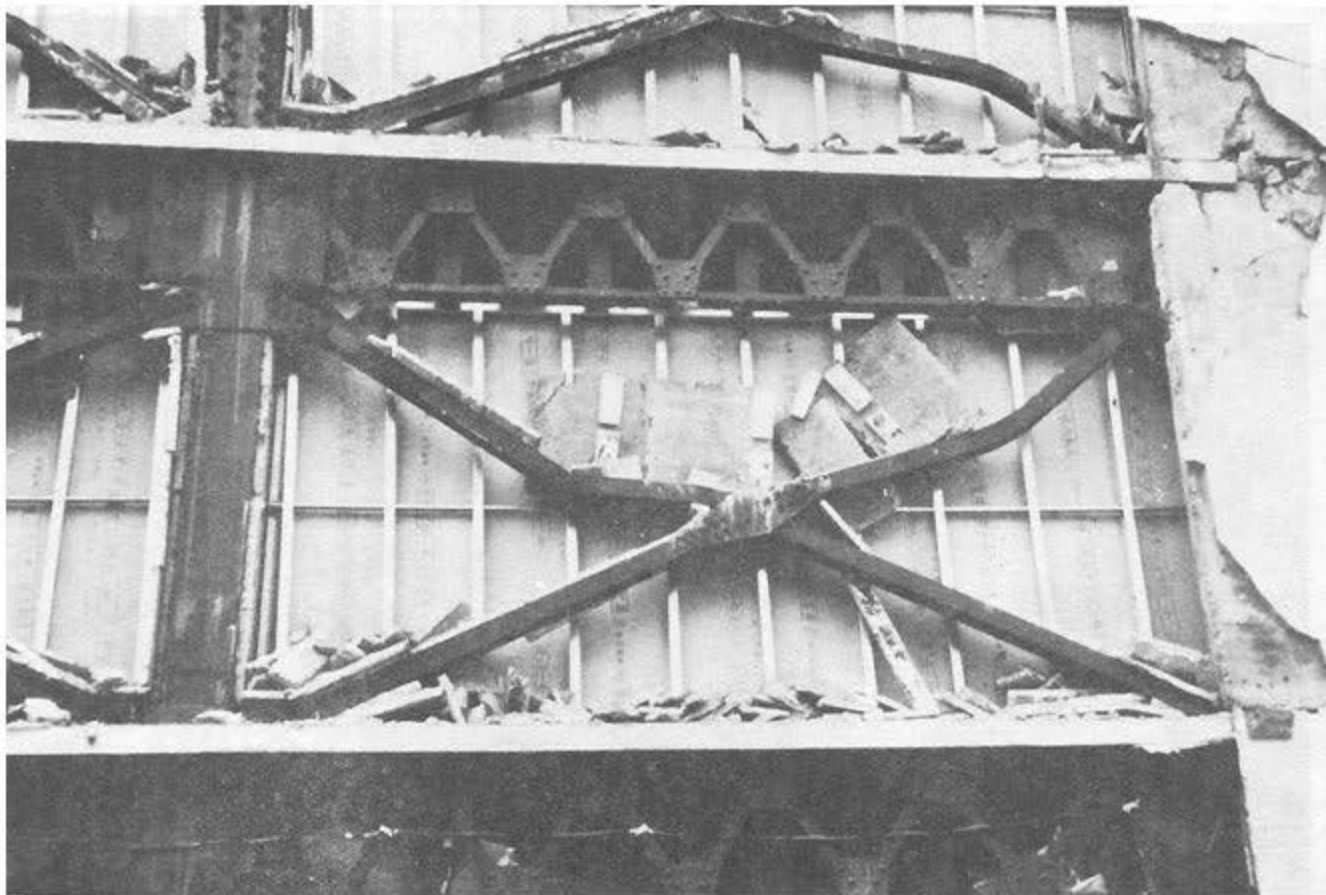




insta; civil_seeker

06/06/2018

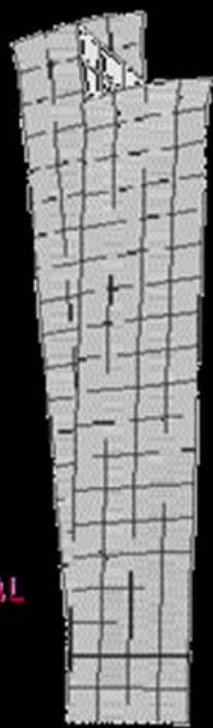




***Pandeo en contraventeos en forma de X
Edificio típico de acero***



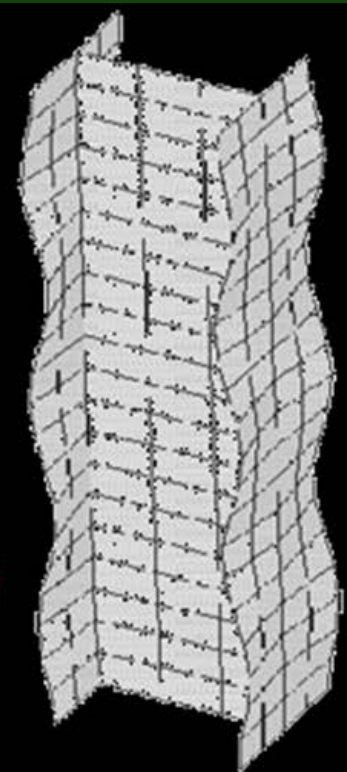
PANDEO FLEXIONAL



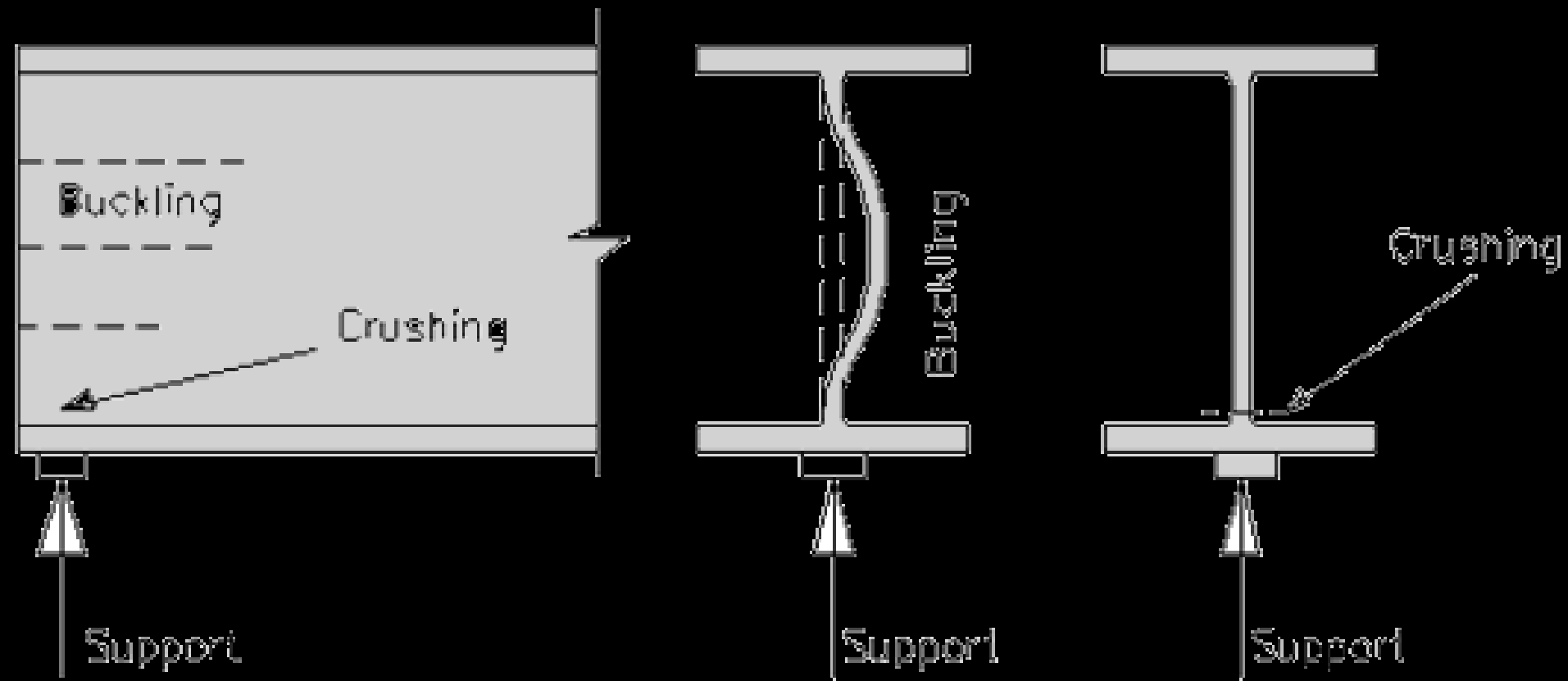
PANDEO TORSIONAL



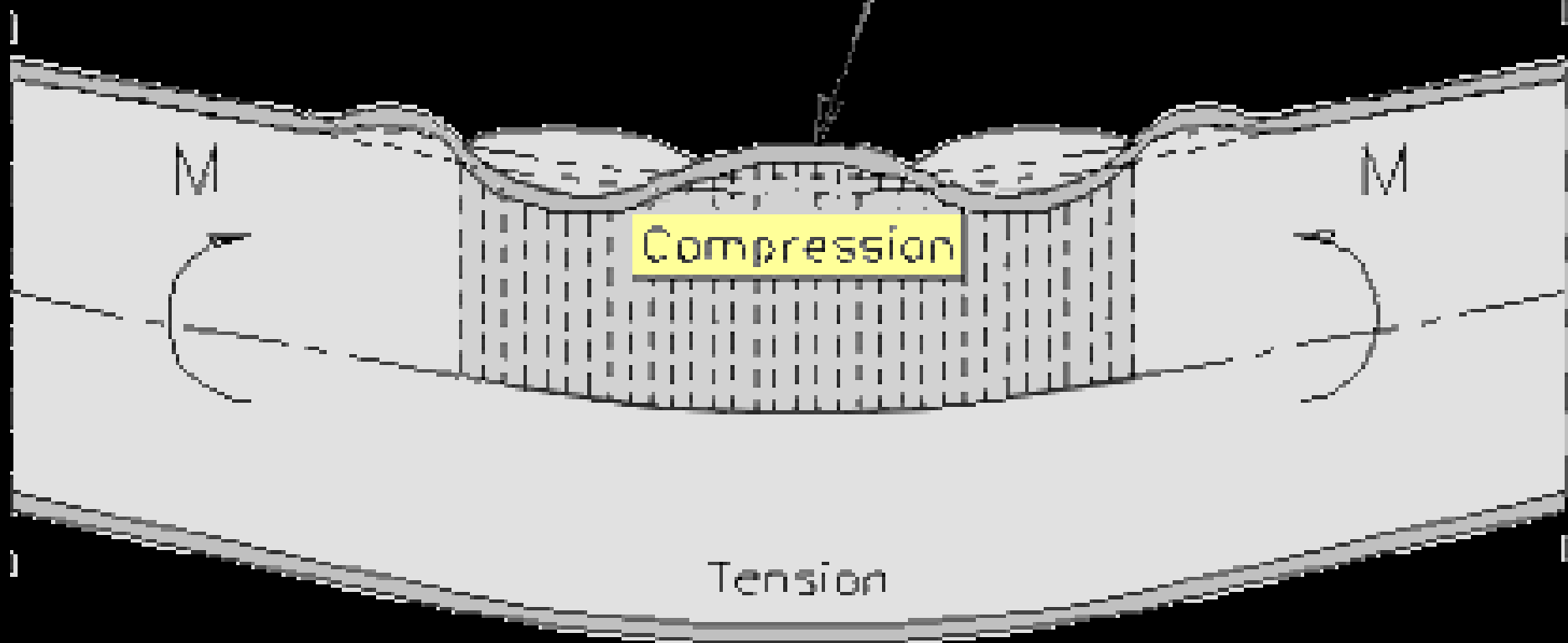
PANDEO FLEXOTORSIONAL



PANDEO LOCAL



Flange buckling failure





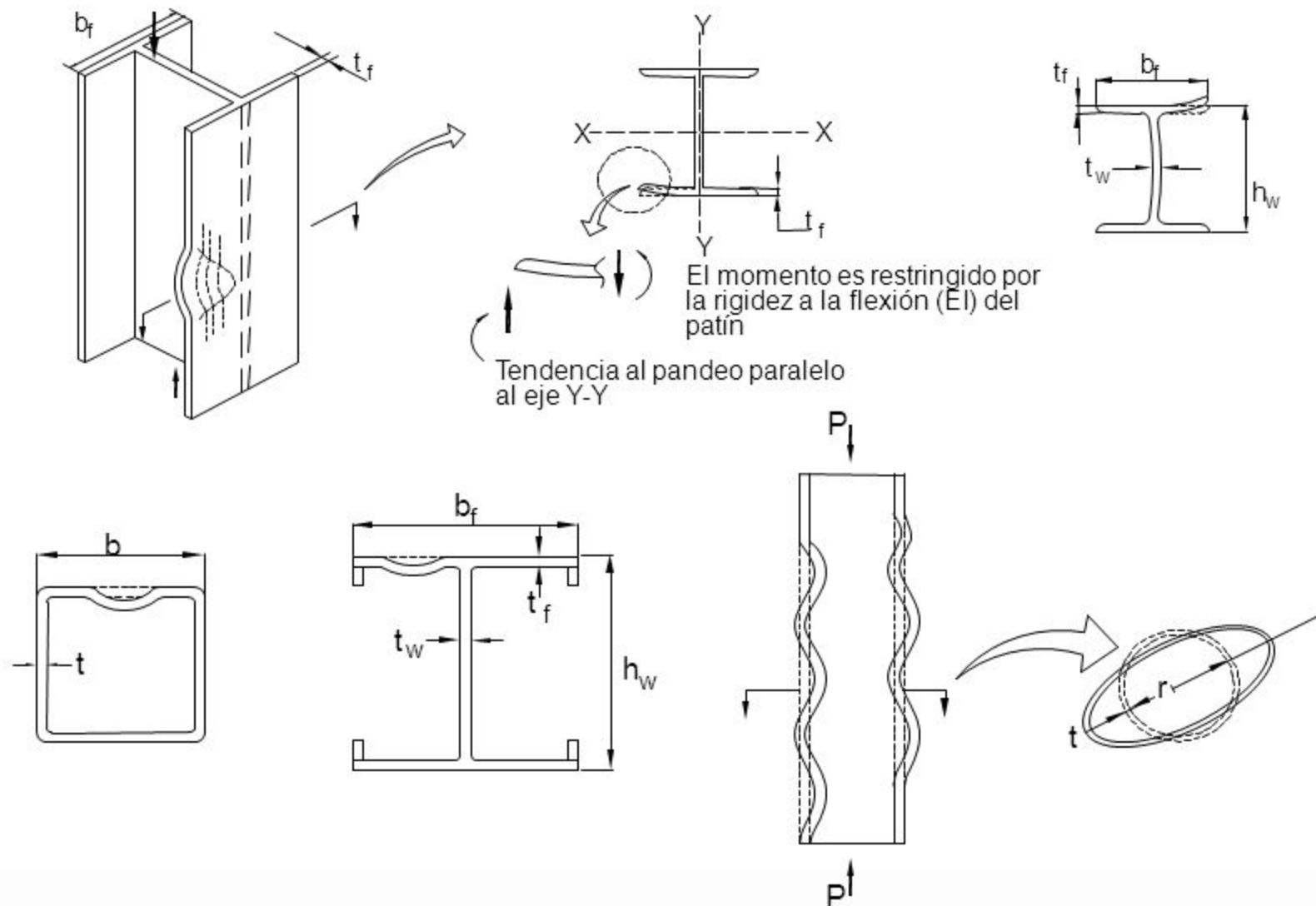
Kobe, 1995. Fractura de una columna de acero (tubular cuadrado)



Pandeo local

5. Definición de pandeo local

PANDEO LOCAL DE PATINES



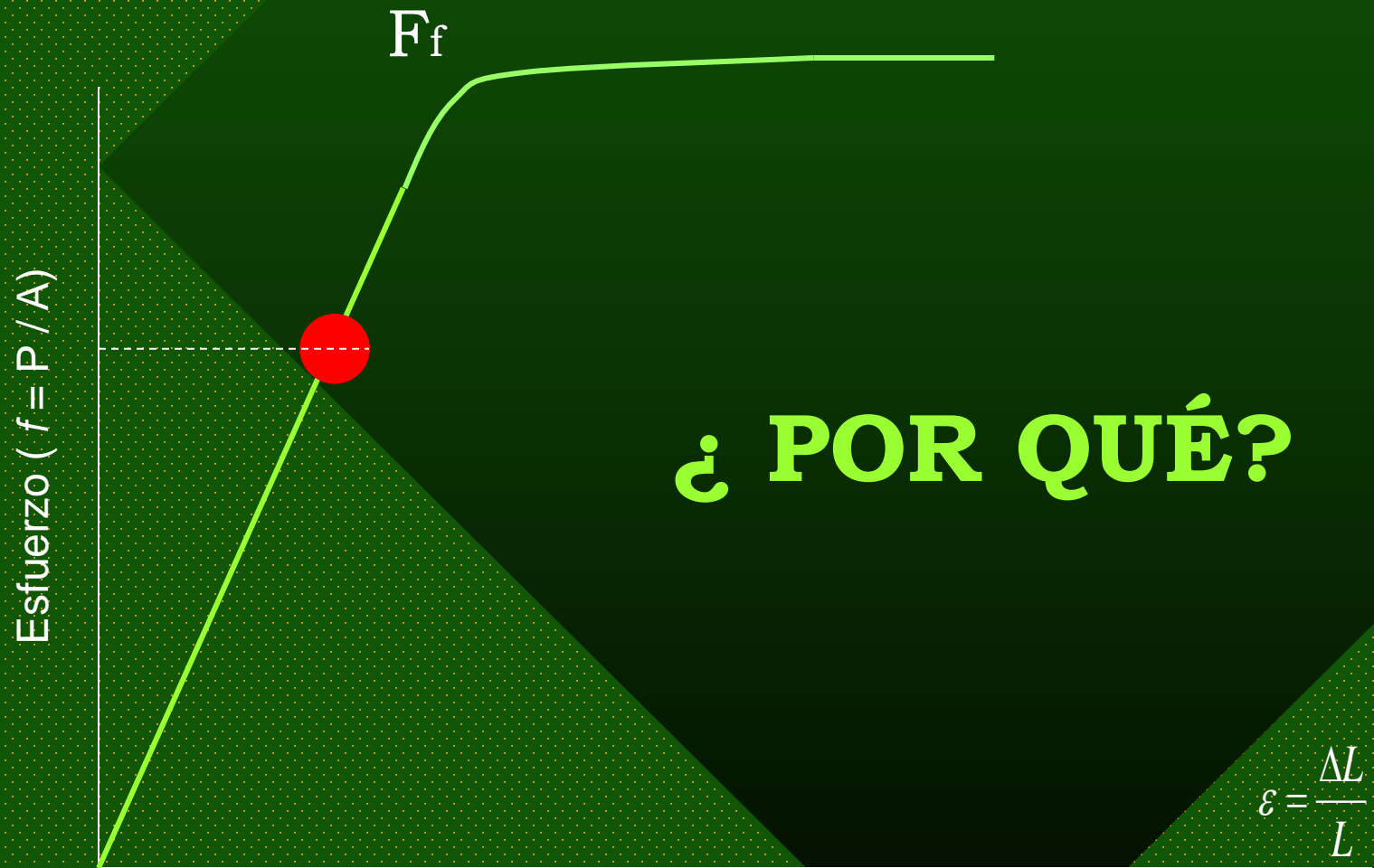
Compresión Axial

Casos más comunes de miembros que trabajan a compresión.

- Columnas.
- Cuerdas superiores de armaduras.
- Patines de compresión en vigas.

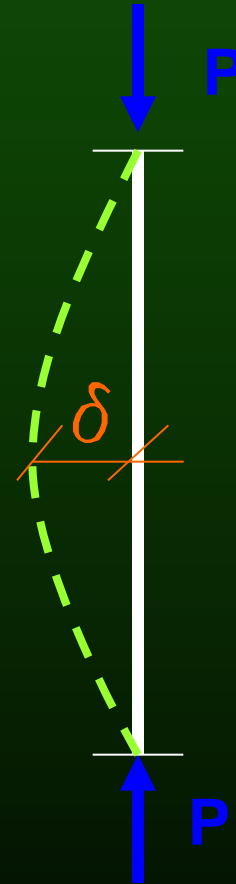
Los ensayos demuestran que todas las columnas (excepto las muy cortas) fallan para esfuerzos ($\sigma = P/A$) \ll al límite elástico.

1.3.- Relación Esfuerzo-Deformación del Acero Estructural.



Compresión Axial

La resistencia a la compresión axial es función de su resistencia al pandeo.



Compresión Axial

Carga de Pandeo provocada por P induce deflexión " δ ", agravada por solicitaciones secundarias de Flexión ($M = P \cdot \delta$) ó de torsión (giro entorno a eje longitudinal) ó ambas simultaneas (Flexo – torsión).

Compresión Axial

¿ De qué depende la carga de Pandeo?

ESBELTEZ (λ)

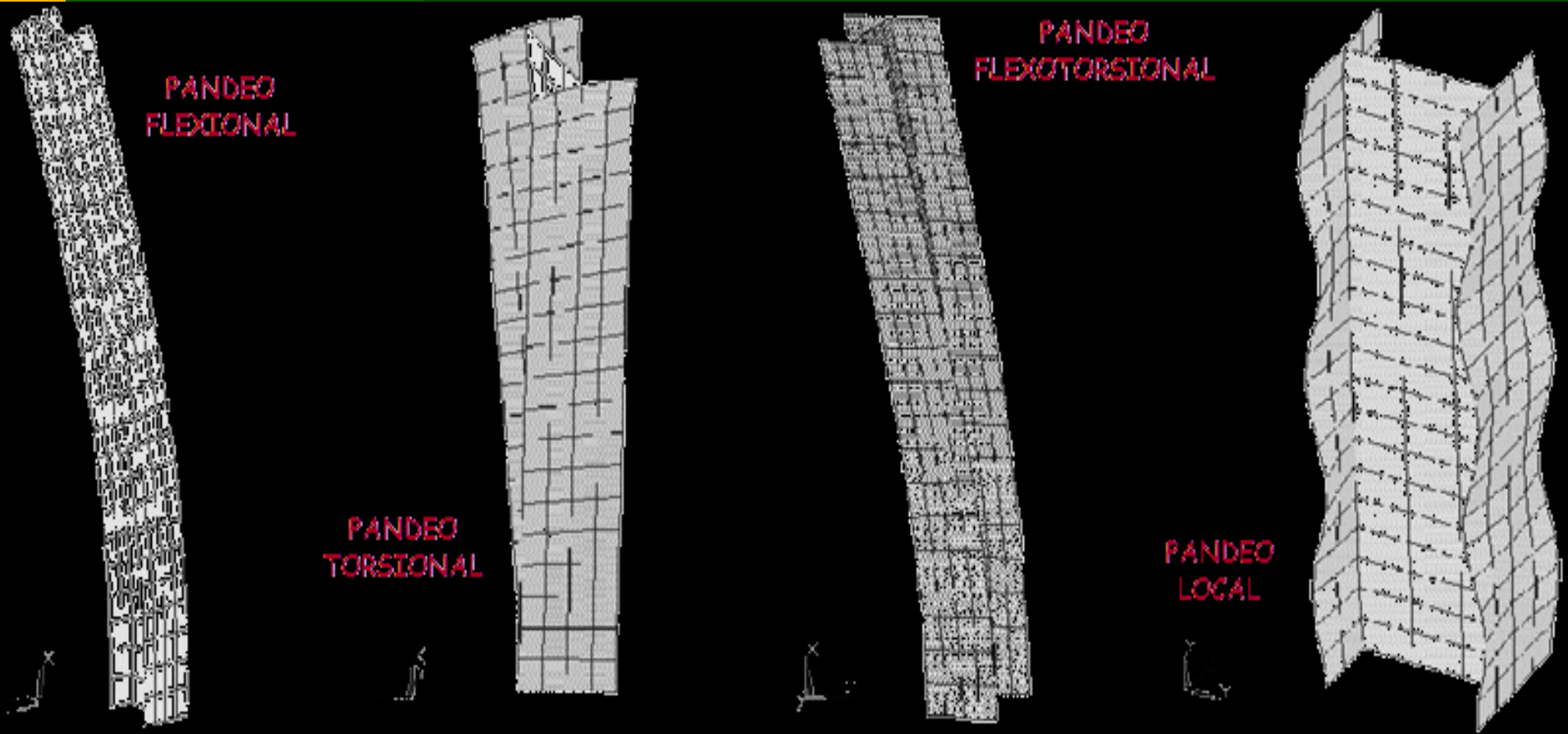
Esbeltez.

2 Formas diferentes de esbeltez provocan inestabilidad.

Esbeltez de la sección → Pandeo Local.

Esbeltez de la columna → Pandeo General.

Susceptibilidad al Pandeo

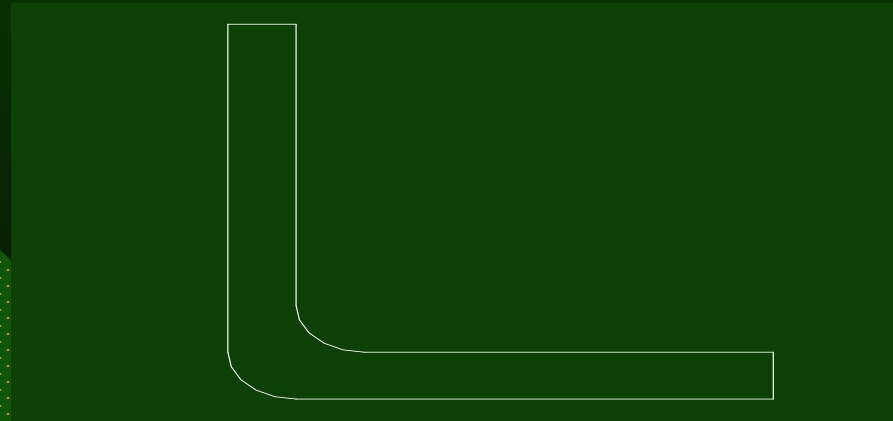


Pandeo Local.

Inestabilidad local inducida por la esbeltez de los elementos constitutivos de una sección (ala, pestaña, alma), los que pueden ser:

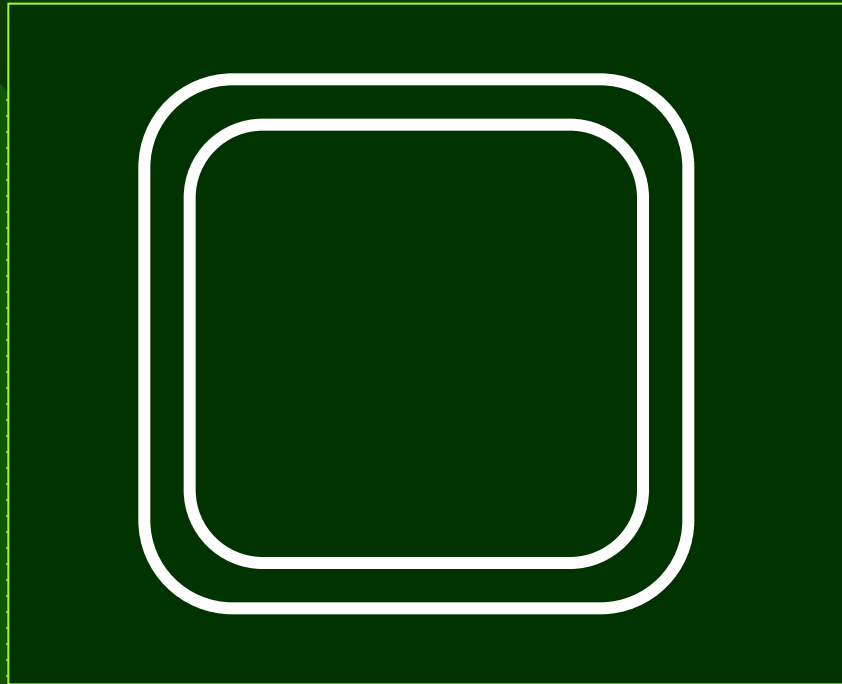
No atiesados

(Figura 1, Pág. 99).

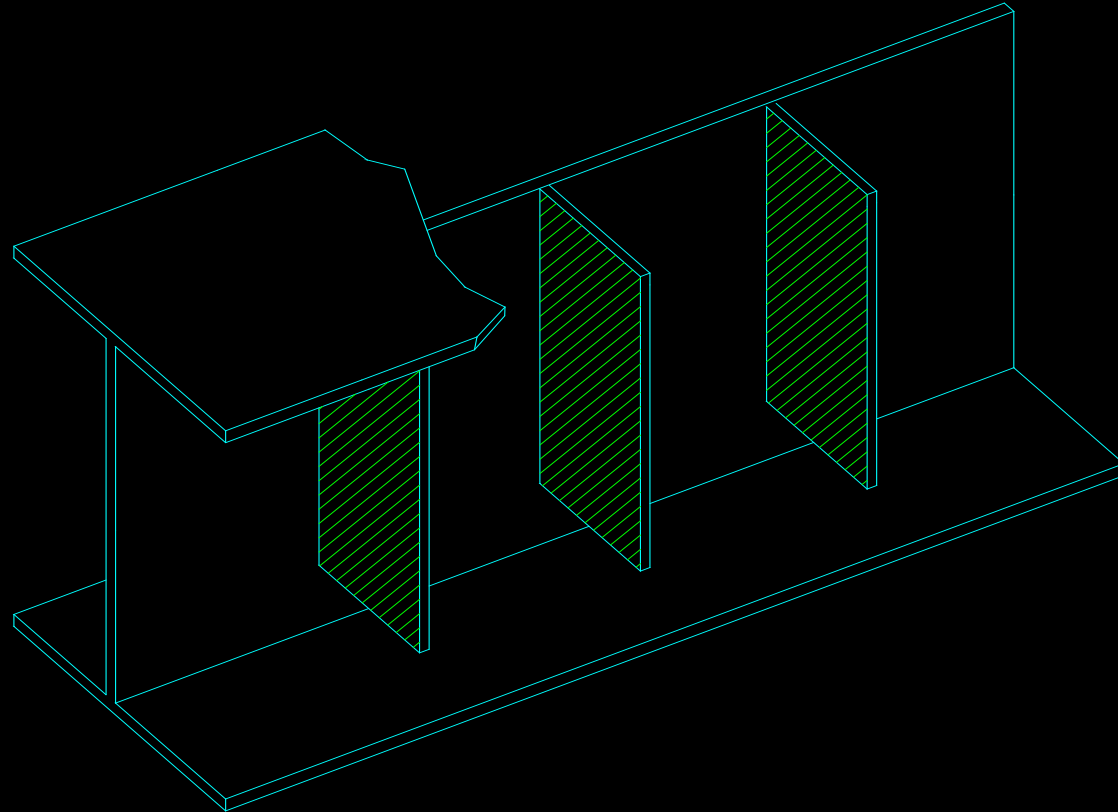


Pandeo Local.

Atiesados (Figura 2, Pág. 101).



Multiatiesado...



Esbeltez de un elemento.

$$(b/e)$$

b = ancho plano.

e = espesor

¿Cómo se determina el ancho plano?

Elementos No atiesados	Perfiles Laminados y Armados
	Perfiles Plegados
Elementos Atiesados	Perfiles Laminados y Plegados
	Perfiles Armados.

Efecto del Pandeo Local en la determinación de tensiones.

1. Elementos No atiesados: considerar un coeficiente de reducción de tensiones.

Q_s

Según Tablas 4 y 5 (y Fig. 1)

(Efecto del Pandeo Local en la determinación de tensiones).

2. Elementos Atiesados:

- Considerar el ancho efectivo: b_{ef}
- Área Efectiva: A_{ef}
- Q_a (Coeficiente de reducción de tensiones para elementos atiesados).

Según Tablas 7 y 8 (y Figura 2)

$$Q_a = \frac{A_{ef}}{A_{total}}$$

Efecto del Pandeo Local en la determinación de tensiones.

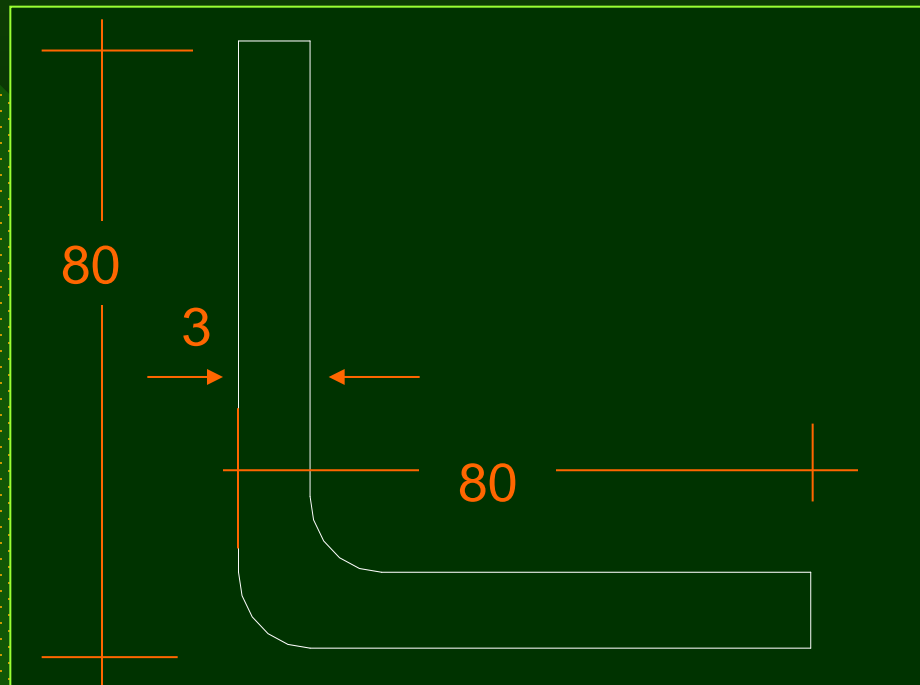
3. Secciones Compuestas de elementos No atiesados y Atiesados:

$$\text{Calcular } Q = Q_s * Q_a$$

Coeficiente de reducción de tensiones

Ejercicios:

Determinar Q_s para L 8 x 3,65 en A37-24ES



Ejercicios:

3.1.- Determinar Q_s para L 8 x 3,65 en A37-24ES

$$e = 3 \text{ mm.}$$

$$\text{Ancho Plano } \mathbf{b} = 80 - 2 \cdot 3 = 74 \text{ mm.}$$

$$\text{Esbeltez } (\mathbf{b/e}) = 74/3 = 24,7$$

De tabla 4 (Pág. 25)

$$\text{Esbeltez Compacta } (\mathbf{b/e})_c = 10,9 \text{ (caso D)}$$

$$24,7 > 10,9 \rightarrow \text{Calcular } Q_s \text{ con Tabla 5}$$

Ejercicios:

(Determinar Q_s para $L 8 \times 3,65$ en A37-24ES)

Caso D.1.

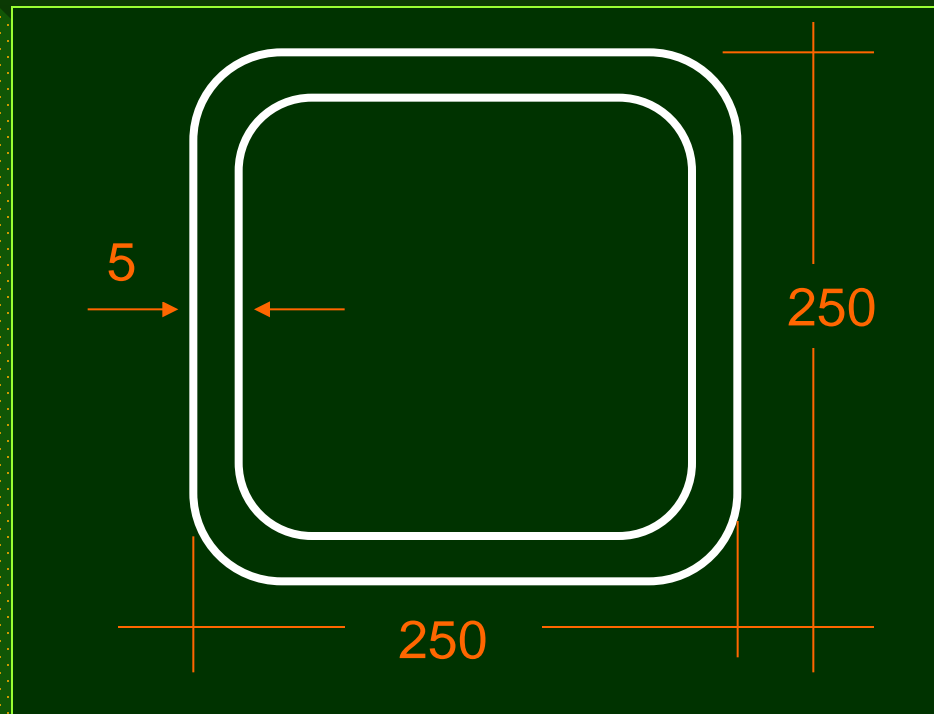
$$Q_s = 1,277 - 0,000518 \left(\frac{b}{e} \right) \sqrt{F_f}$$

$$Q_s = 1,277 - 0,000518 (24,7) \sqrt{2400}$$

$$Q_s = 0,650$$

Ejercicios:

3.2.- Determinar Q_a para la sección siguiente en calidad A 52-34 ES.



Ejercicios:

Determinar Q_a para A52-34ES

$$\mathbf{A = 48,4 \text{ cm}^2}$$

$$\left(\frac{b}{e} \right) = \frac{250 - 2 * 2 * 5}{5} = \frac{230}{5} = 46$$

De tabla 7 caso C (Tensiones)

$$\left(\frac{b}{e} \right)_c = 34,1$$

Ejercicios:

(Determinar Q_a para A52-34ES)

$$\Rightarrow b_e = \frac{2130 * e}{\sqrt{f}} \left[1 - \frac{427}{\frac{b}{e} \sqrt{f}} \right] \leq b$$

$$f = 0,6 F_f \rightarrow f = 2040$$

$$\Rightarrow b_e = \frac{2130 * 0,5}{\sqrt{2040}} \left[1 - \frac{427}{46 \sqrt{2040}} \right] \leq 23$$

Ejercicios:

(Determinar Q_a para A52-34ES)

$$b_e = 18,73 < 23$$

$$\Delta b = b - b_e = 23 - 18,73 = 4,27 \text{ cm (c/u)}$$

$$\Delta A = (\Delta b * e) * 4$$

$$\Delta A = (4,27 * 0,5) * 4 = 8,54 \text{ cm}^2$$

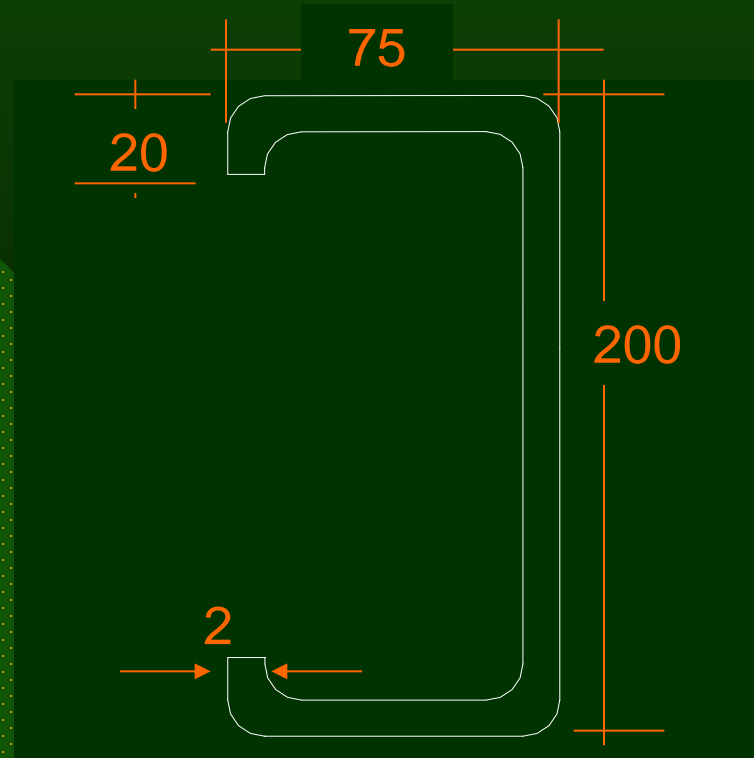
$$A_{ef} = 48,4 - 8,54 = 39,86 \text{ cm}^2$$

$$Q_a = 39,86 / 48,4$$

$$Q_a = 0,824$$

Ejercicios:

3.3.-Determinar Q para CA 20 x 5,92 en calidad A 42-27 ES.



Ejercicios:

Determinar Q para A42-27ES

Perfil con sección compuesta por elementos
No atiesados y Atiesados

$$\mathbf{A = 7,54 \text{ cm}^2}$$

1.- Elementos No Atiesados (Pestaña)

$$\left(\frac{b}{e} \right) = \frac{20 - 2 * 2}{2} = 8 < 10,3 \quad \text{(Tabla 4)}$$

$$\Rightarrow Q_s = 1$$

Ejercicios:

(Determinar Q para A42-27ES)

2.- Elementos Atiesados (Ala =2)

$$\left(\frac{b}{e} \right) = \frac{75 - 2 * 2 * 2}{2} = \frac{67}{2} = 33,5 < 35,8$$

$\Delta b = 0$ (no hay reducción de área)

Ejercicios:

(Determinar Q para A42-27ES)

Elementos Atiesados (Alma = 1)

$$\left(\frac{b}{e} \right) = \frac{200 - 2 * 2 * 2}{2} = \frac{192}{2} = 96 > 35,8$$

$$b_e = (\text{Caso 1.B}) \quad f = 0,6 * 2700 = 1620$$

$$b_e = \frac{2130 * 0,2}{\sqrt{1620}} \left[1 - \frac{465}{96 \sqrt{1620}} \right] \leq 19,2$$

Ejercicios:

(Determinar Q para A42-27ES)

$$b_e = 9,31 \text{ cm.} < 19,2$$

Por lo tanto: $\Delta b = 19,2 - 9,31 = 9,89 \text{ cm.}$

$$\Delta A = 9,89 * 0,2 = 1,978 \text{ cm}^2$$

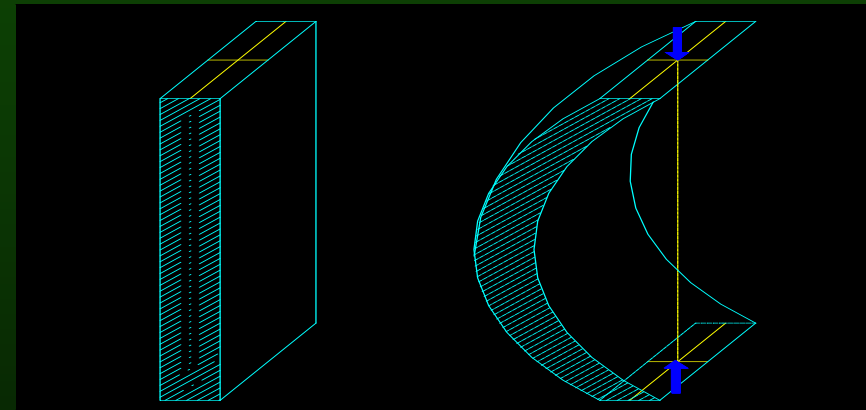
$$Q_a = (7,54 - 1,978) / 7.54 = 0,738$$

Entonces:

$$Q = Q_s * Q_a = 1 * 0,738 = 0,738$$

Existen 3 formas de Pandeo:

1. **Por Flexión:** Se presenta en perfiles de sección simétrica con respecto a uno ó ambos ejes sin solicitaciones de torsión.

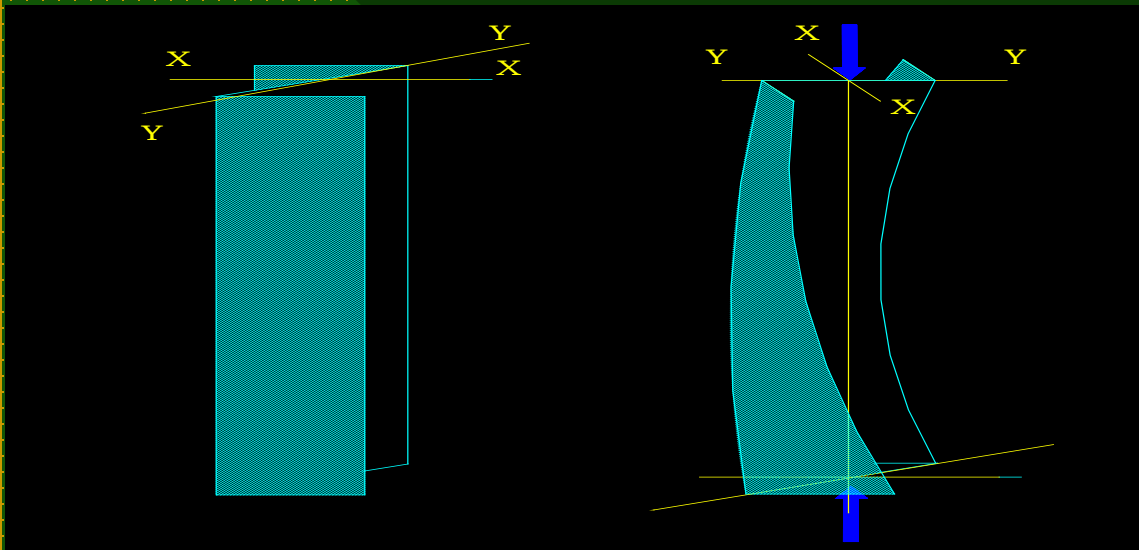


- Tubos cuadrados, rectangulares, redondos.
- Otras secciones cerradas mediante soldadura.
- Secciones sólidas.

PANDEO GENERAL

2. Por Torsión: Se presenta en secciones abiertas con simetría puntual.

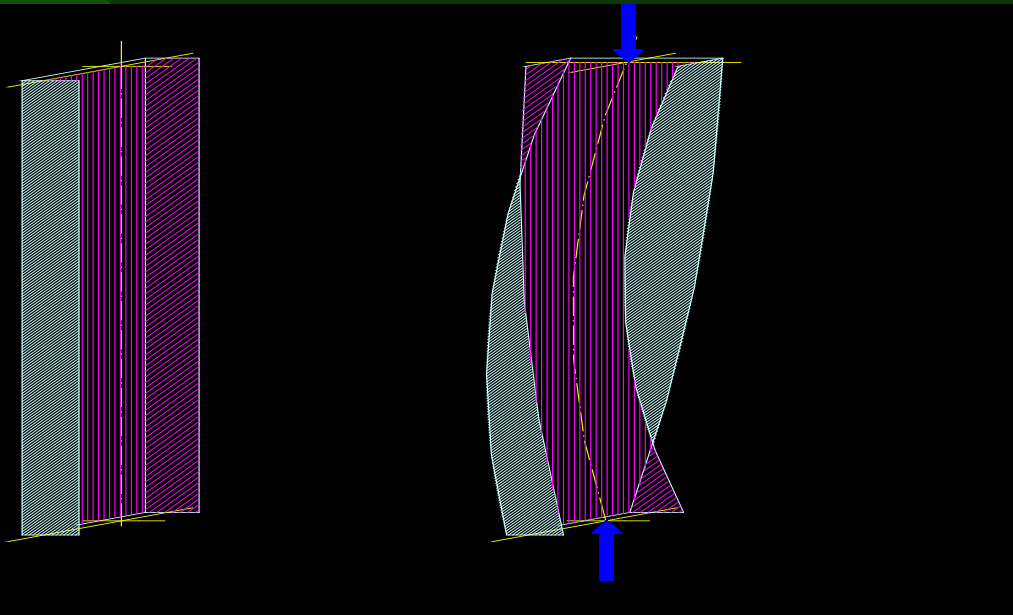
- Secciones Z
- Secciones I de alas iguales.
- Secciones cruciformes.
- Swásticas y similares.



PANDEO GENERAL

3. **Por Flexo-Torsión:** Se presenta en secciones con un eje de simetría (y principalmente en secciones sin simetrías).

- Perfiles U.
- Perfiles L.
- Perfiles Omega.



PANDEO GENERAL

Tensión de Trabajo

$$f_c = \frac{P}{A}$$

Carga axial

Área Total

$$f_c \leq F_c$$

¿Cómo se determina F_c ?

La NCh 427 of cR 77 establece F_c según las simetrías presentes.

PANDEO GENERAL

a) En perfiles con 2 ejes de simetría.

(X-X e Y-Y)

$$F_c = F_{c_i}^F$$

Según tabla 31 (Pág. 155)

PANDEO GENERAL

b) En perfiles con 1 eje de simetría (X-X)

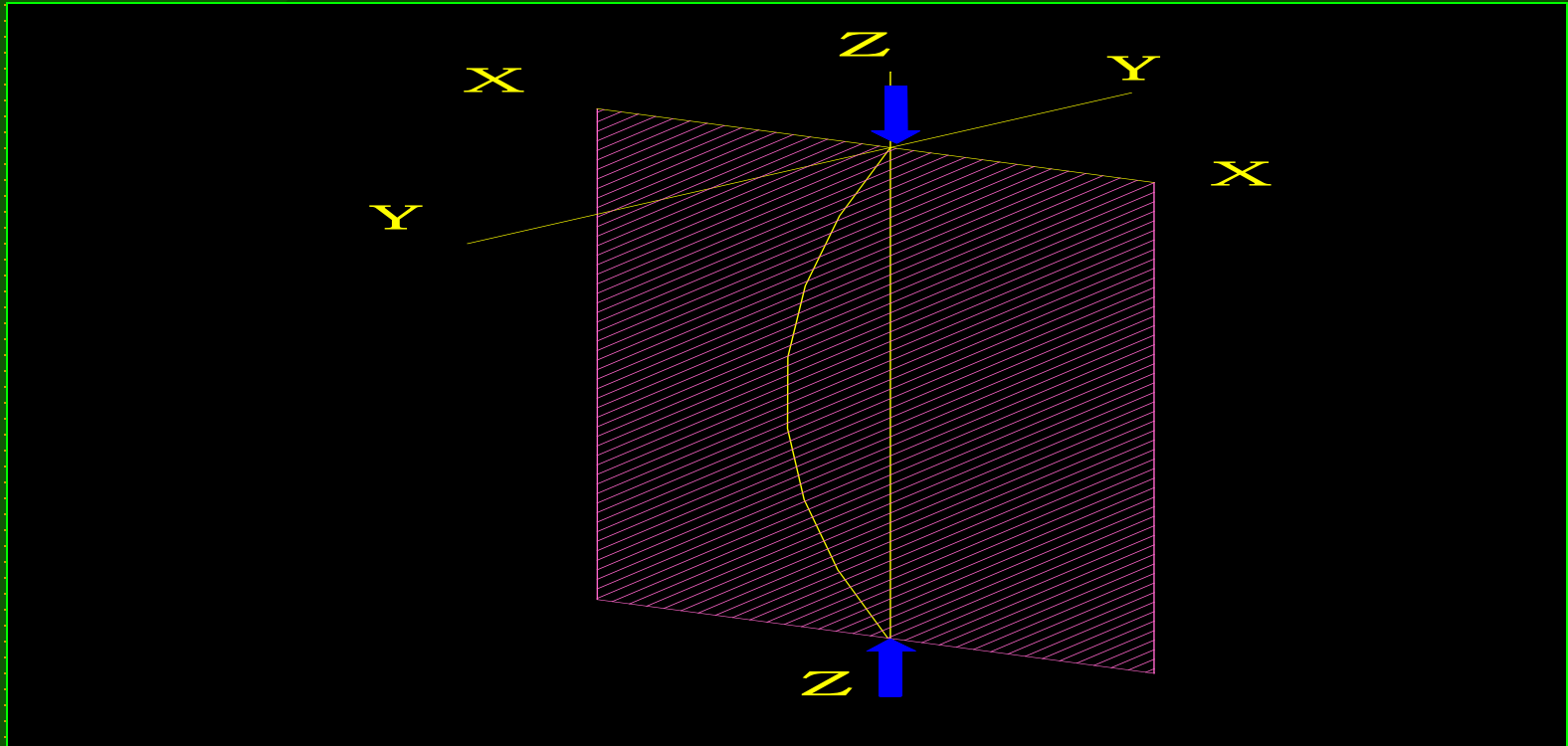
Con respecto a Y-Y F_{cy}^F Según tabla 31

Con respecto a X-X F_{cx}^F Según tabla 31

F_{cx}^{FT} Según tabla 32

PANDEO GENERAL

Definiciones de NCh 427 para el uso de Tablas 31 y 32.



El pandeo se produce en un plano ortogonal al eje en estudio

PANDEO GENERAL

Definiciones de NCh 427 para el uso de Tablas 31 y 32.

$$1. - \text{Esbeltez} = \frac{K \times L}{i}$$

- K = Coeficiente de longitud efectiva a determinar según **Tabla 33** para pre-dimensionamiento. Efectuado esto **recalcular** K según Tabla 34 y 35 de acuerdo al grado de empotramiento **G** de ambos extremos de la columna.

PANDEO GENERAL

Definiciones de NCh 427 para el uso de Tablas 31 y 32.

$$G_{A,B} = \frac{\sum \left(\frac{I_c}{L_c} \right)}{\sum \left(\frac{I_v}{L_v} \right)}$$

(Ver Página 158)

PANDEO GENERAL

Definiciones de NCh 427 para el uso de Tablas 31 y 32.

$$\text{Esbeltez} = \frac{K \times L}{i}$$

- L = Longitud real entre arriostramientos (cm.)
- i = Radio de giro (cm.)

Definiciones de NCh 427 para el uso de Tablas 31 y 32.

- **FS** = Factor de Seguridad.

En general se define en compresión axial.

$$FS = 23/12$$

Salvo en:

$$FS = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \left(\frac{\lambda}{c_e} \right) - \frac{1}{8} \left(\frac{\lambda}{c_e} \right)^3$$

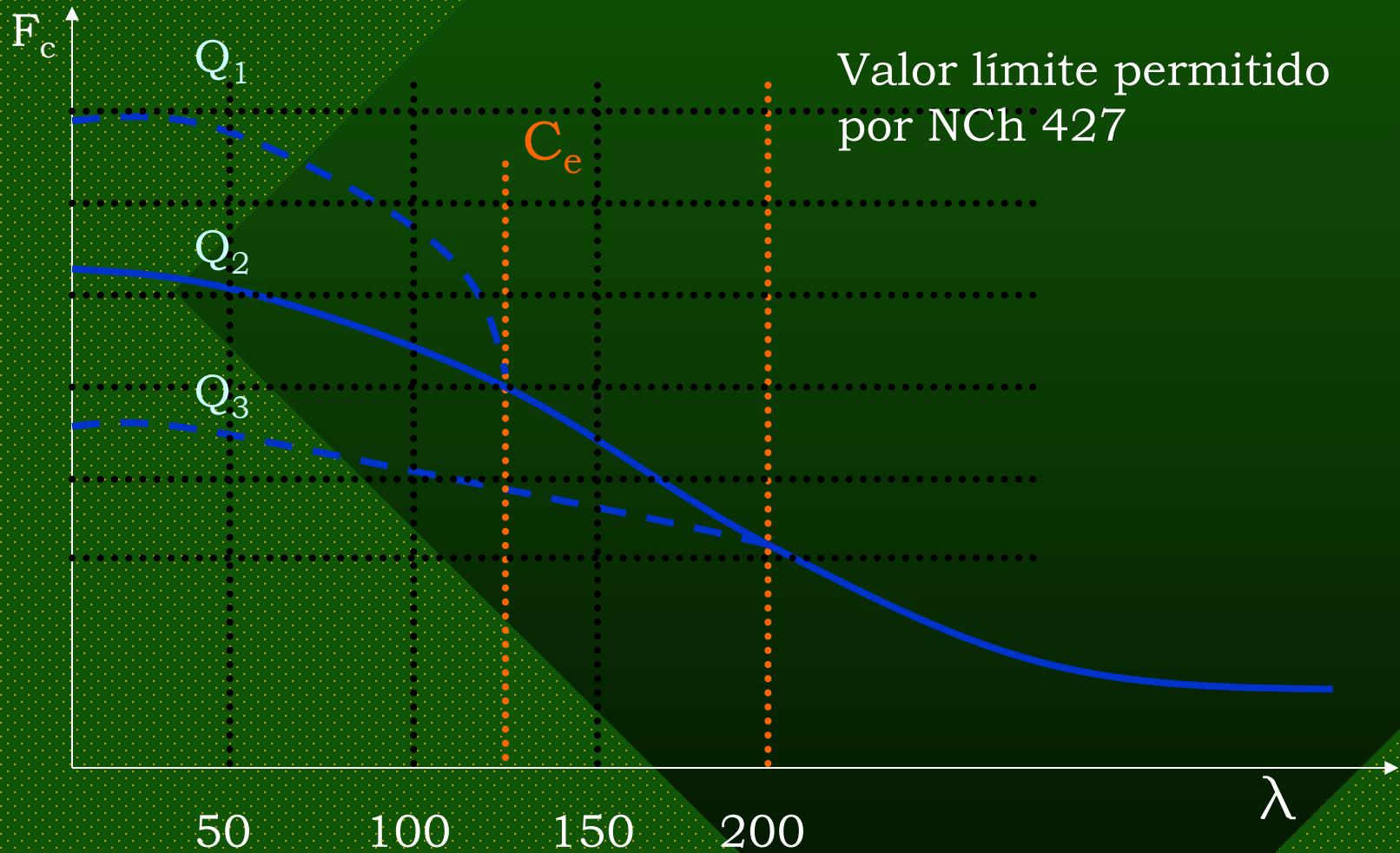
- Perfiles laminados, armados y en particular
- Perfiles plegados con $Q = 1$ y $e \geq 3$ mm.

En estos casos:

Definiciones de NCh 427 para el uso de Tablas 31 y 32.

- Esbeltez de Euler.

$$C_e = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{QF_f}}$$



Zona de Fórmula 1

Zona de Fórmula 2

Verificación del Pandeo en perfiles con 1 eje de simetría (X-X)

Se revisa:

- Pandeo por flexión con respecto al eje no simétrico (Y-Y).
- Pandeo por flexión con respecto al eje simétrico (X-X).
- Pandeo flexotorsional con respecto al eje simétrico (X-X).

Factor de seguridad = 23/12

σ_c^T = Tensión crítica de torsión.

$$\sigma_c^T = \frac{1}{A \times i_o^2} \left[G \times J + \frac{\pi^2 \times E \times C_a}{(KL)^2} \right]$$

G = Módulo Elástico de corte (787.440 kg/cm²)

J = Constante de torsión de St. Venant (en tablas).

C_a = Constante de Alabeo (en tablas).

i_o = Radio de giro polar (en tablas).

$$\sigma_{cx}^E = \left[\frac{\pi^2 \times E}{\lambda_x^2} \right]$$

Tensión crítica de Euler

$$\sigma_{cx}^{FT} = \frac{1}{2\beta} \left(\sigma_{cx}^E + \sigma_c^T - \sqrt{(\sigma_{cx}^E + \sigma_c^T)^2 - 4\beta \times (\sigma_{cx}^E \times \sigma_c^T)} \right)$$

Tensión crítica Flexo - Torsional

$$F_{CX}^{FT}$$

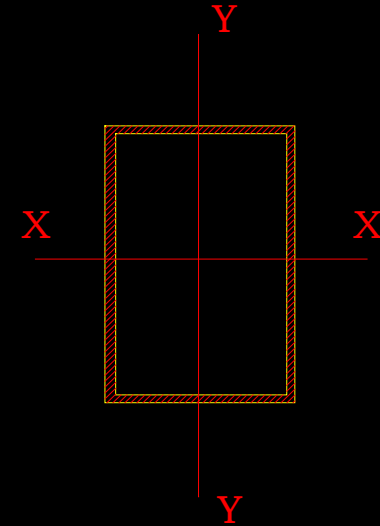
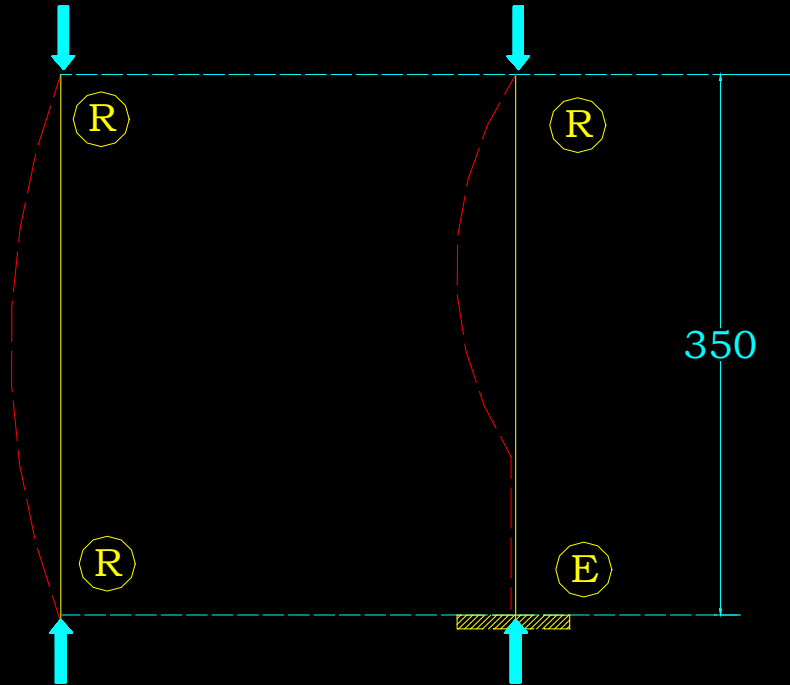
Según tabla 32

Comparar:

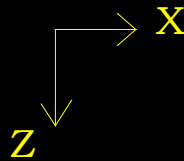
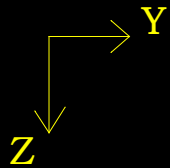
$$\sigma_{CX}^{FT} \quad v/s \quad 0,5 Q F_f$$

A 240 ES

$P = ?$



perfil rect. 15x5x6,07



3.4.- Determinar la carga P admisible

De Tabla Pág.35 Anexo:

Area: $7,70 \text{ cm}^2$

$e = 2 \text{ mm.}$

$\text{Ala} = b = 50 \text{ mm.}$

$\text{Alma} = h = 150 \text{ mm.}$

$i_x = 5,17 \text{ cm.}$

$i_y = 2,19 \text{ cm.}$

Pandeo Local:

Alas y almas son atiesadas, por lo tanto:

• Rev. Ala :
$$\left(\frac{b}{e} \right) = \frac{50 - 2 * 2 * 2}{2} = \frac{42}{2} = 21 < 40,6$$

$$\rightarrow b_e = b \quad \Delta b = 0$$

$$\bullet \text{Rev. Alma : } \left(\frac{b}{e} \right) = \frac{150 - 2 * 2 * 2}{2} = \frac{142}{2} = 71 > 40,6$$

De tablas 7 y 8:

$$b_e = \frac{2130 \times 0,2}{\sqrt{1440}} \left(1 - \frac{427}{71 \sqrt{1440}} \right) \leq 14,2$$

$$b_e = 9,45 < 14,2$$

$$\Delta b = 14,2 - 9,45 = 4,75 \text{ cm.}$$

$$\Delta A = 4,75 * 0,2 * 2 = 1,9 \text{ cm}^2.$$

$$Q = Q_a = (7,70 - 1,9) / 7,70 = \underline{0,753}$$

Pandeo General:

Perfil con 2 ejes de simetría, por lo tanto:

- Hay sólo pandeo por flexión.

C/r a X-X:

$$\lambda_x = \frac{K_x \times L_x}{i_x} = \frac{1 \times 350}{5,17} = 67,7$$

C/r a Y-Y:

$$\lambda_y = \frac{K_y \times L_y}{i_y} = \frac{0,8 \times 350}{2,19} = 127,85$$

$$\lambda_y > \lambda_x$$

→ Eje Y-Y determina diseño

$$C_e = \sqrt{\frac{2\pi^2 \times 2,04 \times 10^6}{0,753 \times 2400}} = 149,27$$

$$\lambda_y < C_e$$

Caso A tabla 31

$$FS = \frac{23}{12}$$

$$F_c = F_{cy}^F = \frac{12}{23} \left(1 - \frac{1}{2} \left(\frac{127,85}{149,27} \right)^2 \right) \times 0,753 \times 2400$$

$$F_c = 597,0 \text{ kg/cm}^2$$

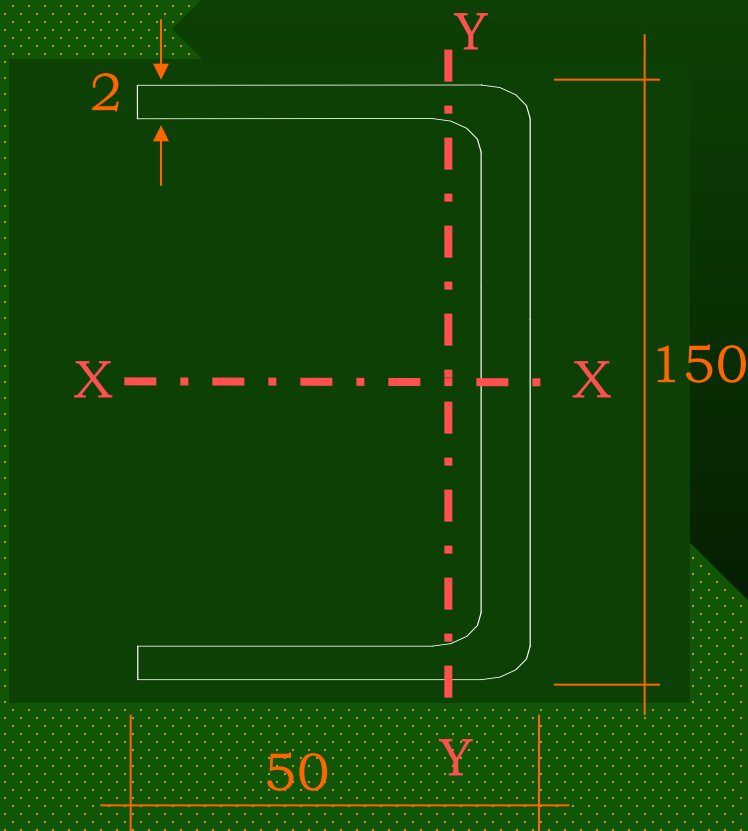
$$f_c \leq F_c$$

$$\frac{P}{A} \leq F_c$$

$$P \leq 597,0 * 7,70$$

$$P_{adm} \leq 4.597 \text{ kgf}$$

3.5.- En el mismo caso anterior: Determinar **P** admisible si sección es C15x3,82 en calidad A 270 ES. Perfil Plegado.



$$A = 4,87 \text{ cm}^2$$

$$i_x = 5,71$$

$$i_y = 1,50$$

$$i_o = 6,47$$

$$\beta = 0,833$$

$$J = 0,0649$$

$$C_a = 430$$

Pandeo Local:

- No atiesados:

$$\text{Ala: } \left(\frac{b}{e} \right) = \frac{50 - 2 * 2}{2} = \frac{46}{2} = 23 > 10,3$$

$$\Rightarrow Q_s = 1,277 - 0,000518 * 23 \sqrt{2700}$$

$$Q_s = 0,658$$

Pandeo Local:

- Atiesados:

$$\text{Alma: } \left(\frac{b}{e} \right) = \frac{150 - 2 * 2 * 2}{2} = \frac{142}{2} = 71 > 35,8$$

$$b_e = \frac{2130 \times 0,2}{\sqrt{0,6 * 0,658 * 2700}} \left(1 - \frac{465}{71 \sqrt{0,6 * 0,658 * 2700}} \right) \leq 14,2$$

$$b_e = 10,43 < 14,2$$

$$\Delta b = 14,2 - 10,43 = 3,77 \text{ cm.}$$

$$\Delta A = 3,77 * 0,2 = 0,754 \text{ cm}^2.$$

$$Q_a = \frac{4,87 - 0,754}{4,87} = 0,845$$

Por lo tanto:

$$Q = 0,658 * 0,845$$

$$\underline{Q = 0,556}$$

Pandeo General:

- Pandeo por Flexión

$$\text{C/r a X-X: } \lambda_x = \frac{K_x \times L_x}{i_x} = \frac{1 \times 350}{5,71} = 61,3$$

$$\text{C/r a Y-Y: } \lambda_y = \frac{K_y \times L_y}{i_y} = \frac{0,8 \times 350}{1,50} = 186,67$$

$$\lambda_y > \lambda_x$$

(No hay pandeo por flexión posible c/r a X-X)

$$y \quad F_c^F = F_{cy}^F \quad \text{de Tabla 31}$$

$$FS = 23/12$$

$$C_e = \sqrt{\frac{2\pi^2 \times 2,04 \times 10^6}{0,556 \times 2700}} = 163,78$$

$$\rightarrow 200 > \lambda_y > C_e$$

Caso B tabla 31

$$F_{cy}^F = \frac{12}{23} * \frac{\pi^2 * 2,04 * 10^6}{186,67^2}$$

$$F_{cy}^F = 301,5 \text{ kg/cm}^2$$

• Pandeo Flexo – Torsional:

$$\sigma_c^T = \frac{1}{4,87 * 6,47^2} \left[787.440 * 0,0649 + \frac{\pi^2 * 2,04 * 10^6 * 430}{350^2} \right]$$

$$\sigma_c^T = 597,4 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{\text{CX}}^{\text{E}} = \left[\frac{\pi^2 * 2,04 * 10^6}{61,3^2} \right] = 5358,1 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} > (F_f = 2700)$$

$$\sigma_{\text{CX}}^{\text{FT}} = \frac{1}{2 * 0,833} \left(2700 + 597,4 - \sqrt{(2700 + 597,4)^2 - 4 * 0,833 * (2700 * 597,4)} \right)$$

$$\sigma_{\text{CX}}^{\text{FT}} = 571,7 \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

$$\sigma = 0,5 * Q * F_f = 0,5 * 0,556 * 2700 = 750,6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{\text{CX}}^{\text{FT}} < 0,5 Q F_f \quad \text{Caso B Tabla 32}$$

$$F_{\text{CX}}^{\text{FT}} = \frac{12}{23} * 571,7 = 298,3 \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

Menor
valor entre

$$\left\{ \begin{array}{l} F_{cx}^F \quad \text{Descartado por ser mayor a } F_{cy}^F \\ F_{cy}^F = 301,5 \text{ kg/cm}^2 \\ F_{cx}^{FT} = 298,3 \text{ kg/cm}^2 \end{array} \right.$$

$$F_c = 298,3 \text{ kg/cm}^2$$

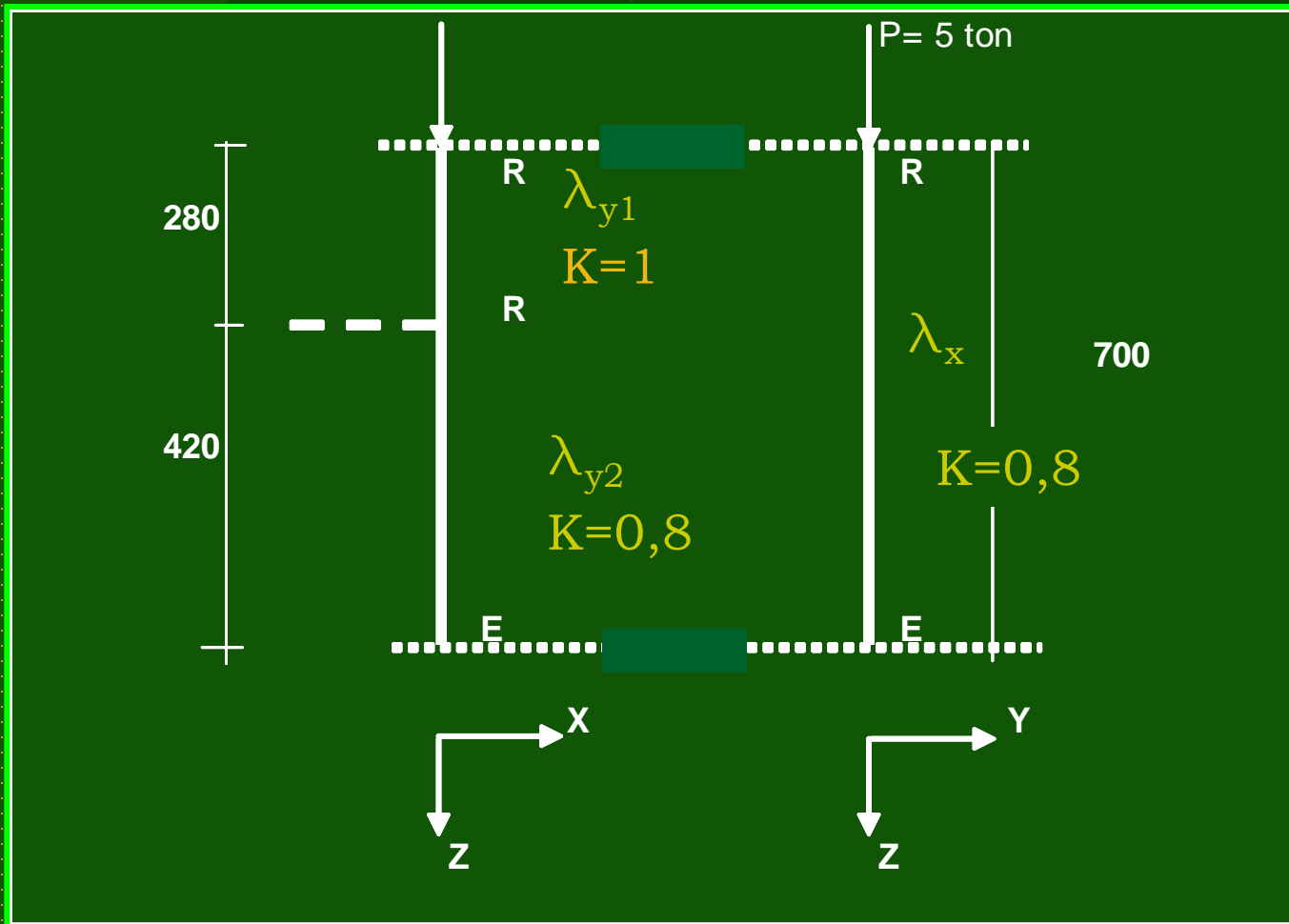
Y la sollicitación de diseño es:

Pandeo flexotorsional c/r a X-X

$$P_{adm} = 4,87 * 298,3$$

$$P_{adm} = 1.453 \text{ kgf}$$

3.6.- Diseñar la columna de la figura en sección rectangular en A 270 ES (se supone una sección uniforme).



Nota: Todo el método de diseño estructural es de aproximación sucesiva (TANTEO SISTEMÁTICO), y ya que las cargas de pandeo dependen de las λ .

C/r a Y-Y

$$\lambda_{y1} = \frac{1 * 280}{i_y} = \frac{280}{i_y}$$

$$\lambda_{y2} = \frac{0,8 * 420}{i_y} = \frac{336}{i_y}$$

En sección constante $\lambda_{y2} > \lambda_{y1}$

c/r a X-X

$$\lambda_x = \frac{0,8 * 700}{i_x} = \frac{560}{i_x}$$

- Hacer tabla con distintos valores arbitrarios de λ , menores y mayores a la esbeltez de Euler (C_e), y suponer $\lambda_x = \lambda_y$
- Entonces resultan valores de i_x e i_y para obtener esas λ .
- Como hay doble simetría, sólo se usa Tabla 31, caso B.
- Considerar preliminarmente que no hay reducción por Pandeo local, es decir $Q = 1$

$$\rightarrow F_c \quad y \quad A = \frac{P}{F_c}$$

Obtener A , i_x , i_y .

Con estos valores encontrar en Tablas una sección posible de acuerdo al requerimiento.

C_e	λ	i_y	i_x	$F_c F$	A	perfil
122,1	100	3,36	5,60	936,2	5,4	15 x 7,5 x 10,1
	110	3,05	5,09	837,0	6,0	15 x 7,5 x 10,1
	120	2,80	4,67	728,4	6,9	15 x 7,5 x 10,1
	130	2,59	4,31	621,6	8,1	15 x 7,5 x 10,1
	140	2,40	4,00	536,0	9,4	10 x 10 x 8,96
	150	2,24	3,74	466,9	10,7	10 x 10 x 8,96

Verificar sección	A	i_x	i_y	e
 15 x 7,5 x 10,1	12,83	5,41	3,17	3
 10 x 10 x 8,96	11,4	3,94	3,94	3



15 x 7,5 x 10,1

A 270 ES

Pandeo Local:

- Ambos elementos Atiesados:

$$\text{Ala: } \left(\frac{b}{e} \right) = \frac{75 - 2 * 3 * 2}{3} = \frac{63}{3} = 21,0 < 38,3$$

$$b_e = b$$

$$\Delta b = 0$$

• Alma: $\left(\frac{b}{e}\right) = \frac{150 - 2 * 3 * 2}{3} = \frac{138}{3} = 46 > 38,3$

$$b_e = \frac{2130 \times 0,3}{\sqrt{1620}} \left(1 - \frac{427}{46 \sqrt{1620}} \right) \leq 13,8$$

$$b_e = 12,21 < 13,8$$

$$\Delta b = 13,8 - 12,21 = 1,59 \text{ cm.}$$

$$\Delta A = 1,59 * 0,3 * 2 = 0,954 \text{ cm}^2.$$

$$Q_A = (12,83 - 0,954) / 12,83 = 0,925$$

Pandeo General: (Doble simetría)

$$\text{C/r a X-X: } \lambda_x = \frac{K_x \times L_x}{i_x} = \frac{0,8 \times 700}{5,41} = 103,51$$

$$\text{C/r a Y-Y: } \lambda_{y2} = \frac{K_y \times L_y}{i_y} = \frac{0,8 \times 420}{3,17} = 106,0$$

$$\lambda_{y2} > \lambda_x$$

Eje Y-Y en tramo 2 determina el diseño.

$$C_e = \sqrt{\frac{2\pi^2 \times 2,04 \times 10^6}{0,925 \times 2700}} = 127,0$$

$$\rightarrow 200 > C_e > \lambda_y$$

$$F_c = F_{cy}^F = \frac{12}{23} * (1 - 0,5 * (\frac{106,0}{127,0})^2) * 0,925 * 2700$$

$$F_c = 849,2 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_c = 849,2 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_c = \frac{P}{A} = \frac{5000}{12,83} = 389,7 \left\langle \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right\rangle$$

Por lo tanto:

$$f_c < F_c$$



Si se desea puede verificar el otro perfil sugerido

Columnas de Sección Circular

PANDEO LOCAL según Tabla 40. (pág. 115)

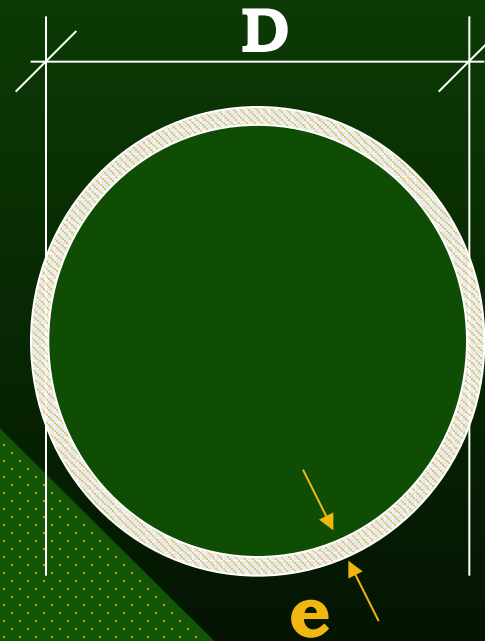
D/e	F_c y F_m	2400	2700	3400
$\leq \frac{230.000}{F_f}$	$0.6 F_f$	96 1440	85 1620	68 2040
$> \frac{230.000}{F_f}$	$\frac{46.500}{D/e} + 0,399F_f$	96 396	85 352	68 279
$\leq \frac{950.000}{F_f}$		$\frac{46.500}{D/e} + 960$	$\frac{46.500}{D/e} + 1080$	$\frac{46.500}{D/e} + 1360$

y además considerar

$$f_c \leq F_c^F$$

Tabla 31 perfiles plegados

$$D_m = D_{ext} - e$$



D diámetro medio

Columnas de Sección Compuesta

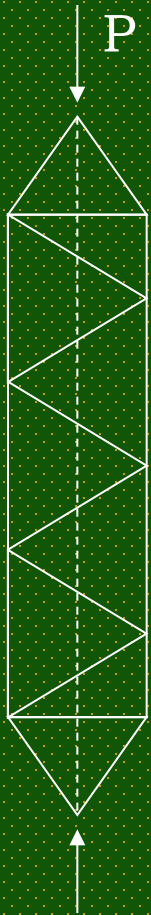
Aquel constituido por 2 o más planchas o perfiles unidos entre sí de manera que trabajan en conjunto.

Dar especial atención a requerimientos de mantención.

- **Se pueden clasificar como:**

1. ARMADAS: (Perfiles Adosados) Nch 427 ITEM 16.2.2 pág. 163
 - a. Con soldadura continua.
 - b. Con soldadura intermitente.

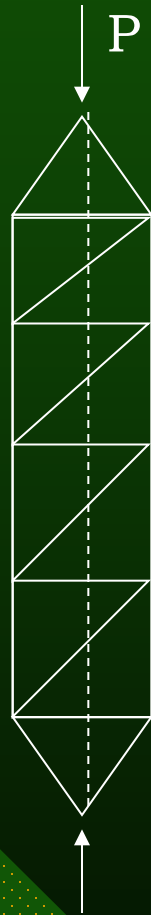
2. COLUMNAS DE CELOSÍA:



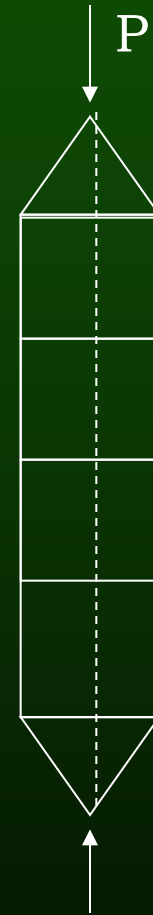
Cel. Sencilla



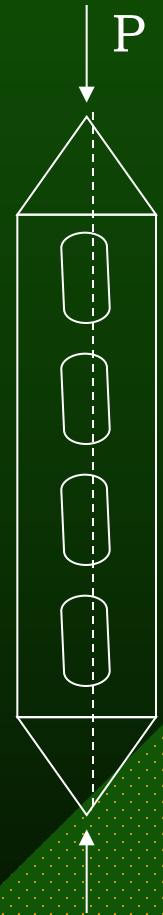
Cel. Doble



Cel. c/placas
de unión y diag.



Cel. c/placas
de unión




Cubre placas
perforadas

El propósito de la CELOSÍA es mantener paralelas y a las distancias correctas las diversas partes del miembro comprimido a fin de uniformar la distribución de esfuerzos en ellas.

Diseño de Secciones Compuestas Armadas

CASO A: Soldadura Continua (tratar como sección continua)

- Verificar simetrías de la sección compuesta 
 - SIMPLE**
 - DOBLE**
- Verificar la columna total (L y P TOTAL)
- Verificar PANDEO LOCAL como sección compuesta (unida)

CASO B: Soldadura Discontinua o Intermitente

- Verificar Pandeo local en la zona sin soldadura. (Sección Simple)
- Verificar simetrías de la sección compuesta y analizar la columna total. (L y P TOTAL)
- Verificar simetrías de la sección simple con:

$$\text{Carga} = P/2$$

l = distancia entre eje de soldaduras

Considerar

$$\left(\frac{l}{i_{\min}} \right)_{\text{simple}} \leq \left(\frac{K * L}{i} \right)_{\text{compuesto}}$$

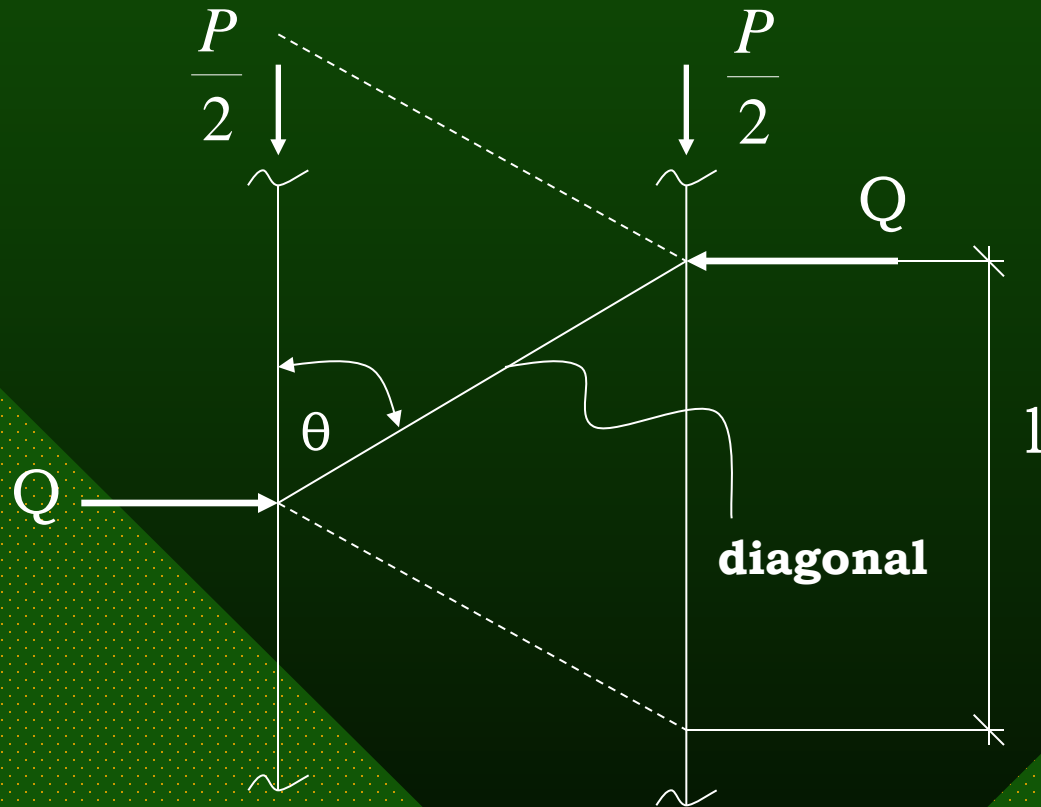
Diseño de Secciones Compuestas de Celosía

Condiciones a considerar:

- Pandeo de la columna en conjunto sometida a carga axial.
- Pandeo o fluencia de los elementos individuales de la columna.
- Resistencia del entramado de la celosía.
- Distorsión de la sección transversal.
(Se evita utilizando diafragma de rigidez)

Requerimientos de Diseño para Diagonales

CASO 1



1. Cada diagonal debe diseñarse para una fuerza cortante

$$Q = 0,02 P \quad (P \text{ carga axial total})$$

2. Esbelteces limitadas a:

$$\lambda_d \leq 140 \quad (\text{celosías simples})$$

$$\lambda_d \leq 200 \quad (\text{celosías dobles})$$

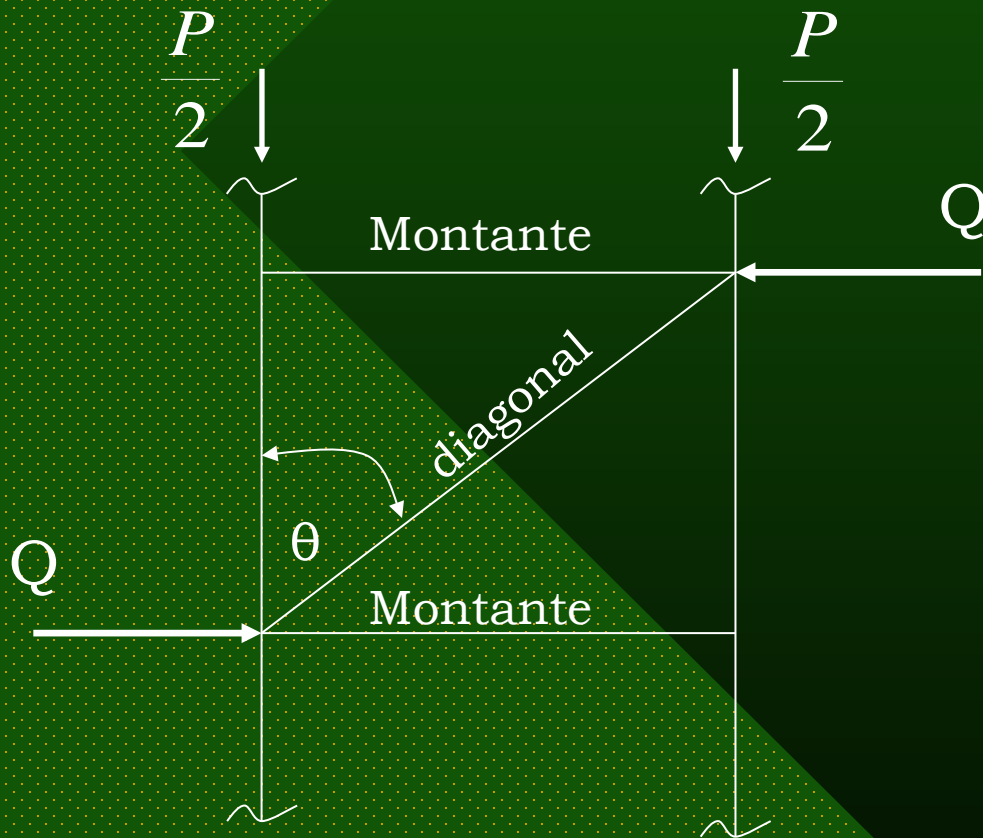
Se requiere celosía doble para todo $l \geq 40$ cms.

3. Carga de compresión en la diagonal

$$N = \frac{Q}{2 * n * \text{sen} \theta}$$

(siendo n el número de planos de celosías)

CASO 2

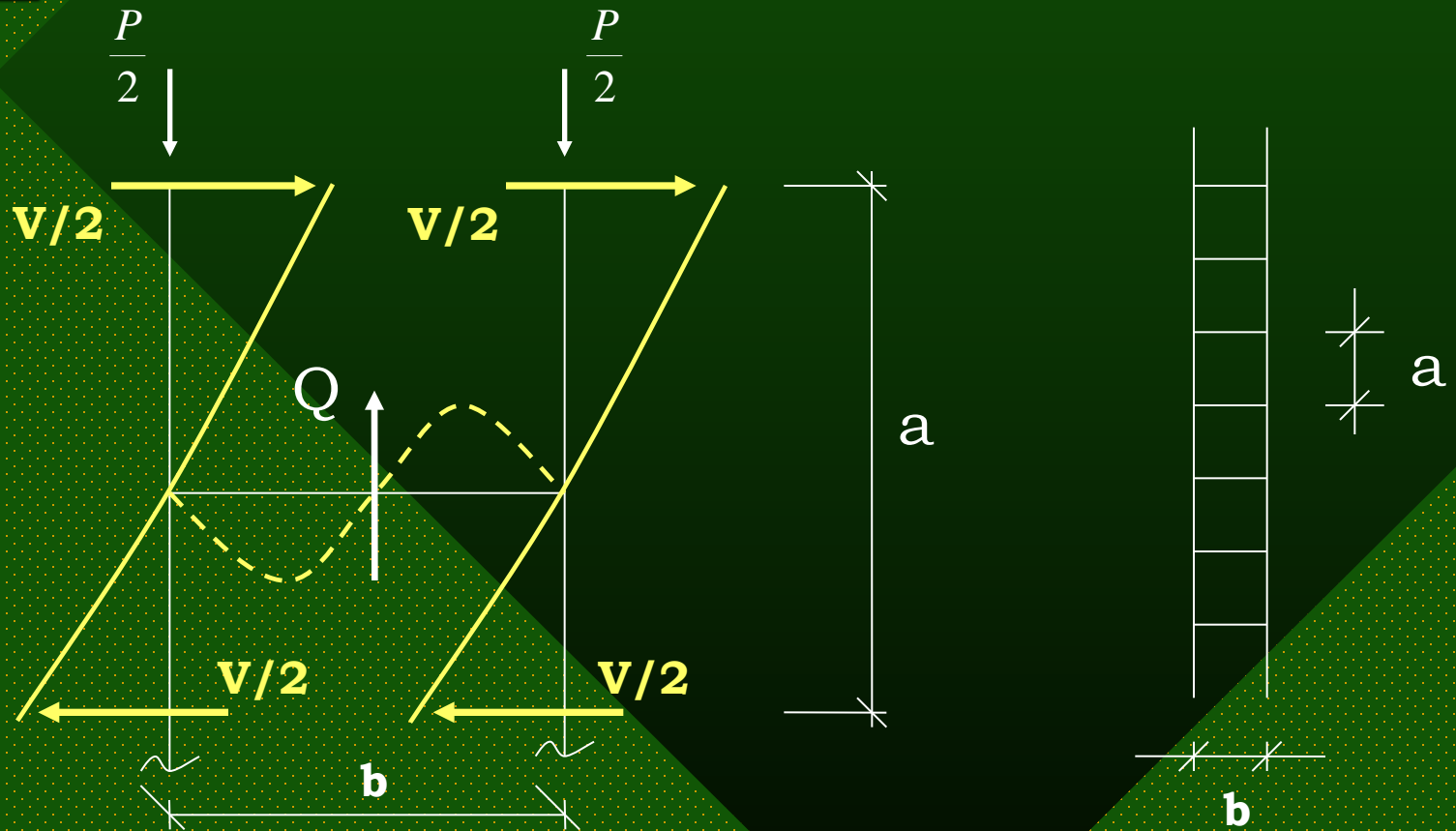


$$N_m = \frac{Q}{n}$$

$$N_d = \frac{Q}{n * \text{sen} \theta}$$

Requerimientos para Columnas con Placas de Unión

CASO 3



1. La plancha se diseñará considerando un corte

$$V = 0,0125 A * F_t \quad (F_t = 0,6 F_f)$$

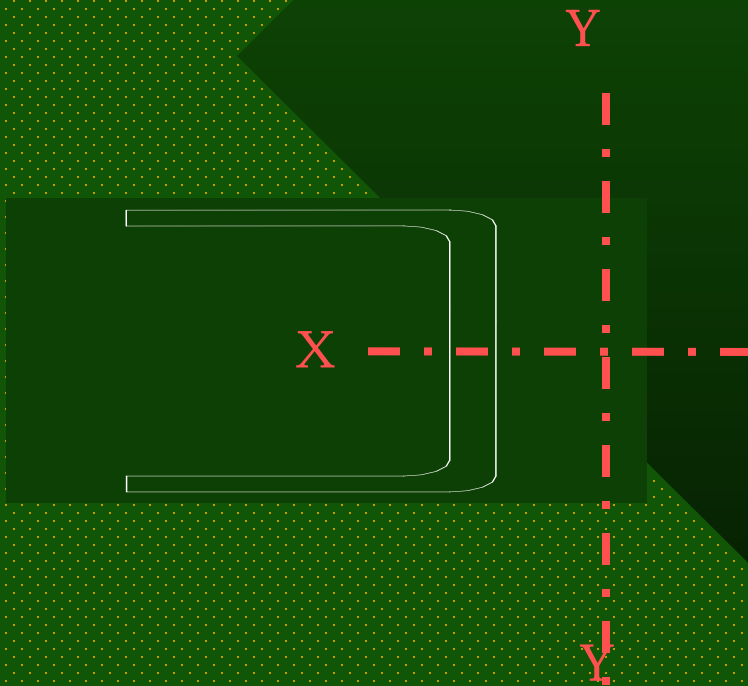
Por lo tanto

$$Q = \frac{V * a}{b}$$

$$M_{m\acute{a}x(c)} = \frac{V * a}{2}$$

y la plancha debe diseñarse para resistir el corte Q y el $M_{m\acute{a}x}$

La columna se diseña c/r al eje X-X (eje material) sin variaciones.



En cambio c/r a Y-Y (eje inmaterial)

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * E * A}{\lambda f_y^2}$$

(FS = 23/12)

$$\lambda_{f_y} = \sqrt{\lambda_y^2 + \frac{n}{2} \lambda_1^2}$$

Con:

λ_y = Esbeltez Total de la columna ($K*L/i_y$)

λ_1 = Esbeltez parcial del elemento individual (a/i)

$\lambda_1 \leq 0,75 \lambda_y$ ($K=1.0$ para λ_1)

$$F_c^F = \frac{12}{23} * \frac{\pi^2 * E}{\lambda f_y^2}$$