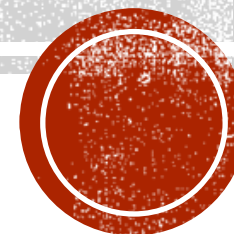


MIEMBROS A COMPRESIÓN



TIPOS DE ELEMENTOS

- Cuerdas
- Arriostramientos
- Columnas
- Patines a compresión
- Puntales



MODOS DE FALLA

- Pandeo local
- Pandeo flexionante
- Pandeo torsionante



MODOS DE FALLA

- Pandeo local
 - Pandeo flexionante
 - Pandeo torsionante
- Sección transversal no es delgada
 - Pandeo localmente en compresión antes de otros modos de pandeo
 - Se mide por la relación de ancho-espesor de la sección transversal



MODOS DE FALLA

- Pandeo local
 - Pandeo flexionante
 - Pandeo torsionante
- Pandeo de Euler
 - Se vuelven inestables al someterse a flexión



MODOS DE FALLA

- Pandeo local
 - Pandeo flexionante
 - Pandeo torsionante
- Falla por torsión o por pandeo torsional y flexionante (combinado)



MODOS DE FALLA

- A una mayor longitud en comparación a la sección transversal, mayor es la tendencia a pandearse y menor la carga soportar.
- Se mide con la relación de esbeltez (L/r)

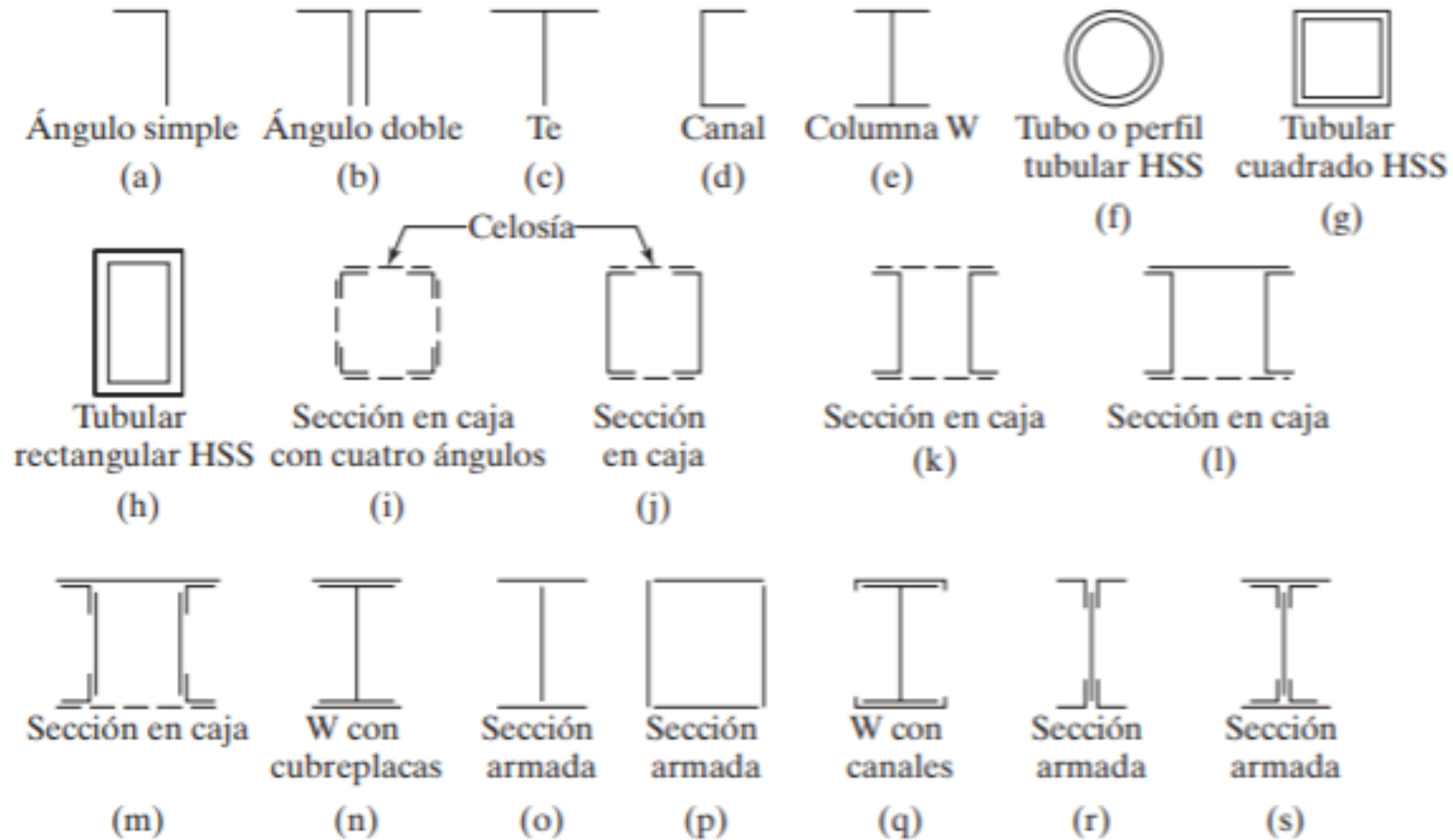


CARGAS-ESFUERZOS

- Cargas axiales o concéntricas
- Cargas muertas
- Cargas vivas
- Esfuerzos residuales al enfriamiento de las secciones
 - Compresión -> enfriamiento rápido
 - Tensión -> enfriamiento lento
 - Fluencia premature -> reduce resistencia



PERFILES



FÓRMULA DE EULER

- Esfuerzo bajo el cual la columna se pandea decrece con el aumento de longitud de la columna
- Carga de Pandeo elástico

$$P = \frac{\pi^2 EI}{L^2}$$

- Esfuerzo de pandeo de Euler

$$\frac{P}{A} = \frac{\pi^2 E}{(L/r)^2} = F_e$$



FÓRMULA DE EULER

- Una W10x22 se usa como columna articulada en sus apoyos de 15 pies de altura. Usando la expresión de Euler, determine la carga crítica o de pandeo de la columna. Suponga que el acero tiene un límite proporcional de 36 klb/plg²

Usando una W10 × 22 de 15 pies de longitud ($A = 6.49 \text{ plg}^2$, $r_x = 4.27 \text{ plg}$, $r_y = 1.33 \text{ plg}$) r mínimo = $r_y = 1.33 \text{ plg}$

$$\frac{L}{r} = \frac{(12 \text{ plg/pie})(15 \text{ pies})}{1.33 \text{ plg}} = 135.34$$

$$\begin{aligned} \text{Esfuerzo elástico o de pandeo } F_e &= \frac{(\pi^2)(29 \times 10^3 \text{ klb/plg}^2)}{(135.34)^2} \\ &= 15.63 \text{ klb/plg}^2 < \text{el límite proporcional de } 36 \text{ klb/plg}^2 \end{aligned}$$

OK la columna está en el rango elástico

$$\text{Carga elástica o de pandeo} = (15.63 \text{ klb/plg}^2)(6.49 \text{ plg}^2) = 101.4 \text{ k}$$



FÓRMULA DE EULER

- Esfuerzo bajo el cual la columna se pandea decrece con el aumento de longitud de la columna
- Carga de Pandeo elástico

$$P = \frac{\pi^2 EI}{L^2}$$

- Esfuerzo de pandeo de Euler

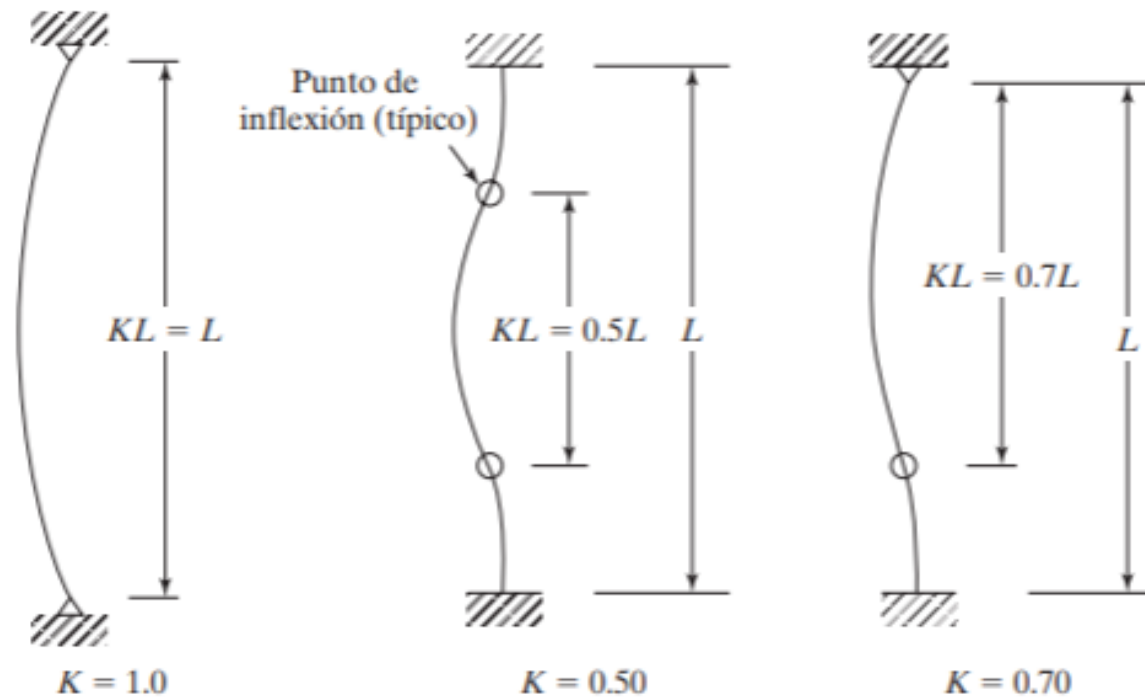
$$\frac{P}{A} = \frac{\pi^2 E}{(L/r)^2} = F_e$$

- Distancia entre los puntos de inflexión (longitud efectiva)

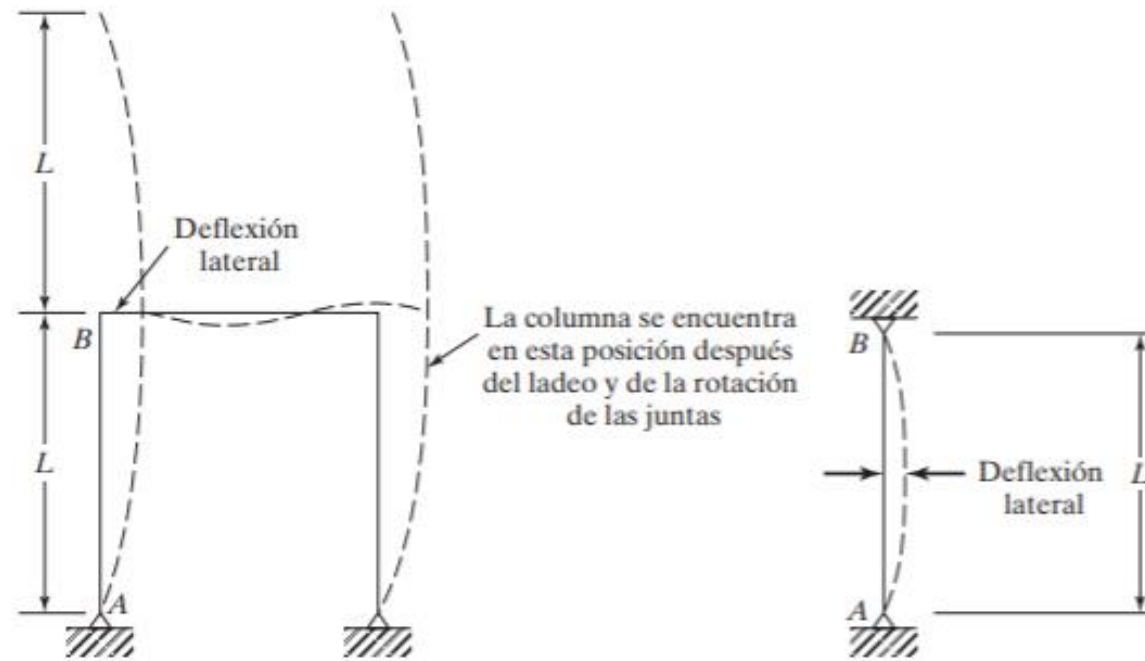


FÓRMULA DE EULER

- Distancia entre los puntos de inflexión (longitud efectiva)
 - Soporte de cargas mayores



FÓRMULA DE EULER



FÓRMULA DE EULER

Las líneas punteadas muestran la forma pandeada de la columna

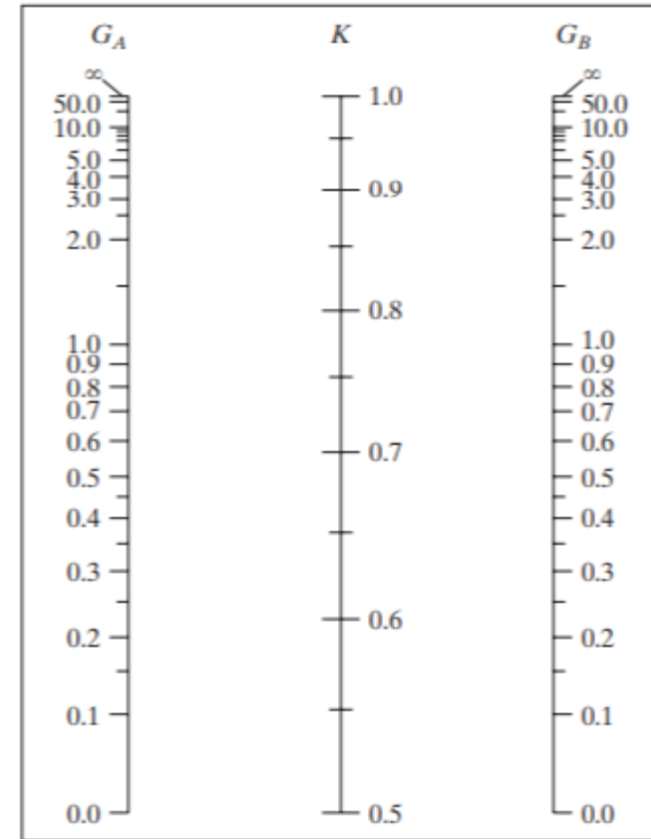
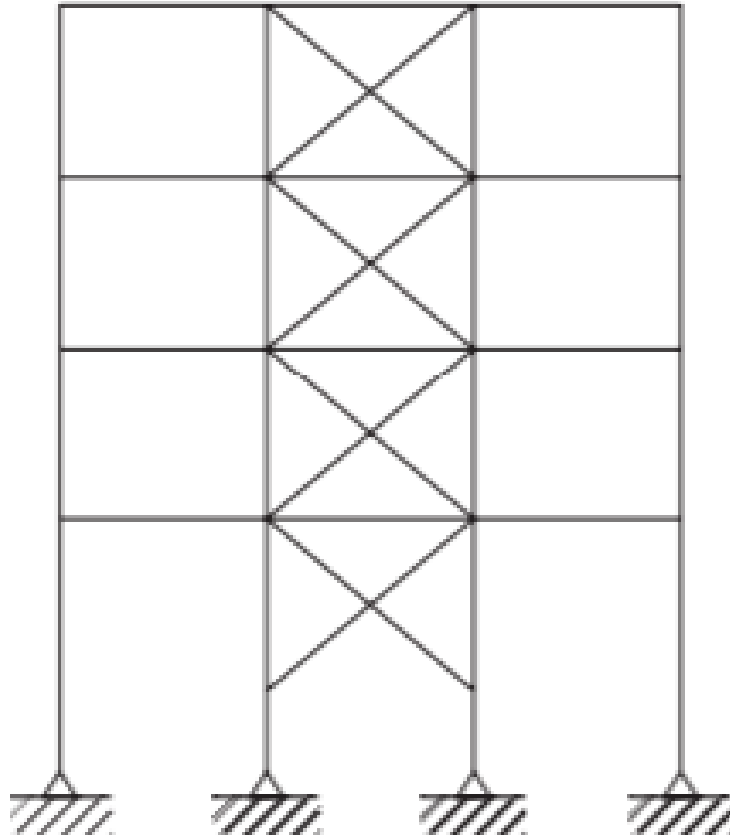
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Valor K teórico	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Valores recomendados de diseño cuando las condiciones reales son aproximadas	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0

Símbolos para las condiciones de extremo		Rotación y traslación impedidas
		Rotación libre y traslación impedida
		Rotación impedida y traslación libre
		Rotación y traslación libres



LONGITUDES EFECTIVAS

$$G = \frac{\sum \left(\frac{E_c I_c}{L_c} \right)}{\sum \left(\frac{E_g I_g}{L_g} \right)}$$

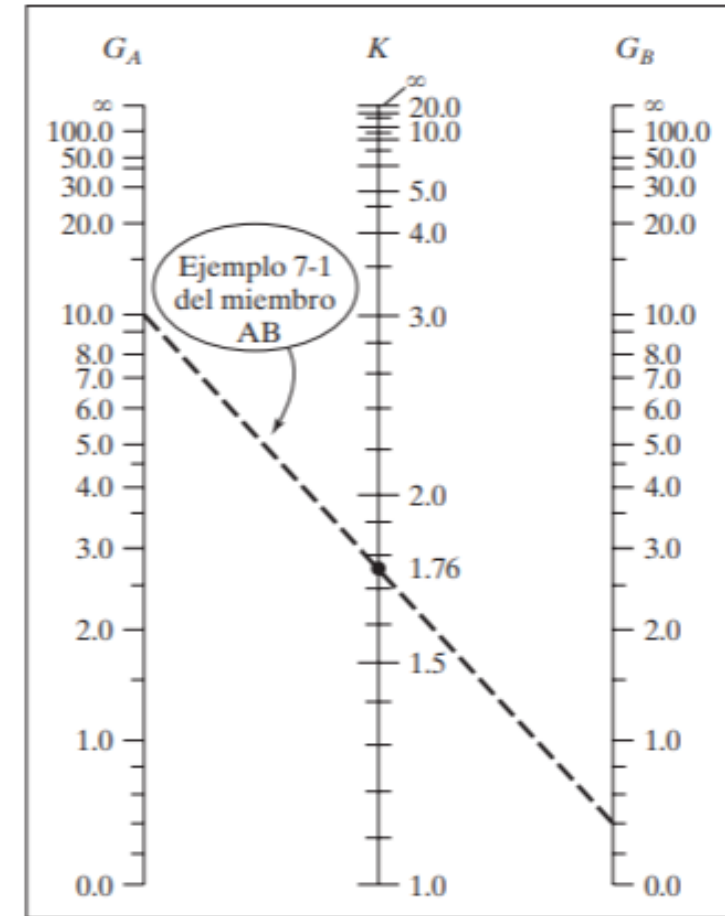


(a) Ladeo impedido (marco arriostrado)



LONGITUDES EFECTIVAS

$$G = \frac{\sum \left(\frac{E_c I_c}{L_c} \right)}{\sum \left(\frac{E_g I_g}{L_g} \right)}$$



(b) Ladeo no impedido (marco rígido)



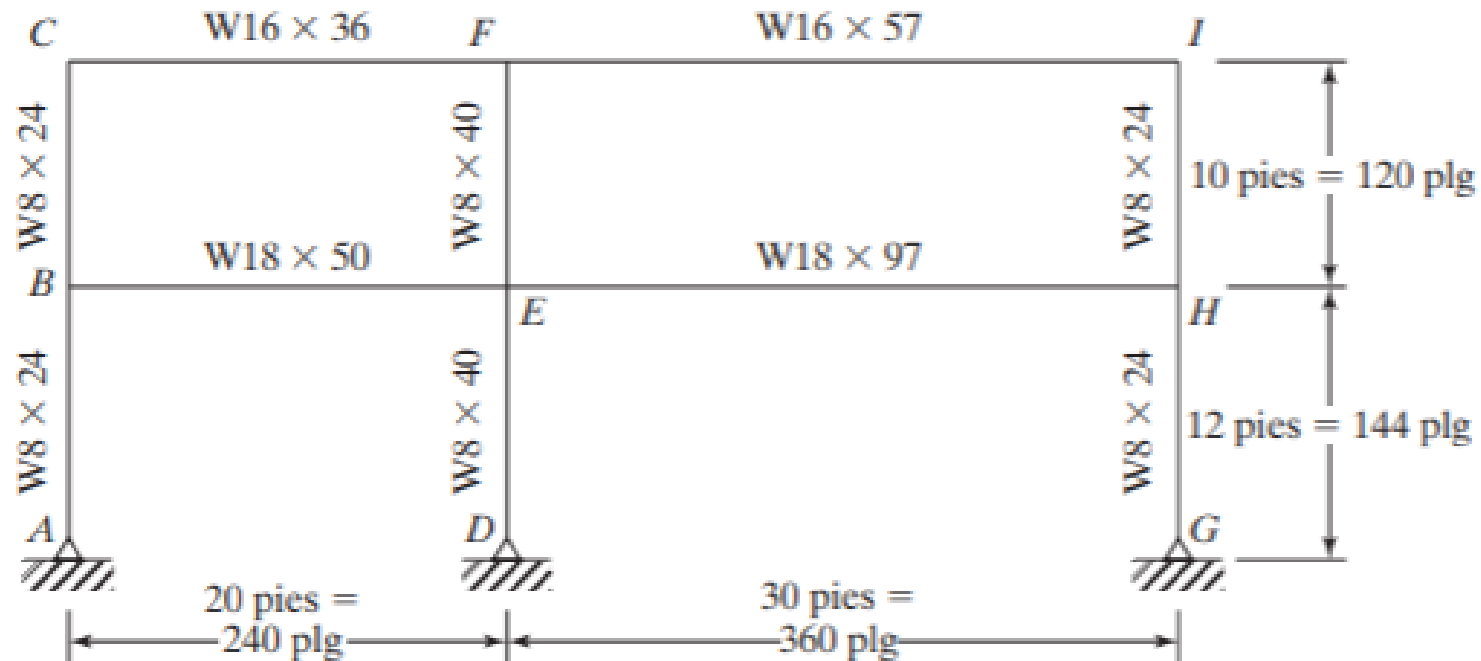
LONGITUDES EFECTIVAS

- Para columnas articuladas, G es teóricamente infinito, como cuando una columna está conectada a una zapata por medio de una articulación sin fricción.
- Como en realidad tal conexión nunca está libre de fricción, se recomienda que G se tome igual a 10 cuando se usen tales soportes no rígidos.
- Para conexiones rígidas de columnas a zapatas, G teóricamente tiende a cero, pero desde un punto de vista práctico, se recomienda un valor de 1.0, ya que ninguna conexión es perfectamente rígida



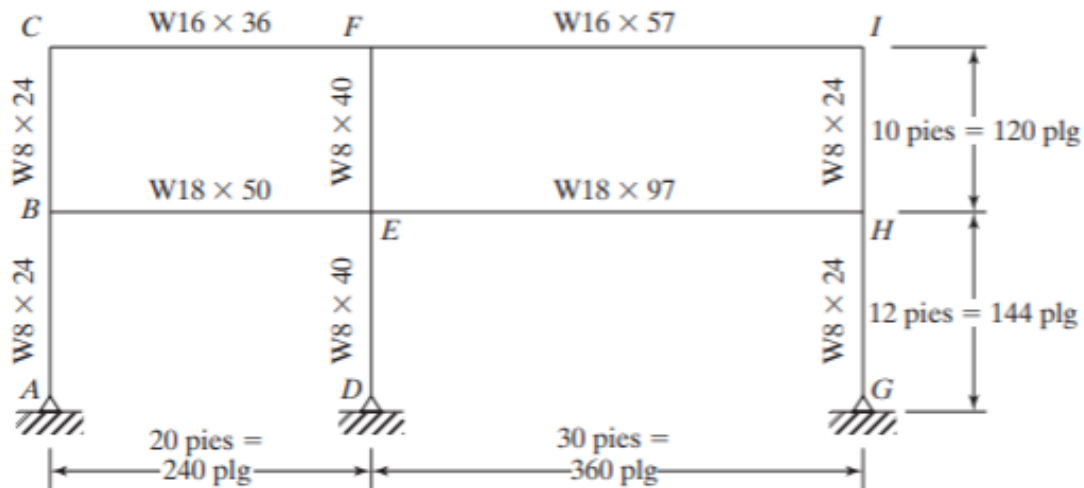
LONGITUD EFECTIVA

- Determine el factor de longitud efectiva de cada una de las columnas del marco mostrado en la Figura si éste no está arriostrado contra ladeo. e E es igual a 29 000 klb/plg²



LONGITUD EFECTIVA

- Determine el factor de longitud efectiva de cada una de las columnas del marco mostrado en la Figura si éste no está arriostrado contra ladoeo. e E es igual a 29 000 klb/plg²

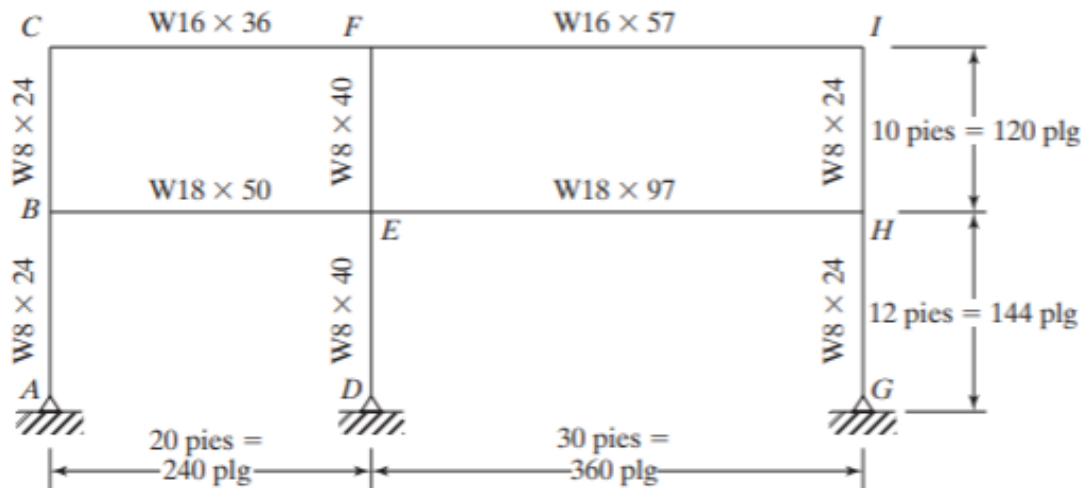


	Miembro	Perfil	I	L	I/L
Columnas	AB	W8 × 24	82.7	144	0.574
	BC	W8 × 24	82.7	120	0.689
	DE	W8 × 40	146	144	1.014
	EF	W8 × 40	146	120	1.217
	GH	W8 × 24	82.7	144	0.574
	HI	W8 × 24	82.7	120	0.689
	BE	W18 × 50	800	240	3.333
	CF	W16 × 36	448	240	1.867
Trabes	EH	W18 × 97	1750	360	4.861
	FI	W16 × 57	758	360	2.106



LONGITUD EFECTIVA

- Determine el factor de longitud efectiva de cada una de las columnas del marco mostrado en la Figura si éste no está arriostrado contra ladeo. e E es igual a 29 000 klb/plg²

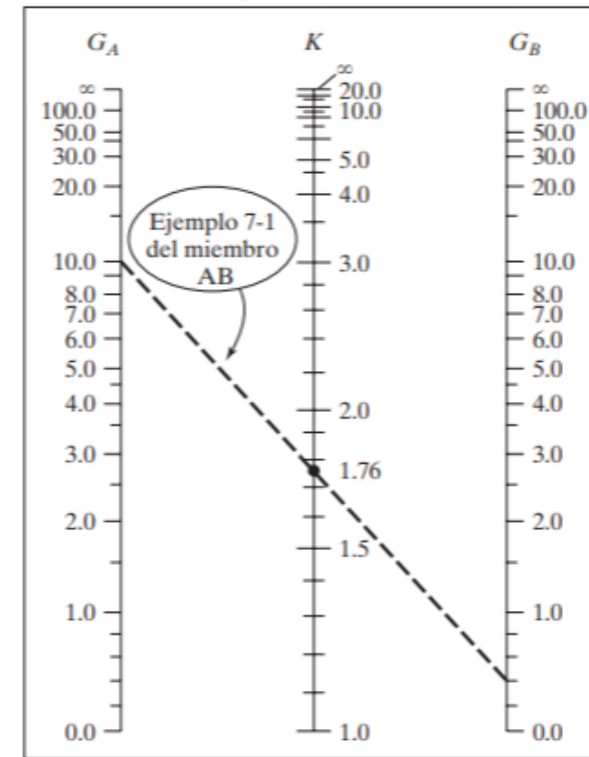
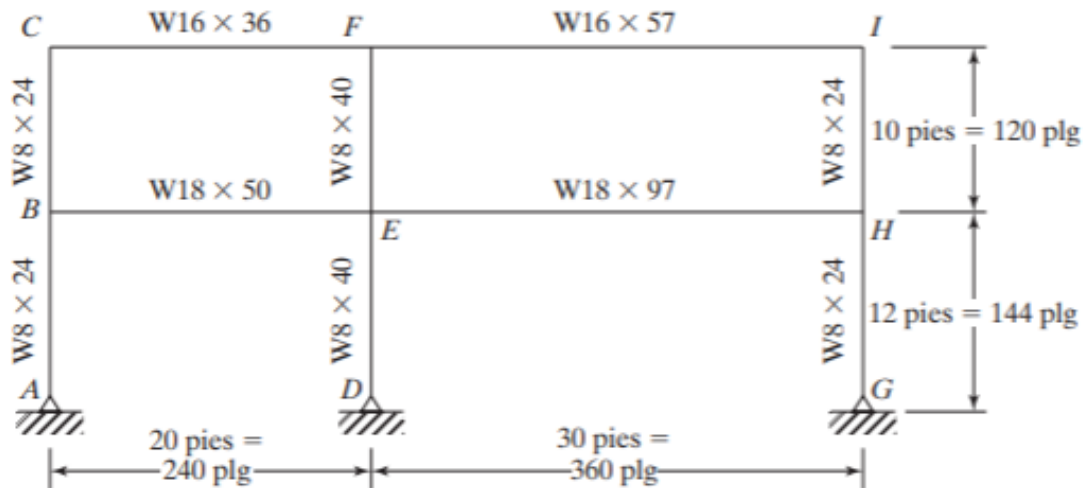


Nudo	$\Sigma(I_c/L_c)/\Sigma(I_g/L_g)$	G
A	Columna articulada, $G = 10$	10.0
B	$\frac{0.574 + 0.689}{3.333}$	0.379
C	$\frac{0.689}{1.867}$	0.369
D	Columna articulada, $G = 10$	10.0
E	$\frac{1.014 + 1.217}{(3.333 + 4.861)}$	0.272
F	$\frac{1.217}{(1.867 + 2.106)}$	0.306
G	Columna articulada, $G = 10$	10.0
H	$\frac{0.574 + 0.689}{4.861}$	0.260
I	$\frac{0.689}{2.106}$	0.327



LONGITUD EFECTIVA

- Determine el factor de longitud efectiva de cada una de las columnas del marco mostrado en la Figura si éste no está arriostrado contra ladeo. e E es igual a 29 000 klb/plg²

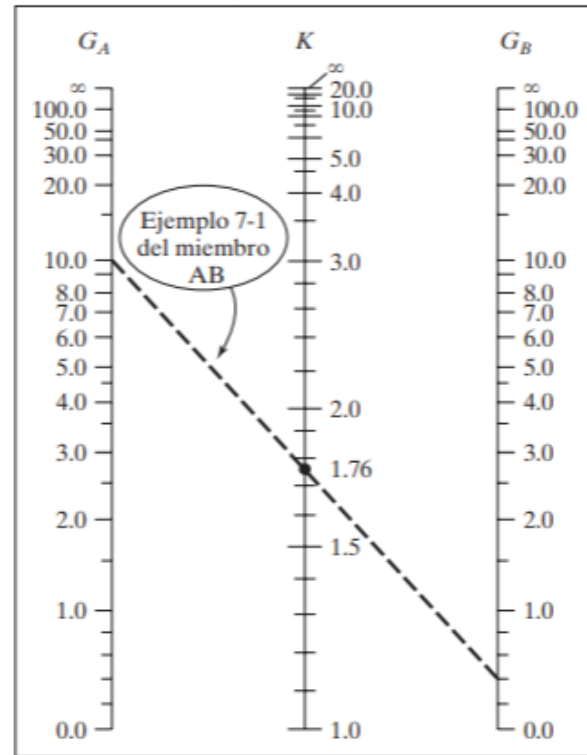


(b) Ladeo no impedido (marco rígido)



LONGITUD EFECTIVA

- Determine el factor de longitud efectiva de cada una de las columnas del marco mostrado en la Figura si éste no está arriostrado contra ladeo. e E es igual a 29 000 klb/plg²



(b) Ladeo no impedido (marco rígido)

Columna	G_A	G_B	K^*
<i>AB</i>	10.0	0.379	1.76
<i>BC</i>	0.379	0.369	1.12
<i>DE</i>	10.0	0.272	1.74
<i>EF</i>	0.272	0.306	1.10
<i>GH</i>	10.0	0.260	1.73
<i>HI</i>	0.260	0.327	1.10



COLUMNAS

- Columnas largas
 - La fórmula de Euler predice muy bien la resistencia de columnas largas en las que el esfuerzo axial de pandeo permanece por abajo del límite proporcional. Dichas columnas se pandean elásticamente.
- Columnas cortas
 - En columnas muy cortas el esfuerzo de falla será igual al esfuerzo de fluencia y no ocurrirá el pandeo.
- Columnas intermedias
 - En columnas intermedias, algunas fibras alcanzarán el esfuerzo de fluencia y otras no. Los miembros fallarán tanto por fluencia como por pandeo y su comportamiento se denomina inelástico.



COLUMNAS

- Resistencia

$$P_n = F_{cr} A_g \quad (\text{Ecuación E3-1 del AISC})$$

$$\phi_c P_n = \phi_c F_{cr} A_g = \text{resistencia a la compresión LRFD } (\phi_c = 0.90)$$

$$\frac{P_n}{\Omega_c} = \frac{F_{cr} A_g}{\Omega_c} = \text{resistencia a la compresión permisible ASD } (\Omega_c = 1.67)$$

- Miembro sin esbeltez

$$\text{Si } \frac{KL}{r} \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \left(\text{o } \frac{F_y}{F_e} \leq 2.25 \right)$$

$$F_{cr} = \left[0.658^{\frac{F_y}{F_e}} \right] F_y$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r} \right)^2}$$

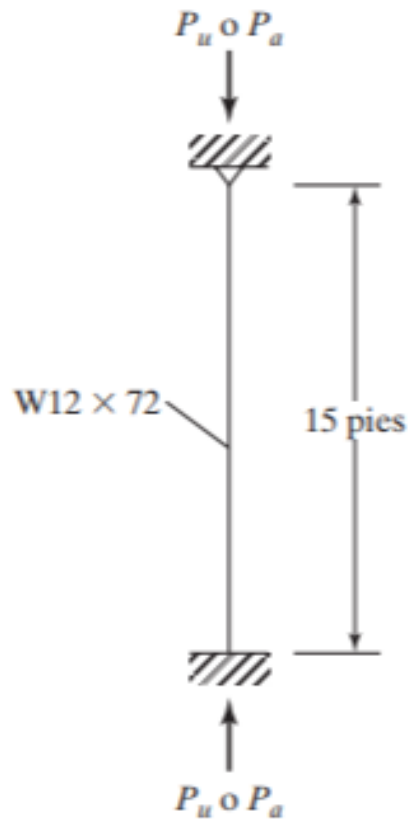
$$\text{Si } \frac{KL}{r} > 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \left(\text{o } \frac{F_y}{F_e} \leq 2.25 \right)$$

$$F_{cr} = 0.877 F_e$$



EJEMPLO

- Usando los valores de esfuerzo crítico de columna en la Tabla 4-22 del Manual, determine la resistencia de diseño LRFD y la resistencia permisible ASD para la columna mostrada en la Figura , si se usa acero de 50 klb/plg² .

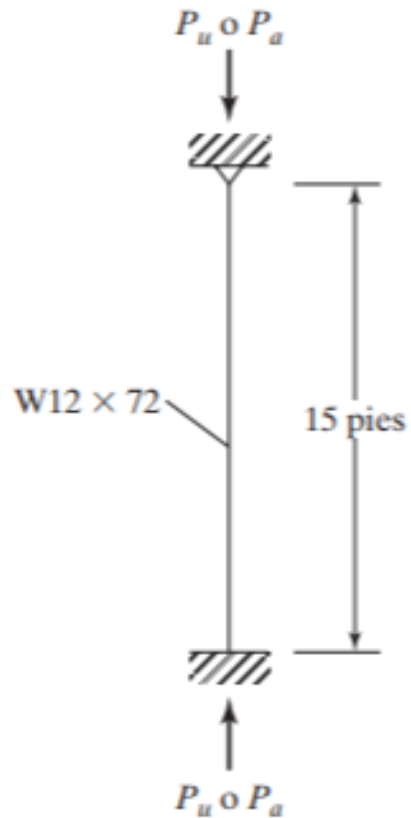


Caso	Descripción del elemento	Razón ancho-espesor	Relación límite ancho-espesor λ_r (no esbelto/esbelto)	Ejemplos
1	Patines de perfiles laminados I, placas salientes de perfiles laminados I, lados salientes de pares de ángulos conectados con contacto continuo, patines de canales, y patines de tes	b/t	$0.56\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	



EJEMPLO

- Usando los valores de esfuerzo crítico de columna en la Tabla 4-22 del Manual, determine la resistencia de diseño LRFD y la resistencia permisible ASD para la columna mostrada en la Figura , si se usa acero de 50 klb/plg² .
- Repita el problema, usando la Tabla 4-1 del Manual.
- Calcule las resistencias usando las ecuaciones de la Sección E3 del AISC.

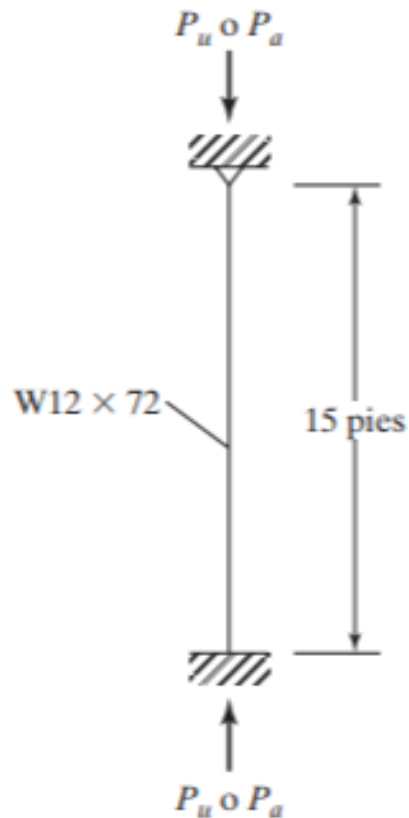


Caso	Descripción del elemento	Razón ancho-espesor	Relación límite ancho-espesor λ_r (no esbelto/esbelto)	Ejemplos
5	Almas de perfiles I y canales doblemente simétricos	h/t_w	$1.49\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	



EJEMPLO

- Usando los valores de esfuerzo crítico de columna en la Tabla 4-22 del Manual, determine la resistencia de diseño LRFD y la resistencia permisible ASD para la columna mostrada en la Figura, si se usa acero de 50 klb/plg².



a) Usando una W12 x 72 ($A = 21.1 \text{ plg}^2$, $r_x = 5.31 \text{ plg}$, $r_y = 3.04 \text{ plg}$, $d = 12.3 \text{ plg}$, $b_f = 12.00 \text{ plg}$, $t_f = 0.670 \text{ plg}$, $k = 1.27 \text{ plg}$, $t_w = 0.430 \text{ plg}$)

$$\frac{b}{t} = \frac{12.00/2}{0.670} = 8.96 < 0.56\sqrt{\frac{E}{F_y}} = 0.56\sqrt{\frac{29\,000}{50}} = 13.49$$

∴ Elemento de patín no rigidizado no esbelto

$$\frac{h}{t_w} = \frac{d - 2k}{t_w} = \frac{12.3 - 2(1.27)}{0.430} = 22.70 < 1.49\sqrt{\frac{E}{F_y}} = 1.49\sqrt{\frac{29\,000}{50}} = 35.88$$

∴ Elemento de alma rigidizada no esbelta

$K = 0.80$ de la Tabla 5.1.

Es obvio que $(KL/r)_y > (KL/r)_x$ por lo que rige

$$\left(\frac{KL}{r}\right)_y = \frac{(0.80)(12 \times 15) \text{ plg}}{3.04 \text{ plg}} = 47.37$$

Por interpolación lineal, $\phi_c F_{cr} = 38.19 \text{ klb/plg}^2$ y $\frac{F_{cr}}{\Omega_c} = 25.43 \text{ klb/plg}^2$ de la Tabla 4-22 en el Manual usando acero con $F_y = 50 \text{ klb/plg}^2$.

LRFD	ASD
$\phi_c P_n = \phi_c F_{cr} A_g = (38.19)(21.1) = 805.8 \text{ k}$	$\frac{P_n}{\Omega_c} = \frac{F_{cr} A_g}{\Omega_c} = (25.43)(21.1) = 536.6 \text{ k}$



DISEÑO DE ELEMENTOS A COMPRESIÓN

- Combinación de carga
- Área efectiva
- Número de Pisos
- Radio de giro



DISEÑO DE ELEMENTOS A COMPRESIÓN

- Combinación de carga
- Área efectiva
- Número de Pisos
- Radio de giro



DISEÑO DE ELEMENTOS A COMPRESIÓN

- Radio de giro (relación de esbeltez)

$$40 < \frac{kl}{r} < 60$$



DISEÑO DE ELEMENTOS A COMPRESIÓN

- Usando $F_y = 50 \text{ klb/plg}^2$, seleccione el perfil W14 más ligero disponible para las cargas de servicio de la columna $P_D = 130 \text{ klb}$ y $P_L = 210 \text{ klb}$. $KL = 10 \text{ pies}$



DISEÑO DE ELEMENTOS A COMPRESIÓN

- Usando $F_y = 50 \text{ klb/plg}^2$, seleccione el perfil W14 más ligero disponible para las cargas de servicio de la columna $P_D = 130 \text{ klb}$ y $P_L = 210 \text{ klb}$. $KL = 10 \text{ pies}$

LRFD	ASD
$P_u = (1.2)(130 \text{ klb}) + (1.6)(210 \text{ klb}) = 492 \text{ klb}$	$P_a = 130 \text{ klb} + 210 \text{ klb} = 340 \text{ klb}$
Suponemos $\frac{KL}{r} = 50$	Suponemos $\frac{KL}{r} = 50$
Usando $F_y = \text{acero de } 50 \text{ klb/plg}^2$	Usando $F_y = \text{acero de } 50 \text{ klb/plg}^2$
$\phi_c F_{cr}$ de la Tabla 4-22 del AISC = 37.5 klb/plg^2	$\frac{F_{cr}}{\Omega_c} = 24.9 \text{ klb/plg}^2$ (Tabla 4-22 del AISC)
$A \text{ requerida} = \frac{P_u}{\phi_c F_{cr}} = \frac{492 \text{ klb}}{37.5 \text{ klb/plg}^2} = 13.12 \text{ plg}^2$	$A \text{ requerida} = \frac{P_a}{F_{cr}/\Omega} = \frac{340 \text{ klb}}{24.9 \text{ klb/plg}^2} = 13.65 \text{ plg}^2$



DISEÑO DE ELEMENTOS A COMPRESIÓN

- Usando F_y cargas de s

Table 4-22 (continued)
Available Critical Stress for
Compression Members

disponible para las
 $\lambda = 10$ pies

$F_y = 35$ ksi			$F_y = 36$ ksi			$F_y = 42$ ksi			$F_y = 46$ ksi			$F_y = 50$ ksi		
$\frac{KL}{r}$	F_{cr}/Ω_c	$\phi_c F_{cr}$	$\frac{KL}{r}$	F_{cr}/Ω_c	$\phi_c F_{cr}$	$\frac{KL}{r}$	F_{cr}/Ω_c	$\phi_c F_{cr}$	$\frac{KL}{r}$	F_{cr}/Ω_c	$\phi_c F_{cr}$	$\frac{KL}{r}$	F_{cr}/Ω_c	$\phi_c F_{cr}$
	ksi	ksi		ksi	ksi		ksi	ksi		ksi	ksi		ksi	ksi
	ASD	LRFD		ASD	LRFD		ASD	LRFD		ASD	LRFD		ASD	LRFD
41	19.2	28.9	41	19.7	29.7	41	22.7	34.1	41	24.6	37.0	41	26.5	39.8
42	19.2	28.8	42	19.6	29.5	42	22.6	33.9	42	24.5	36.8	42	26.3	39.5
43	19.1	28.7	43	19.6	29.4	43	22.5	33.7	43	24.3	36.6	43	26.2	39.3
44	19.0	28.5	44	19.5	29.3	44	22.3	33.6	44	24.2	36.3	44	26.0	39.1
45	18.9	28.4	45	19.4	29.1	45	22.2	33.4	45	24.0	36.1	45	25.8	38.8
46	18.8	28.3	46	19.3	29.0	46	22.1	33.2	46	23.9	35.9	46	25.6	38.5
47	18.7	28.1	47	19.2	28.9	47	22.0	33.0	47	23.8	35.7	47	25.5	38.3
48	18.6	28.0	48	19.1	28.7	48	21.8	32.8	48	23.6	35.4	48	25.3	38.0
49	18.5	27.9	49	19.0	28.5	49	21.7	32.6	49	23.4	35.2	49	25.1	37.7
50	18.4	27.7	50	18.9	28.4	50	21.6	32.4	50	23.3	35.0	50	24.9	37.5
51	18.3	27.6	51	18.8	28.3	51	21.4	32.2	51	23.1	34.8	51	24.8	37.2
52	18.3	27.4	52	18.7	28.1	52	21.3	32.0	52	23.0	34.5	52	24.6	36.9
53	18.2	27.3	53	18.6	28.0	53	21.2	31.8	53	22.8	34.3	53	24.4	36.7
54	18.1	27.1	54	18.5	27.8	54	21.0	31.6	54	22.6	34.0	54	24.2	36.4
55	18.0	27.0	55	18.4	27.6	55	20.9	31.4	55	22.5	33.8	55	24.0	36.1
56	17.9	26.8	56	18.3	27.5	56	20.7	31.2	56	22.3	33.5	56	23.8	35.8
57	17.7	26.7	57	18.2	27.3	57	20.6	31.0	57	22.1	33.3	57	23.6	35.5
58	17.6	26.5	58	18.1	27.1	58	20.5	30.7	58	22.0	33.0	58	23.4	35.2



DISEÑO DE ELEMENTOS A COMPRESIÓN

- Usando $F_y = 50 \text{ klb/plg}^2$, seleccione el perfil W14 más ligero disponible para las cargas de servicio de la columna $P_D = 130 \text{ klb}$ y $P_L = 210 \text{ klb}$. $KL = 10 \text{ pies}$

$A_{requerida} = \frac{P_u}{\phi_c F_{cr}} = \frac{492 \text{ klb}}{37.5 \text{ klb/plg}^2} = 13.12 \text{ plg}^2$	$A_{requerida} = \frac{P_u}{F_{cr}/\Omega} = \frac{340 \text{ klb}}{24.9 \text{ klb/plg}^2} = 13.65 \text{ plg}^2$
Ensaye W14 $\times$ 48 ($A = 14.1 \text{ plg}^2$, $r_x = 5.85 \text{ plg}$, $r_y = 1.91 \text{ plg}$)	Ensaye W14 $\times$ 48 ($A = 14.1 \text{ plg}^2$, $r_x = 5.85 \text{ plg}$, $r_y = 1.91 \text{ plg}$)



DISEÑO DE ELEMENTOS A COMPRESIÓN

- Usando $F_y = 50 \text{ klb/plg}^2$, seleccione el perfil W14 más ligero disponible para las cargas de servicio de la columna $P_D = 130 \text{ klb}$ y $P_L = 210 \text{ klb}$. $KL = 10 \text{ pies}$

Ensaye W14 $\times$ 48 ($A = 14.1 \text{ plg}^2$, $r_x = 5.85 \text{ plg}$,
 $r_y = 1.91 \text{ plg}$)

$$\left(\frac{KL}{r}\right)_y = \frac{(12 \text{ plg/pie})(10 \text{ pies})}{1.91 \text{ plg}} = 62.83$$

$\phi_c F_{cr} = 33.75 \text{ klb/plg}^2$ de la Tabla 4-22 del AISC

$$\phi_c P_n = (33.75 \text{ klb/plg}^2)(14.1 \text{ plg}^2) \\ = 476 \text{ klb} < 492 \text{ klb} \text{ se rechaza}$$

Ensaye W14 $\times$ 48 ($A = 14.1 \text{ plg}^2$, $r_x = 5.85 \text{ plg}$,
 $r_y = 1.91 \text{ plg}$)

$$\left(\frac{KL}{r}\right)_y = \frac{(12 \text{ plg/pie})(10 \text{ pies})}{1.91 \text{ plg}} = 62.83$$

$$\frac{F_{cr}}{\Omega_c} = 22.43 \text{ klb/plg}^2 \text{ de la Tabla 4-22 del AISC}$$

$$\frac{P_n}{\Omega_c} = (22.43 \text{ klb/plg}^2)(14.1 \text{ plg}^2) = 316 \text{ klb} < 340 \text{ klb} \text{ se rechaza}$$



DISEÑO DE ELEMENTOS A COMPRESIÓN

- Usando $F_y = 50 \text{ klb/plg}^2$, seleccione el perfil W14 más ligero disponible para las cargas de servicio de la columna $PD = 130 \text{ klb}$ y $PL = 210 \text{ klb}$. $KL = 10 \text{ pies}$

Ensaye la siguiente sección más grande
W14 × 53 ($A = 15.6 \text{ plg}^2$, $r_y = 1.92 \text{ plg}$)

$$\left(\frac{KL}{r}\right)_y = \frac{(12 \text{ plg/pie})(10 \text{ pies})}{1.92 \text{ plg}} = 62.5$$

$$\phi_c F_{cr} = 33.85 \text{ klb/plg}^2$$

$$\phi_c P_n = (33.85 \text{ klb/plg}^2)(15.6 \text{ plg}^2)$$

$$= 528 \text{ klb} > 492 \text{ klb} \quad \text{OK}$$

Use W14 × 53.

$$\frac{P_n}{\Omega_c} = (22.43 \text{ klb/plg}^2)(14.1 \text{ plg}^2) = 316 \text{ klb} < 340 \text{ klb} \text{ se rechaza}$$

Ensaye la siguiente sección más grande W14 × 53 ($A = 15.6 \text{ plg}^2$, $r_y = 1.92 \text{ plg}$).

$$\left(\frac{KL}{r}\right)_y = \frac{(12 \text{ pie})(10 \text{ pies})}{1.92 \text{ plg}} = 62.5$$

$$\frac{F_{cr}}{\Omega_c} = 22.5 \text{ klb/plg}^2$$

$$\frac{P_n}{\Omega_c} = (22.5 \text{ klb/plg}^2)(15.6 \text{ plg}^2) = 351 \text{ klb} > 340 \text{ klb} \quad \text{OK}$$

Use W14 × 53.



DISEÑO DE ELEMENTOS A COMPRESIÓN

$$q_d = 1.322 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Area colaborante} = 18.4 \text{ m}^2$$

$$N^{\circ}_{\text{PISOS}} = 4$$

$$f_{\text{MAYORACIÓN SÍSMICA}} = 1.5$$

$$L = 3.72 \text{ m}$$

Normativa: AISC – LRFD

$$\text{Acero A36: } F_{cr} = 28.4 \text{ ksi} = 2000.91 \text{ kg/cm}^2$$



DISEÑO DE ELEMENTOS A COMPRESIÓN

$$q_d = 1.322 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Area colaborante} = 18.4 \text{ m}^2$$

$$N^{\circ}_{PISOS} = 4$$

$$f_{MAYORACIÓN \text{ SÍSMICA}} = 1.5$$

$$L = 3.72 \text{ m}$$

Normativa: AISC – LRFD

$$\text{Acero A36: } F_{cr} = 28.4 \text{ ksi} = 2000.91 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_u = q_d * \text{Area} * \#_{PISOS}$$

$$q_u = 1.322 \text{ T/m}^2 * 18.4 \text{ m}^2 * 4$$

$$q_u = 97.299 \text{ T}$$

$$P_{u \text{ SISMO}} = 97.299 \text{ T} * 1.5$$

$$P_{u \text{ SISMO}} = \mathbf{145.949 \text{ T}}$$



DISEÑO DE ELEMENTOS A COMPRESIÓN

$$q_d = 1.322 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Area colaborante} = 18.4 \text{ m}^2$$

$$N^{\circ}_{\text{PISOS}} = 4$$

$$f_{\text{MAYORACIÓN SÍSMICA}} = 1.5$$

$$L = 3.72 \text{ m}$$

Normativa: AISC – LRFD

$$\text{Acero A36: } F_{cr} = 28.4 \text{ ksi} = 2000.91 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{cr} = \frac{P_u}{\text{AREA}_{\text{EFECTIVA}}}$$

$$\text{AREA}_{\text{EFECTIVA}} = \frac{P_u}{F_{cr}} = \frac{145.949 \times 10^3}{2000.91}$$

$$\text{AREA}_{\text{EFECTIVA}} = 72.94 \text{ cm}^2$$



DISEÑO DE ELEMENTOS A COMPRESIÓN

$$q_d = 1.322 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Area colaborante} = 18.4 \text{ m}^2$$

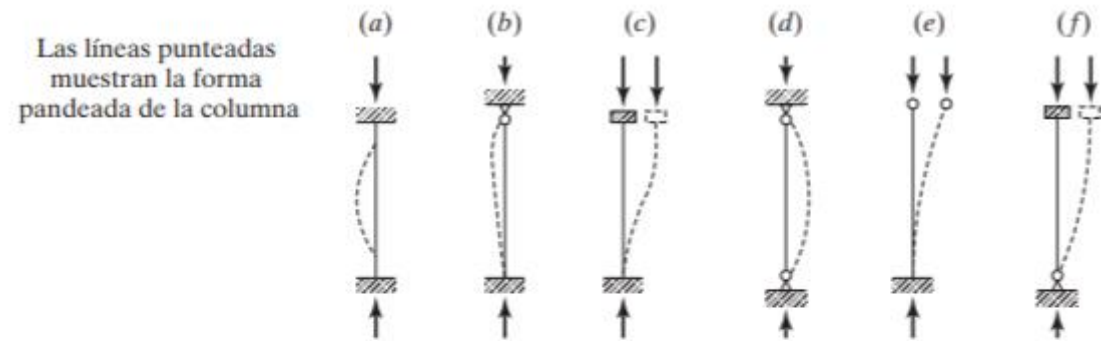
$$N^{\circ}_{\text{PISOS}} = 4$$

$$f_{\text{MAYORACIÓN SÍSMICA}} = 1.5$$

$$L = 3.72 \text{ m}$$

Normativa: AISC – LRFD

$$\text{Acero A36: } F_{cr} = 28.4 \text{ ksi} = 2000.91 \text{ kg/cm}^2$$



Valor K teórico	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Valores recomendados de diseño cuando las condiciones reales son aproximadas	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0

Símbolos para las condiciones de extremo

-  Rotación y traslación impedidas
-  Rotación libre y traslación impedida
-  Rotación impedida y traslación libre
-  Rotación y traslación libres



DISEÑO DE ELEMENTOS A COMPRESIÓN

$$q_d = 1.322 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Area colaborante} = 18.4 \text{ m}^2$$

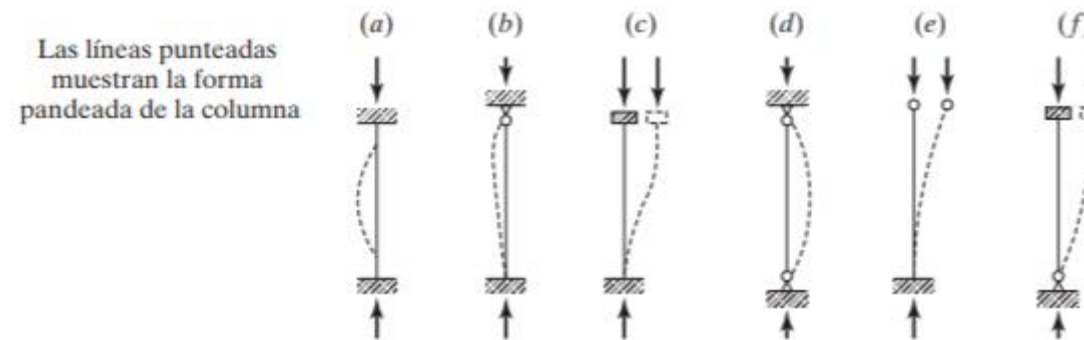
$$N^{\circ}_{\text{PISOS}} = 4$$

$$f_{\text{MAYORACIÓN SÍSMICA}} = 1.5$$

$$L = 3.72 \text{ m}$$

Normativa: AISC – LRFD

$$\text{Acero A36: } F_{cr} = 28.4 \text{ ksi} = 2000.91 \text{ kg/cm}^2$$



Valor K teórico	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Valores recomendados de diseño cuando las condiciones reales son aproximadas	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0

Símbolos para las condiciones de extremo

-  Rotación y traslación impedidas
-  Rotación libre y traslación impedida
-  Rotación impedida y traslación libre
-  Rotación y traslación libres

$$k = \frac{1.2 + 2.1}{2} = 1.65$$

$$\frac{kl}{r} = 50$$

$$r = \frac{kl}{50} = \frac{1.65 \times 3.72}{50}$$

$$r = 12.276 \text{ cm}$$



DISEÑO DE ELEMENTOS A COMPRESIÓN

Del catálogo de perfiles estructurales tipo canal “C” se selecciona dos perfiles **C de 160 x 60 x 2.5 mm**, esto para que cumpla con el radio de giro calculado, por esta razón se unirá dos perfiles tipo C, cada uno con un radio de giro de 6.17 cm.

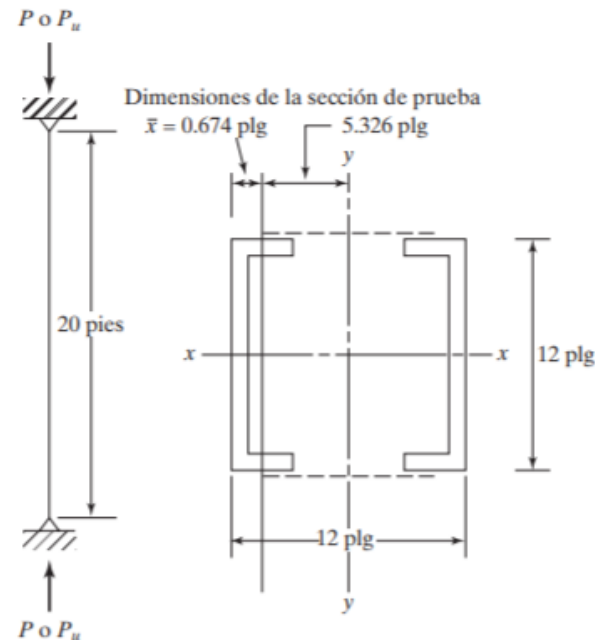
$$r_{req} < r_{cal} \text{ (Cumple)}$$

$$12.276 \text{ cm} < 12.340 \text{ cm (radio de giro satisfactorio)}$$



DISEÑO DE ELEMENTOS A COMPRESIÓN

- Seleccione un par de canales estándar de 12 plg para la columna mostrada en la Figura , usando $F_y = 50 \text{ klb/plg}^2$. Para propósitos de conexión, la distancia entre espalda y espalda de las canales es de 12 plg. $P_D = 100 \text{ klb}$ y $P_L = 300 \text{ klb}$. Considere ambos procedimientos LRFD y ASD



DISEÑO DE ELEMENTOS A COMPRESIÓN

- Seleccione un par de canales estándar de 12 plg para la columna mostrada en la Figura , usando $F_y = 50 \text{ klb/plg}^2$. Para propósitos de conexión, la distancia entre espalda y espalda de las canales es de 12 plg. PD = 100 klb y PL = 300 klb. Considere ambos procedimientos LRFD y ASD

LRFD	ASD
$P_u = (1.2)(100) + (1.6)(300) = 600 \text{ klb}$	$P_a = 100 + 300 = 400 \text{ klb}$

$$\text{Suponga } \frac{KL}{r} = 50$$

$$\phi_c F_{cr} = 37.50 \text{ klb/plg}^2, \text{ de la Tabla 4-22 (acero con } F_y = 50 \text{ klb/plg}^2)$$

$$A \text{ requerida} = \frac{600 \text{ klb}}{37.50 \text{ klb/plg}^2} = 16.00 \text{ plg}^2$$



DISEÑO DE ELEMENTOS A COMPRESIÓN

- Seleccione Figura , use espalda y Considere

Table 4-22 (continued)
Available Critical Stress for
Compression Members

$F_y = 35$ ksi			$F_y = 36$ ksi			$F_y = 42$ ksi			$F_y = 46$ ksi			$F_y = 50$ ksi		
$\frac{KL}{r}$	F_{cr}/Ω_c	$\phi_c F_{cr}$	$\frac{KL}{r}$	F_{cr}/Ω_c	$\phi_c F_{cr}$	$\frac{KL}{r}$	F_{cr}/Ω_c	$\phi_c F_{cr}$	$\frac{KL}{r}$	F_{cr}/Ω_c	$\phi_c F_{cr}$	$\frac{KL}{r}$	F_{cr}/Ω_c	$\phi_c F_{cr}$
	ksi	ksi		ksi	ksi		ksi	ksi		ksi	ksi		ksi	ksi
	ASD	LRFD		ASD	LRFD		ASD	LRFD		ASD	LRFD		ASD	LRFD
41	19.2	28.9	41	19.7	29.7	41	22.7	34.1	41	24.6	37.0	41	26.5	39.8
42	19.2	28.8	42	19.6	29.5	42	22.6	33.9	42	24.5	36.8	42	26.3	39.5
43	19.1	28.7	43	19.6	29.4	43	22.5	33.7	43	24.3	36.6	43	26.2	39.3
44	19.0	28.5	44	19.5	29.3	44	22.3	33.6	44	24.2	36.3	44	26.0	39.1
45	18.9	28.4	45	19.4	29.1	45	22.2	33.4	45	24.0	36.1	45	25.8	38.8
46	18.8	28.3	46	19.3	29.0	46	22.1	33.2	46	23.9	35.9	46	25.6	38.5
47	18.7	28.1	47	19.2	28.9	47	22.0	33.0	47	23.8	35.7	47	25.5	38.3
48	18.6	28.0	48	19.1	28.7	48	21.8	32.8	48	23.6	35.4	48	25.3	38.0
49	18.5	27.9	49	19.0	28.5	49	21.7	32.6	49	23.4	35.2	49	25.1	37.7
50	18.4	27.7	50	18.9	28.4	50	21.6	32.4	50	23.3	35.0	50	24.9	37.5
51	18.3	27.6	51	18.8	28.3	51	21.4	32.2	51	23.1	34.8	51	24.8	37.2
52	18.3	27.4	52	18.7	28.1	52	21.3	32.0	52	23.0	34.5	52	24.6	36.9
53	18.2	27.3	53	18.6	28.0	53	21.2	31.8	53	22.8	34.3	53	24.4	36.7
54	18.1	27.1	54	18.5	27.8	54	21.0	31.6	54	22.6	34.0	54	24.2	36.4
55	18.0	27.0	55	18.4	27.6	55	20.9	31.4	55	22.5	33.8	55	24.0	36.1
56	17.9	26.8	56	18.3	27.5	56	20.7	31.2	56	22.3	33.5	56	23.8	35.8
57	17.7	26.7	57	18.2	27.3	57	20.6	31.0	57	22.1	33.3	57	23.6	35.5
58	17.6	26.5	58	18.1	27.1	58	20.5	30.7	58	22.0	33.0	58	23.4	35.2

na mostrada en la
i, la distancia entre
lb y PL = 300 klb.



DISEÑO DE ELEMENTOS A COMPRESIÓN

- Seleccione un par de canales estándar de 12 plg para la columna mostrada en la Figura , usando $F_y = 50 \text{ klb/plg}^2$. Para propósitos de conexión, la distancia entre espalda y espalda de las canales es de 12 plg. PD = 100 klb y PL = 300 klb. Considere ambos procedimientos LRFD y ASD

Ensaye 2C12 $\times$ 30. (Para cada canal, $A = 8.81 \text{ plg}^2$, $I_x = 162 \text{ plg}^4$, $I_y = 5.12 \text{ plg}^4$, $\bar{x} = 0.674 \text{ plg}$.)

$$I_x = (2)(162) = 324 \text{ plg}^4$$

$$I_y = (2)(5.12) + (2)(8.81)(5.326)^2 = 510 \text{ plg}^4$$

$$r_x = \sqrt{\frac{324}{(2)(8.81)}} = 4.29 \text{ plg controla}$$

$$KL = (1.0)(20 \text{ pies}) = 20 \text{ pies}$$

$$\frac{KL}{r} = \frac{(12 \text{ plg/pie})(20 \text{ pies})}{4.29 \text{ plg}} = 55.94$$



DISEÑO DE ELEMENTOS A COMPRESIÓN

- Seleccione un par de canales estándar de 12 plg para la columna mostrada en la Figura , usando $F_y = 50 \text{ klb/plg}^2$. Para propósitos de conexión, la distancia entre espalda y espalda de las canales es de 12 plg. PD = 100 klb y PL = 300 klb. Considere ambos procedimientos LRFD y ASD

LRFD	ASD
$\phi_c F_{cr} = 35.82 \text{ klb/plg}^2$ (Tabla 4-22 del AISC) $F_y = 50 \text{ klb/plg}^2$	$\frac{F_{cr}}{\Omega_c} = 23.81 \text{ klb/plg}^2$ (Tabla 4-22 del AISC) $F_y = 50 \text{ klb/plg}^2$
$\phi_c P_n = (35.82)(2 \times 8.81) = 631 \text{ klb}$ OK	$\frac{P_n}{\Omega_c} = (23.81)(2 \times 8.81) = 419.5 \text{ klb} > 400 \text{ klb}$ OK

Revisando con las relaciones de espesores de las canales ($d = 12.00 \text{ plg}$, $b_f = 3.17 \text{ plg}$, $t_f = 0.501 \text{ plg}$, $t_w = 0.510 \text{ plg}$, $k = 1 \frac{1}{8} \text{ plg}$)



DISEÑO DE ELEMENTOS A COMPRESIÓN

- Seleccione un par de canales estándar de 12 plg para la columna mostrada en la Figura , usando $F_y = 50 \text{ klb/plg}^2$. Para propósitos de conexión, la distancia entre espalda y espalda de las canales es de 12 plg. PD = 100 klb y PL = 300 klb. Considere ambos procedimientos LRFD y ASD

Patines

$$\frac{b}{t} = \frac{3.17}{0.501} = 6.33 < 0.56 \sqrt{\frac{29\,000}{50}} = 13.49 \quad \text{OK (Caso 1, Tabla B4-1a del AISC)}$$

Almas

$$\begin{aligned} \frac{h}{t_w} &= \frac{12.00 - (2)(1.125)}{0.510} = 19.12 < 1.49 \sqrt{\frac{29\,000}{50}} \\ &= 35.88 \text{ (Caso 5, Tabla B4-1a del AISC)} \end{aligned}$$

∴ miembro no esbelto

Use 2C12 × 30.



PANDEO FLEXOTORSIONAL DE MIEMBROS A COMPRESIÓN

- Simetría
- Pandeo por torsión y flexotorsional

$$P_n = F_{cr} A_g$$

$$F_{cr} = \left(\frac{F_{cry} + F_{crz}}{2H} \right) \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4F_{cry}F_{crz}H}{(F_{cry} + F_{crz})^2}} \right]$$

$$(a) \text{ When } \frac{KL}{r} \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \left(\text{or } \frac{F_y}{F_e} \leq 2.25 \right)$$

$$F_{cr} = \left[0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y$$

$$(b) \text{ When } \frac{KL}{r} > 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \left(\text{or } \frac{F_y}{F_e} > 2.25 \right)$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r} \right)^2}$$

$$F_{crz} = \frac{GJ}{A_g \bar{r}_o^2}$$

$$F_{cr} = 0.877 F_e$$



PANDEO FLEXOTORSIONAL DE MIEMBROS A COMPRESIÓN

- Simetría
- Pandeo por torsión y flexotorsional

$$P_n = F_{cr} A_g$$

$$F_{cr} = \left(\frac{F_{cry} + F_{crz}}{2H} \right) \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4F_{cry}F_{crz}H}{(F_{cry} + F_{crz})^2}} \right]$$

$$(a) \text{ When } \frac{KL}{r} \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \left(\text{or } \frac{F_y}{F_e} \leq 2.25 \right)$$

$$F_{cr} = \left[0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y$$

$$(b) \text{ When } \frac{KL}{r} > 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \left(\text{or } \frac{F_y}{F_e} > 2.25 \right)$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r} \right)^2}$$

$$F_{crz} = \frac{GJ}{A_g \bar{r}_o^2}$$

$$F_{cr} = 0.877 F_e$$



PANDEO FLEXOTORSIONAL DE MIEMBROS A COMPRESIÓN

- Simetría
- Pandeo por torsión y flexotorsional

$$P_n = F_{cr} A_g$$

$$F_{cr} = \left(\frac{F_{cry} + F_{crz}}{2H} \right) \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4F_{cry}F_{crz}H}{(F_{cry} + F_{crz})^2}} \right]$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r} \right)^2}$$

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

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



PANDEO FLEXOTORSIONAL DE MIEMBROS A COMPRESIÓN

- Determine la resistencia nominal a la compresión, P_n , de una WT10.5 x66 con $KL_x = 25$ pies y $KL_y = KL_z = 20$ pies. Use el enfoque general dado en la parte (b) de la Especificación E4(b) del AISC y acero A992.



PANDEO FLEXOTORSIONAL DE MIEMBROS A COMPRESIÓN

- Determine la resistencia nominal a la compresión, P_n , de una WT10.5 x66 con $KL_x = 25$ pies y $KL_y = KL_z = 20$ pies. Use el enfoque general dado en la parte (b) de la Especificación E4(b) del AISC y acero A992.

Usando una WT10.5 × 66 ($A = 19.4 \text{ plg}^2$, $t_f = 1.04 \text{ plg}$, $I_x = 181 \text{ plg}^4$, $r_x = 3.06 \text{ plg}$,
 $I_y = 166 \text{ plg}^4$, $r_y = 2.93 \text{ plg}$, $\bar{y} = 2.33 \text{ plg}$, $J = 5.62 \text{ plg}^4$, $C_w = 23.4 \text{ plg}^6$ y
 $G = 11\,200 \text{ klb/plg}^2$)



PANDEO FLEXOTORSIONAL DE MIEMBROS A COMPRESIÓN

- Determine la resistencia nominal a la compresión, P_n , de una WT10.5 x66 con $KL_x = 25$ pies y $KL_y = KL_z = 20$ pies. Use el enfoque general dado en la parte (b) de la Especificación E4(b) del AISC y acero A992.

Determine la resistencia al pandeo de flexión para el eje x

$$\left(\frac{KL}{r}\right)_x = \frac{(12 \text{ plg/pie})(25 \text{ pies})}{3.06 \text{ plg}} = 98.04$$
$$F_{ex} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)_x^2} = \frac{(\pi^2)(29\,000)}{(98.04)^2} = 29.78 \text{ klb/plg}^2 \quad (\text{Ecuación E3-4 del AISC})$$

$$\left(\frac{KL}{r}\right)_x = 98.04 < 4.71 \sqrt{\frac{29\,000}{50}} = 113.43$$
$$\therefore F_{cr} = \left[0.658^{\frac{F_y}{F_{ex}}}\right] F_y \quad (\text{Ecuación E3-2 del AISC})$$
$$= \left[0.658^{\frac{50}{29.78}}\right] 50 = 24.76 \text{ klb/plg}^2$$

La resistencia nominal P_n para el pandeo de flexión alrededor del eje x es

$$P_n = F_{cr} A_g = (24.76)(19.4) = \mathbf{480.3 \text{ klb}} \quad (\text{Ecuación E3-1 del AISC})$$



PANDEO FLEXOTORSIONAL DE MIEMBROS A COMPRESIÓN

- Determine la resistencia nominal a la compresión, P_n , de una WT10.5 x66 con $KL_x = 25$ pies y $KL_y = KL_z = 20$ pies. Use el enfoque general dado en la parte (b) de la Especificación E4(b) del AISC y acero A992.

Determine la resistencia al pandeo de flexión para el eje y

$$\left(\frac{KL}{r}\right)_y = \frac{12 \text{ plg/pie} \times 20 \text{ pies}}{2.93 \text{ plg}} = 81.91$$
$$F_{ey} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)_y^2} = \frac{(\pi^2)(29\,000)}{(81.91)^2} = 42.66 \text{ klb/plg}^2 \quad (\text{Ecuación E3-4 del AISC})$$
$$\left(\frac{KL}{r}\right)_y = 81.91 < 4.71 \sqrt{\frac{29\,000}{50}} = 113.43$$
$$\therefore F_{cr} = \left[0.658^{\frac{F_y}{F_e}}\right] F_y \quad (\text{Ecuación E3-2 del AISC})$$
$$= \left[0.658^{\frac{50}{42.66}}\right] 50 = 30.61 \text{ klb/plg}^2$$

La resistencia nominal P_n para el pandeo de flexión alrededor del eje y es

$$P_n = F_{cr} A_g = (30.61)(19.4) = \mathbf{593.8 \text{ klb}} \quad (\text{Ecuación E3-1 del AISC})$$



PANDEO FLEXOTORSIONAL DE MIEMBROS A COMPRESIÓN

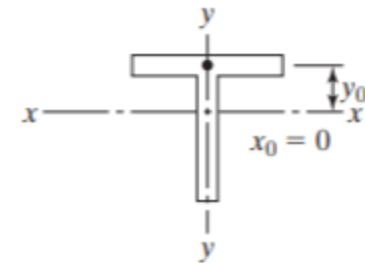
- Determine la resistencia nominal a la compresión, P_n , de una WT10.5 x66 con $KL_x = 25$ pies y $KL_y = KL_z = 20$ pies. Use el enfoque general dado en la parte (b) de la Especificación E4(b) del AISC y acero A992.

3) Determine la resistencia al pandeo flexotorsional del miembro alrededor del eje y .

Observe que x_0 y y_0 son las coordenadas del centro de cortante con respecto al centroide de la sección. Aquí x_0 es igual a 0 porque el centro de cortante de la WT está localizado sobre el eje y - y , mientras que y_0 es igual a $\bar{y} - \frac{t_f}{2}$ ya que el centro de cortante está localizado en la intersección de las líneas de centro del alma y del patín como se muestra en la Figura 6.11.

$$x_0 = 0$$

$$y_0 = \bar{y} - \frac{t_f}{2} = 2.33 - \frac{1.04}{2} = 1.81$$



PANDEO FLEXOTORSIONAL DE MIEMBROS A COMPRESIÓN

- Determine la resistencia nominal a la compresión, P_n , de una WT10.5 x66 con $KL_x = 25$ pies y $KL_y = KL_z = 20$ pies. Use el enfoque general dado en la parte (b) de la Especificación E4(b) del AISC y acero A992.

$$\bar{r}_0^2 = x_0^2 + y_0^2 + \frac{I_x + I_y}{A_g} \quad (\text{Ecuación E4-11 del AISC})$$

$$= 0^2 + 1.81^2 + \frac{181 + 166}{19.4} = 21.16 \text{ plg}^2$$

$$F_{ez} = \left(\frac{\pi^2 EC_w}{(K_z L)^2} + GJ \right) \frac{1}{A_g \bar{r}_0^2} \quad (\text{Ecuación E4-9 del AISC})$$

$$= \left[\frac{\pi^2 (29\,000)(23.4)}{(12 \times 20)^2} + 11\,200(5.62) \right] \frac{1}{19.4(21.16)} = 153.62 \text{ klb/plg}^2$$

$$H = 1 - \frac{x_0^2 + y_0^2}{\bar{r}_0^2} \quad (\text{Ecuación E4-10 del AISC})$$

$$= 1 - \frac{0^2 + 1.81^2}{21.16} = 0.84517$$



PANDEO FLEXOTORSIONAL DE MIEMBROS A COMPRESIÓN

- Determine la resistencia nominal a la compresión, P_n , de una WT10.5 x66 con $KL_x = 25$ pies y $KL_y = KL_z = 20$ pies. Use el enfoque general dado en la parte (b) de la Especificación E4(b) del AISC y acero A992.

$$\begin{aligned} F_e &= \left(\frac{F_{ey} + F_{ez}}{2H} \right) \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4F_{ey}F_{ez}H}{(F_{ey} + F_{ez})^2}} \right] \quad (\text{Ecuación E4-5 del AISC}) \\ &= \left(\frac{42.66 + 153.62}{(2)(0.84517)} \right) \left[1 - \sqrt{1 - \frac{(4)(42.66)(153.62)(0.84517)}{(42.66 + 153.62)^2}} \right] \\ &= 40.42 \text{ klb/plg}^2 \end{aligned}$$



PANDEO FLEXOTORSIONAL DE MIEMBROS A COMPRESIÓN

- Determine la resistencia nominal a la compresión, P_n , de una WT10.5 x66 con $KL_x = 25$ pies y $KL_y = KL_z = 20$ pies. Use el enfoque general dado en la parte (b) de la Especificación E4(b) del AISC y acero A992.

$$F_e = \left(\frac{F_{ey} + F_{ez}}{2H} \right) \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4F_{ey}F_{ez}H}{(F_{ey} + F_{ez})^2}} \right] \quad (\text{Ecuación E4-5 del AISC})$$

$$= \left(\frac{42.66 + 153.62}{(2)(0.84517)} \right) \left[1 - \sqrt{1 - \frac{(4)(42.66)(153.62)(0.84517)}{(42.66 + 153.62)^2}} \right]$$

$$= 40.42 \text{ klb/plg}^2$$

$$(a) \text{ When } \frac{KL}{r} \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \left(\text{or } \frac{F_y}{F_e} \leq 2.25 \right)$$

$$F_{cr} = \left[0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y$$

$$(b) \text{ When } \frac{KL}{r} > 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \left(\text{or } \frac{F_y}{F_e} > 2.25 \right)$$

$$F_{cr} = 0.877 F_e$$



PANDEO FLEXOTORSIONAL DE MIEMBROS A COMPRESIÓN

- Determine la resistencia nominal a la compresión, P_n , de una WT10.5 x66 con $KL_x = 25$ pies y $KL_y = KL_z = 20$ pies. Use el enfoque general dado en la parte (b) de la Especificación E4(b) del AISC y acero A992.

$$F_e = \left(\frac{F_{ey} + F_{ez}}{2H} \right) \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4F_{ey}F_{ez}H}{(F_{ey} + F_{ez})^2}} \right] \quad (\text{Ecuación E4-5 del AISC})$$

$$= \left(\frac{42.66 + 153.62}{(2)(0.84517)} \right) \left[1 - \sqrt{1 - \frac{(4)(42.66)(153.62)(0.84517)}{(42.66 + 153.62)^2}} \right]$$

$$= 40.42 \text{ klb/plg}^2$$

$$(a) \text{ When } \frac{KL}{r} \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \left(\text{or } \frac{F_y}{F_e} \leq 2.25 \right)$$

$$F_{cr} = \left[0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y$$

$$(b) \text{ When } \frac{KL}{r} > 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \left(\text{or } \frac{F_y}{F_e} > 2.25 \right)$$

$$F_{cr} = 0.877 F_e$$

$$40.42 \text{ klb/plg}^2 > \frac{F_y}{2.25} = 22.22 \text{ klb/plg}^2$$

∴ Debe usar la Ecuación E3-2 del AISC.

$$F_{cr} = \left[0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y = \left(0.658 \frac{50}{40.42} \right) 50 = 29.79 \text{ klb/plg}^2$$

La resistencia nominal es

$$P_n = F_{cr} A_g = (29.79)(19.4) = \mathbf{577.9 \text{ klb}} \quad (\text{Ecuación E4-1 del AISC})$$



PANDEO FLEXOTORSIONAL DE MIEMBROS A COMPRESIÓN

- Determine la resistencia nominal a la compresión, P_n , de una WT10.5 x66 con $KL_x = 25$ pies y $KL_y = KL_z = 20$ pies. Use el enfoque general dado en la parte (b) de la Especificación E4(b) del AISC y acero A992.

$$P_n = 480.3 \text{ klb}$$

LRFD $\phi_c = 0.90$	ASD $\Omega_c = 1.67$
$\phi_c P_n = (0.90) (480.3 \text{ klb}) = 432.3$	$\frac{P_n}{\Omega_c} = \frac{480.3 \text{ klb}}{1.67} = 287.6 \text{ klb}$

