

11. PROBLEMAS RESUELTOS

En las siguientes páginas se presentarán impresos algunos de los problemas que integran este libro electrónico. Se presentará el Índice Principal que conforma este catálogo de problemas, así como también los diferentes Índices Secundarios para cada tipo de acción estudiada. Se presentará impreso en este trabajo únicamente un problema por cada acción estudiada:

- Para miembros sujetos a esfuerzos de tensión se presentará el Problema 4. Perfil compuesto por un par de ángulos.
- Para miembros sujetos a esfuerzos de compresión se presentará el Problema 16, Elemento formado por un par de ángulos con tornillos completamente apretados.
- Para miembros sujetos a esfuerzos de flexión y cortante se presentará el Problema 3. Viga simplemente apoyada soportada lateralmente en los puntos indicados.
- Para miembros sujetos a esfuerzos de flexo-compresión se presentará el Problema 2. Viga simplemente apoyada sujeta a efectos conjuntos de flexión y compresión.
- Para el estudio de conexiones se presentará el Problema 2. Diseño de una conexión soldada de tipo filete para un perfil C.

11.1 Índice General

Tipo de problemas:

Obtención de capacidad resistente de miembros de acero estructural

Método utilizado:

Método de Factores de Carga y Resistencia LRFD (Load and Resistance Factor Design)

Aplicaciones principales utilizadas:

MathCad Professional 2001

Microsoft Excel 2002

AutoCad 2000

Índice General





ÍNDICE GENERAL

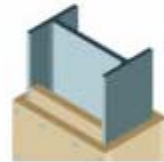
Tensión

Problemas de perfiles sujetos a esfuerzos de tensión



Compresión

Problemas de perfiles sujetos a esfuerzos de compresión



Flexión

Problemas de perfiles sujetos a esfuerzos de flexión y cortante



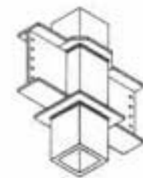
Flexo-compresión

Problemas de perfiles sujetos a esfuerzos de flexo-compresión



Conexiones

Problemas de conexiones simples soldadas y atornilladas

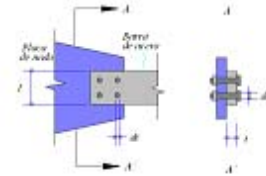


11.2 Índices Secundarios

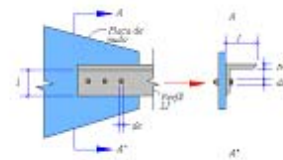
Perfiles sujetos a esfuerzos de tensión:

Ejemplos :

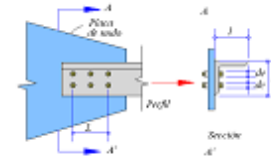
- 1** Barra de acero sujeta a tensión
(Resistencia por fluencia y fractura)



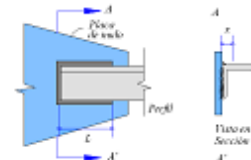
- 2** Perfil ángulo de lados iguales con una hilera de tornillos
(Resistencia por fluencia y fractura)



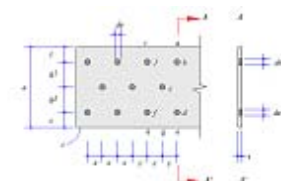
- 3** Perfil ángulo de lados iguales con dos hileras de tornillos
(Resistencia por fluencia y fractura)



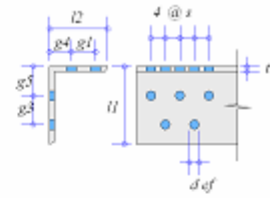
- 4** Perfil ángulo de lados iguales soldado
(Resistencia por fluencia)



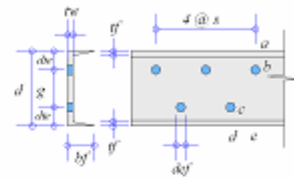
- 5** Resistencia de placa con orificios desfasados
(Resistencia por fluencia y fractura)



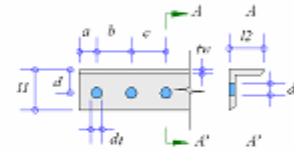
- 6 Resistencia a tensión de perfil tipo ángulo atornillado. (Resistencia por fluencia y fractura)



- 7 Resistencia a tensión de perfil tipo canal atornillado. (Resistencia por fluencia y fractura)

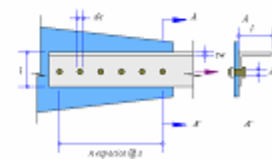


- 8 Resistencia por bloque de cortante de perfil tipo ángulo. (Incluye resistencia por fluencia y fractura)

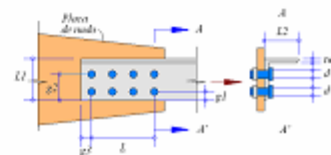


Problemas :

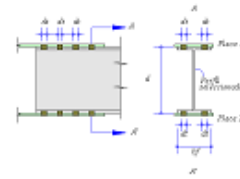
- 1 Resistencia de perfil tipo ángulo de lados iguales (Resistencia por fluencia, fractura y bloque de cortante)



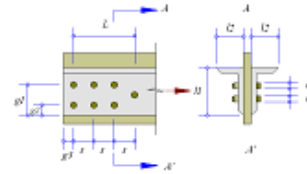
- 2 Resistencia de perfil tipo ángulo de lados desiguales (incluye fluencia, fractura y bloque de cortante)



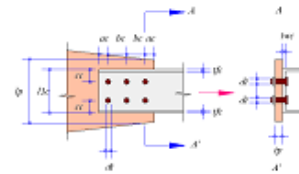
- 3** Resistencia de perfil tipo W atornillado
(por fluencia y fractura)



- 4** Resistencia de dos ángulos LD atornillados
(Por fluencia, fractura y bloque de cortante)



- 5** Resistencia de perfil tipo C atornillado
(Por fluencia, fractura y bloque de cortante)



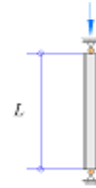
Índice General



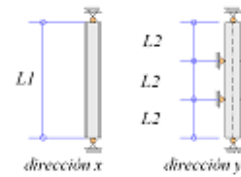
Perfiles sujetos a esfuerzos de compresión:

Ejemplos :

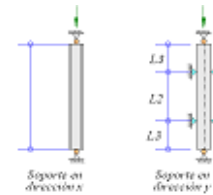
- 1** Perfil W como columna biarticulada
(Pandeo por flexión)



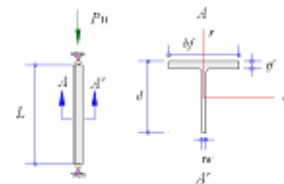
- 2** Perfil W como columna biarticulada arriostrada
(Pandeo por flexión)



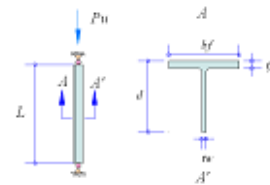
- 3** Perfil W como columna biarticulada
sujeto a carga factorizada
(Pandeo por flexión)



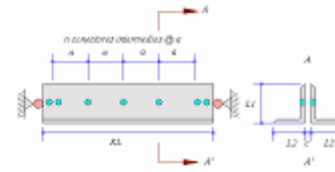
- 4** Perfil WT como columna
(Pandeo flexionante y flexotorsionante)



- 5** Perfil WT como columna
Simplificación de Ejemplo 4

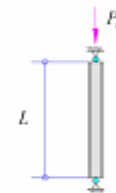


- 6 Dos ángulos sometidos a compresión.
Caso 1 tornillos con apriete ligero
(Pandeo flexionante y flexo-torsionante)

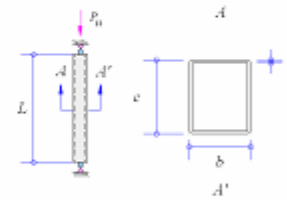


Problemas:

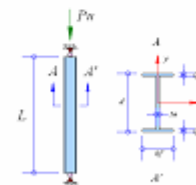
- 1 Perfil HP como columna articulada
(Pandeo por flexión)



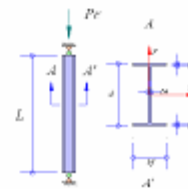
- 2 Perfil tubular como columna articulada
(Pandeo por flexión)



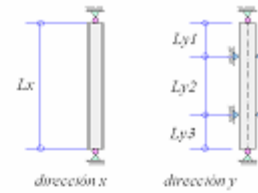
- 3 Perfil M como columna articulada
(Pandeo por flexión)



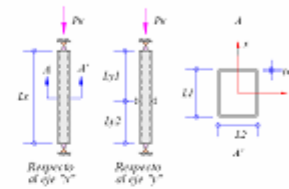
- 4 Perfil S como columna articulada
(Pandeo por flexión)



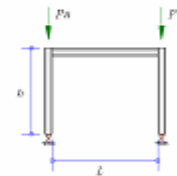
- 5 Perfil W como columna articulada (Pandeo por flexión)



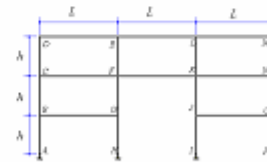
- 6 Perfil tubular como columna articulada (Pandeo por flexión)



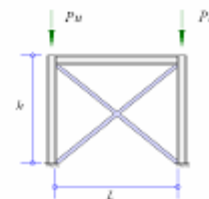
- 7 Perfil W como columna en marco no arriostrado (Pandeo por flexión)



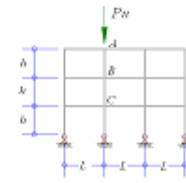
- 8 Perfil W como columna en marco no arriostrado (Pandeo por flexión)



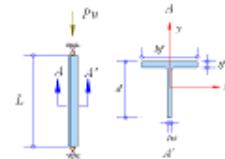
- 9 Perfil W como columna en marco arriostrado (Pandeo por flexión)



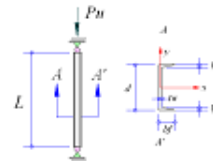
- 10** Perfil W como columna en marco no arriostrado (Pandeo por flexión)



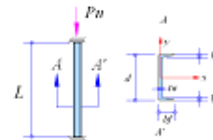
- 11** Perfil WT como columna articulada sujeto a carga factorizada (Pandeo flexionante y flexotorsionante)



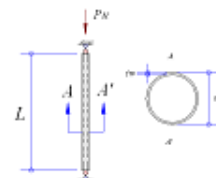
- 12** Perfil C como columna articulada (Pandeo flexionante y flexotorsionante)



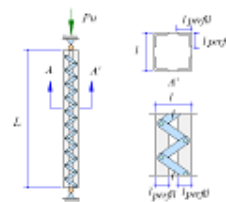
- 13** Perfil C como columna empotrada sujeto a carga viva y a carga muerta (Pandeo flexionante y flexotorsionante)



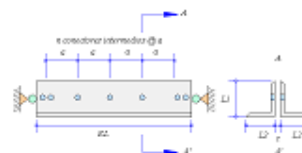
- 14** Perfil circular como columna articulada sujeto a carga factorizada (Pandeo flexionante)



- 15** Perfil armado con 4 ángulos como columna articulada (Pandeo flexionante)



- 16** Dos ángulos sometidos a compresión. Caso 2 Tornillos completamente apretados (Pandeo flexionante y flexotorsionante)



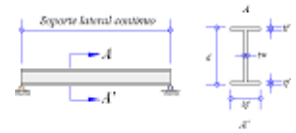
Índice General



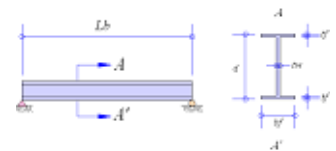
Perfiles sujetos a esfuerzos de flexión y cortante:

Ejemplos :

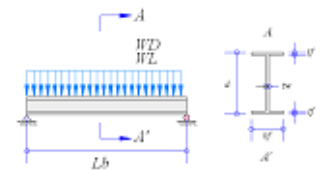
- 1a** Viga simplemente apoyada, perfil W
(Con soporte lateral continuo)



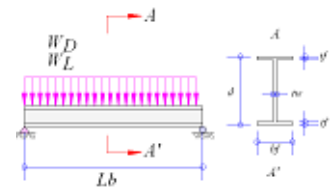
- 1b** Viga simplemente apoyada, perfil W con
longitud no soportada L_b



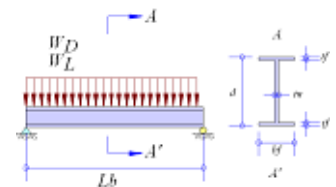
- 2** Viga simplemente apoyada, perfil W sujeto
a cargas de servicio W_D y W_L



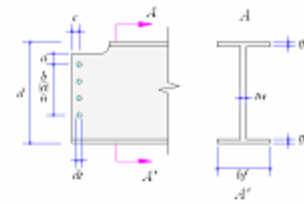
- 3** Viga simplemente apoyada, perfil W a cortante
sujeta a cargas de servicio W_D y W_L



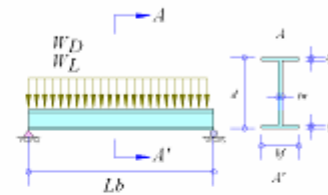
- 4** Viga simplemente apoyada, perfil W a cortante
sujeta a cargas de servicio W_D y W_L



- 5 Capacidad resistente por bloque de cortante de perfil W despatinado.

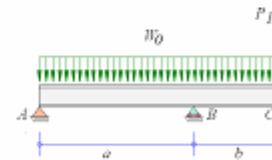


- 6 Análisis de deflexión en viga, perfil W

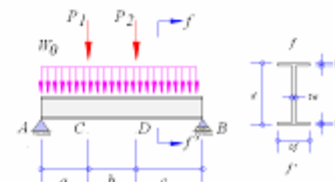


Problemas :

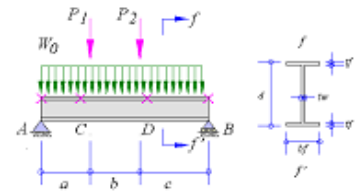
- 1 Viga simplemente apoyada, perfil W sometido a flexión, cortante. Se revisa su deflexión máxima



- 2 Viga simplemente apoyada, perfil W sometido a flexión, cortante. Se revisa su deflexión máxima



- 3 Viga simplemente apoyada, perfil W sometido a flexión, cortante, se revisa su deflexión máxima



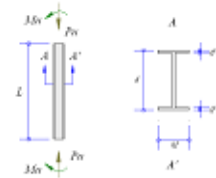
Índice General



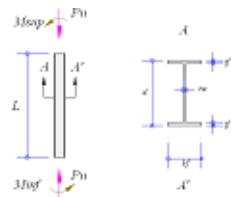
Perfiles sujetos a esfuerzos de flexocompresión:

Ejemplos :

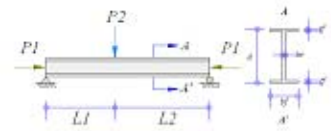
- 1** Revisión de alma compacta de un perfil W sujeto a momento flexionante y a carga axial.



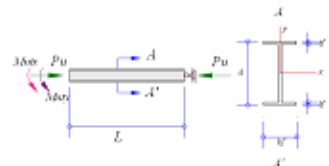
- 2** Perfil W en marco arriostrado sujeto a flexocompresión.



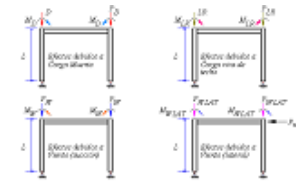
- 3** Viga a flexocompresión, perfil W



- 4** Viga a flexocompresión, perfil W

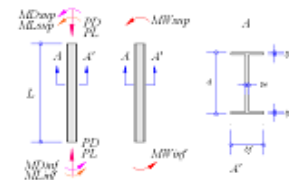


- 5 Viga a flexocompresión en marco no arriostrado, perfil W

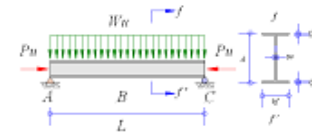


Problemas :

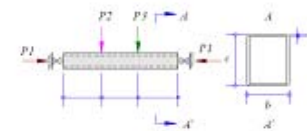
- 1 Viga a flexocompresión en marco arriostrado, perfil W



- 2 Viga a flexocompresión, perfil W



- 3 Viga a flexocompresión, perfil Tubular



Índice General



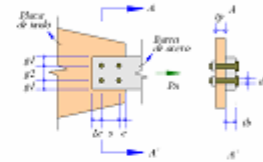
Problema de conexiones simples soldadas y atornilladas :

Introducción

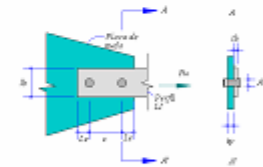


Ejemplos :

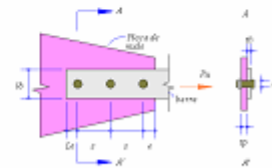
- 1 Capacidad resistente por aplastamiento de una conexión simple atornillada



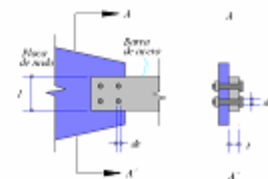
- 2 Capacidad resistente por aplastamiento y cortante de una conexión simple atornillada (tornillos comunes)



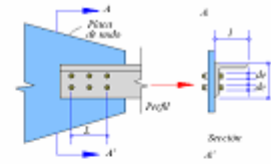
- 3 Capacidad resistente por aplastamiento y cortante de una conexión simple atornillada (tornillos de alta resistencia)



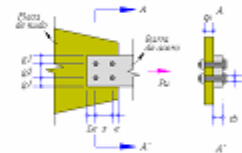
- 4 Revisión de conexión en barra de acero sujeta a tensión



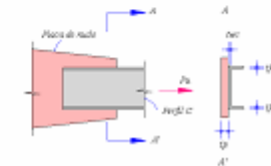
5 Capacidad resistente por aplastamiento y cortante de un perfil de lados iguales



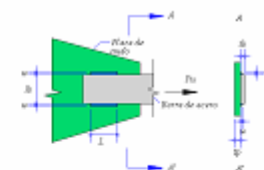
6 Conexión crítica al deslizamiento



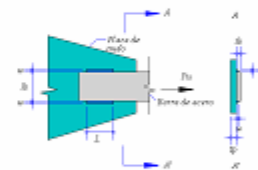
7 Obtención del número y distribución de tornillos adecuada para perfil tipo Canal



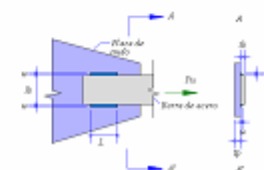
8 Obtención de resistencia de conexión soldada



9 Obtención de la longitud total para soldadura de filete

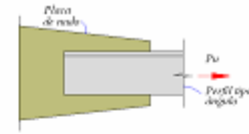


10 Diseño de conexión soldada usando soldadura de filete

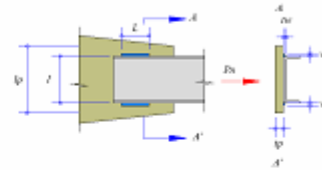


Problemas :

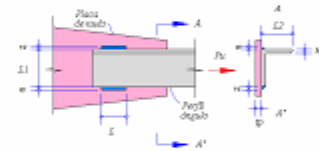
- 1 Obtención del número y distribución de tornillos adecuada para perfil tipo ángulo



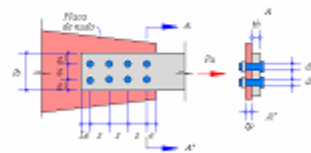
- 2 Diseño de conexión soldada usando soldadura de filete para un perfil tipo C.



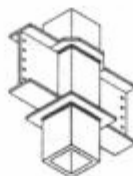
- 3 Diseño de conexión soldada usando soldadura de filete para un perfil tipo ángulo.



- 4 Obtención del número y distribución de tornillos adecuada para una barra de acero



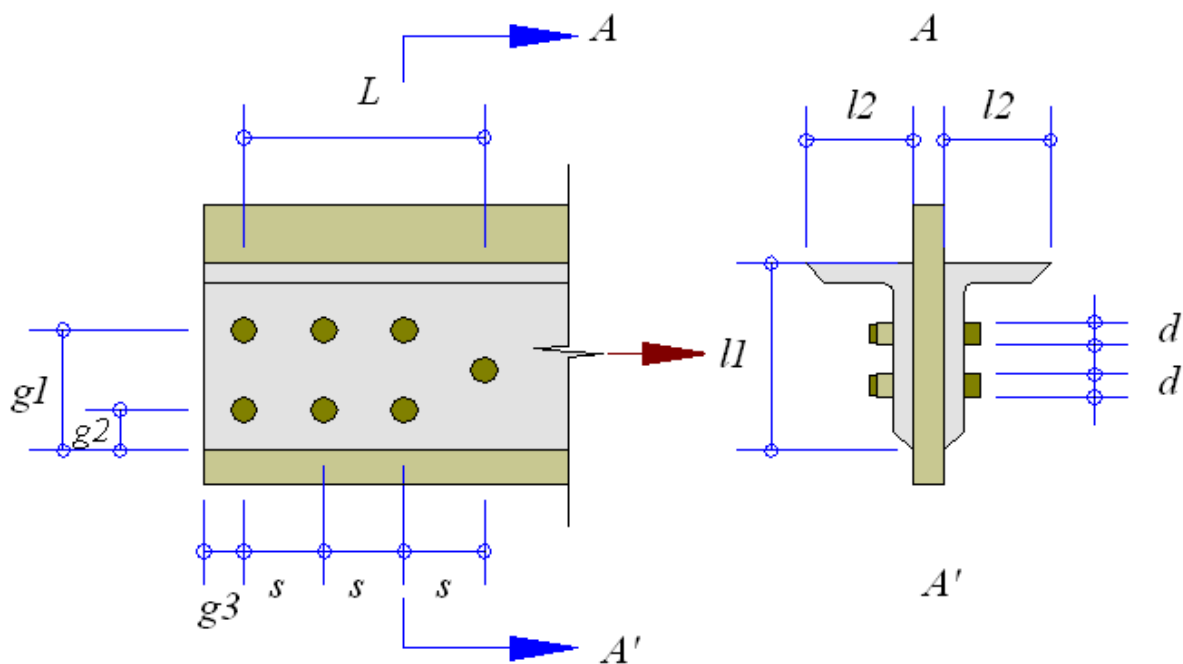
Índice General



11.3 Archivo sujeto a esfuerzos de Tensión

Problema 4 Perfil compuesto por un par de ángulos sometido a esfuerzos de tensión

Un perfil esta conformado por un ángulo doble. Los dos ángulos que integran dicho perfil se encuentran conectados a una placa de nudo con tornillos de diámetro d a través de l_1 en ambos ángulos. Calcular la resistencia a tensión del perfil compuesto.



Longitudes necesarias:

$$s := 2in$$

$$g_1 := 4 \cdot in$$

$$g_2 := 1.5 \cdot in$$

$$g_3 := 1.5 \cdot in$$

Datos del tornillo:

$$d := \frac{7}{8}in$$

Tipo de Perfil:

$perfil :=$

Datos acero:

$tipo :=$

Constantes:

Factores de reducción:

ϕ_{tf} := 0.9 Factor de reducción debido a fluencia de la sección

ϕ_{tfr} := 0.75 Factor de reducción debido a fractura de la sección

Solución:

Longitud de la conexión:

$$L := 3 \cdot s$$

$$L = 6 \text{ in}$$

Datos del perfil seleccionado:

$$perfil = \text{"L70x40x06"}$$

$$\begin{pmatrix} l_1 \\ l_2 \\ t_w \\ A_g \\ R_z \end{pmatrix} := \text{Hoja de cálculo}$$

$perfil$

$$l_1 = 7 \text{ in} \quad l_2 = 4 \text{ in} \quad t_w = 0.375 \text{ in} \quad A_g = 3.984 \text{ in}^2$$

$$R_z = 0.88 \text{ in}$$

Datos del acero seleccionado:

$$tipo = \text{"A36"}$$

$$\begin{pmatrix} f_y \\ F_u \end{pmatrix} :=$$



Hoja de cálculo

tipo

$$f_y = 36 \text{ ksi}$$

$$F_u = 58 \text{ ksi}$$

Obtención de la distancia del centroide del perfil al plano de la conexión:

$$x := \frac{\left[(l_1 - t_w) \cdot t_w \cdot \frac{t_w}{2} \right] + l_2 \cdot t_w \cdot \frac{l_2}{2}}{(l_1 + l_2 - t_w) \cdot t_w} \quad x = 0.87 \text{ in}$$

Obtención del factor de reducción U :

$$U := 1 - \left(\frac{x}{L} \right) \quad U = 0.855$$

$$U := \text{if}(U \leq .9, U, .9)$$

*nota*₁ = "El valor de U es menor que 0.9, por lo tanto es aceptable"

Solución para 1 ángulo:

$$A_n := A_g - 2 \left(d + \frac{1}{8} \text{ in} \right) \cdot t_w \quad A_n = 3.234 \text{ in}^2$$

$$A_e := A_n \cdot U \quad A_e = 2.765 \text{ in}^2$$

Resistencia de diseño por fluencia:

$$P_{Rfl} := \phi_{tfl} \cdot (f_y \cdot A_g) \quad P_{Rfl} = 129.082 \text{ kips}$$

Resistencia de diseño por fractura:

$$P_{Rfr} := \phi_{tfr} \cdot (F_u \cdot A_e) \quad P_{Rfr} = 120.284 \text{ kips}$$

Capacidad resistente que rige entre ambas:

$$P_R := \text{if}(P_{Rfl} < P_{Rfr}, P_{Rfl}, P_{Rfr}) \quad P_R = 120.284 \text{ kips}$$

Revisión por bloque de cortante:

$$g_1 = 4 \text{ in}$$

Obtención de la longitud a considerar por análisis de bloque de cortante:

$$L_T := L + g_3 \quad L_T = 7.5 \text{ in}$$

Obtención de áreas necesarias para realizar análisis por bloque de cortante:

$$A_{gv} := 2(L_T - s) \cdot t_w \quad A_{gv} = 4.125 \text{ in}^2$$

$$A_{gt} := 2 \left[\sqrt{\left(\frac{g_2 - g_1}{2} \right)^2 + s^2} \right] \cdot t_w \quad A_{gt} = 1.769 \text{ in}^2$$

$$A_{nv} := A_{gv} - (2.5 \cdot d_e) \cdot t_w \quad A_{nv} = 3.187 \text{ in}^2$$

$$A_{nt} := A_{gt} - 2d_e \cdot t_w$$

$$A_{nt} = 1.019 \text{ in}^2$$

Ecuación J4-3 del AISC :

$$R_{n1} := (.6 \cdot f_y \cdot A_{gv}) + F_u \cdot A_{nt}$$

$$R_{n1} = 148.195 \text{ kips}$$

$$\phi_{tfr} \cdot R_{n1} = 111.146 \text{ kips}$$

Ecuación J4-3b del AISC:

$$R_{n2} := (.6 \cdot F_u \cdot A_{nv}) + f_y \cdot A_{gt}$$

$$R_{n2} = 174.604 \text{ kips}$$

$$\phi_{tfr} \cdot R_{n2} = 130.953 \text{ kips}$$

Capacidad resistente que rige por bloque de cortante:

$$P_{Rbc} = 130.953 \text{ kips}$$

Conclusión:

Perfil seleccionado:

$$\text{perfil} = \text{"L70x40x06"}$$

Tipo de acero:

$$\text{tipo} = \text{"A36"}$$

Capacidad resistente por fluencia:

$$P_{Rf1} = 129 \text{ kips}$$

Capacidad resistente por fractura:

$$P_{Rf2} = 120 \text{ kips}$$

Capacidad resistente por bloque de cortante:

$$P_{Rbc} = 131 \text{ kips}$$

Valor de diseño que rige a un solo ángulo:

$$P_R = 120 \text{ kips}$$

Tipo de falla que rige el diseño:

$r_{ige\,final}$ = "Resistencia de diseño basada en fractura de la sección neta"

Como se trata de un par de ángulos la resistencia final es:

$$2 \cdot P_R = 241 \text{ kips}$$

Captura de datos

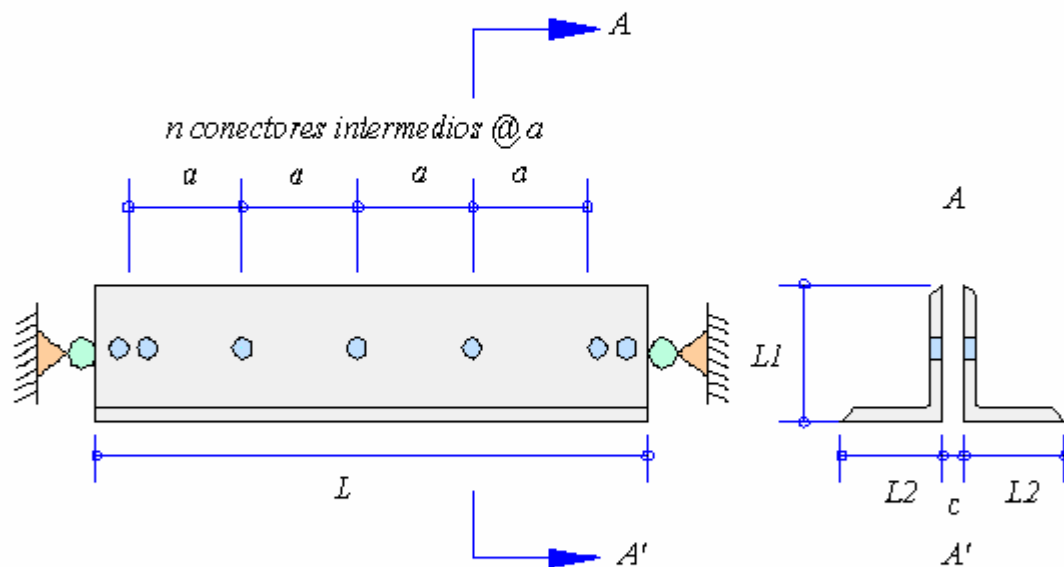
Índice problemas de tensión

Índice general

11.4 Archivo sujeto a esfuerzos de Compresión

Problema 16 Elemento formado por par de ángulos sometidos a compresión con tornillos completamente apretados

Un perfil se encuentra conformado por dos ángulos. Estos se encuentran orientados con su lado más largo L_1 espalda con espalda, separados una distancia c . Se cuenta con n tornillos intermedios como conectores completamente apretados y una longitud efectiva KL . Este elemento deberá soportar una carga igual a P_u .



<u>Datos del elemento:</u>	<u>Factor de longitud efectiva:</u>	<u>Carga factorizada a soportar:</u>	<u>Número de conectores intermedios:</u>
----------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------	--

$$L := 16 \text{ ft}$$

$$K := 1$$

$$P_u := 50 \cdot \text{kips}$$

$$n := 3$$

$$c := \frac{3}{8} \text{ in}$$

Tipo de acero:

$tipo :=$

Tipo del perfil:

$perfil :=$

Constantes:

Datos acero:

$E := 29000ksi$ Módulo de elasticidad del acero estructural

$G := 11200ksi$ Módulo de cortante del acero estructural


Factores de reducción:

$\phi_c := 0.85$ Factor de reducción debido a compresión

Solución:

Datos del perfil seleccionado:

$perfil = "L50x30x07"$

$\begin{pmatrix} l_1 \\ l_2 \\ t_w \\ A_g \\ R_z \\ R_x \\ R_y \end{pmatrix} :=$ 
 Hoja de cálculo
 $perfil$

$l_1 = 5 \text{ in}$ $l_2 = 3 \text{ in}$ $t_w = 0.438 \text{ in}$ $A_g = 3.31 \text{ in}^2$

$$r_x = 1.6 \text{ in} \quad r_y = 0.837 \text{ in} \quad r_z = 0.651 \text{ in}$$

Datos del acero seleccionado:

tipo = "A36"

$$\begin{pmatrix} f_y \\ F_u \end{pmatrix} :=$$



Hoja de cálculo

tipo

$$F_u = 58 \text{ ksi}$$

$$f_y = 36 \text{ ksi}$$

Estabilidad local del perfil:

Respecto al patín:

$$\frac{b}{t_w} = 3.429$$

$$\frac{76}{\sqrt{f_y}} = 12.667$$

estabilidad_{patín} = "perfil adecuado por estabilidad local del patín"

Obtención de los momentos de inercia I_x e I_y para un ángulo:

$$I_x := r_x^2 \cdot A_g$$

$$I_x = 8.474 \text{ in}^4$$

$$I_y := r_y^2 \cdot A_g$$

$$I_y = 2.319 \text{ in}^4$$

Obtención de la longitud efectiva del elemento:

$$KL := K \cdot L$$

$$KL = 192 \text{ in}$$

Obtención de los momentos de inercia y radios de giro del perfil armado

$$I_{xtot} := 2 \cdot I_x$$

$$I_{xtot} = 16.947 \text{ in}^4$$

$$x := \frac{\left[l_2 \cdot t_w \cdot \left(\frac{l_2}{2} \right) \right] + \frac{t_w}{2} \cdot (l_1 - t_w) \cdot t_w}{A_g}$$

$$x = 0.727 \text{ in}$$

$$I_{ytot} := \left[I_y + \left(\frac{c}{2} + x \right)^2 \cdot A_g \right] \cdot 2$$

$$I_{ytot} = 10.171 \text{ in}^4$$

$$r_{xtot} := \sqrt{\frac{I_{xtot}}{2 \cdot A_g}}$$

$$r_{xtot} = 1.6 \text{ in}$$

$$r_{ytot} := \sqrt{\frac{I_{ytot}}{2 \cdot A_g}}$$

$$r_{ytot} = 1.239 \text{ in}$$

Obtención del área del perfil armado:

$$A_{gpa} := 2 \cdot A_g$$

$$A_g = 3.31 \text{ in}^2$$

Relación de esbeltez:

Análisis por flexión con respecto al eje asimétrico "x" :

Para eje x:

$$r_l := \frac{KL}{r_{xtot}}$$

$$r_l = 120$$

La relación de esbeltez no puede ser mayor a 200:

$$nota_1 := \text{if} \left(\frac{KL}{r_x} \leq 200, \text{msg}_1, \text{msg}_2 \right)$$

nota₁ = "Relación de esbeltez adecuada por AISC "

Obtención de λ_c :

$$\lambda_c := \frac{r_1}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E}} \quad \lambda_c = 1.346$$

Obtención del esfuerzo crítico de pandeo F_{cr} :

$$F_{cr} := \text{if} \left(\lambda_c \leq 1.5, .658^{\lambda_c^2} \cdot f_y, \frac{.877}{\lambda_c^2} \cdot f_y \right) \quad F_{cr} = 16.868 \text{ ksi}$$

Resistencia de diseño por pandeo por flexión:

$$P_{Rfl} := \phi_c \cdot (A_{gpa} \cdot F_{cr}) \quad P_{Rfl} = 94.918 \text{ kips}$$

Cálculo del pandeo flexo-torsional respecto al eje de simetría:

Constante de torsión:

$$h_c := l_2 - \frac{t_w}{2}$$

$$J := \frac{1}{3} \cdot (l_1 \cdot t_w^3 + h_c \cdot t_w^3) \quad J = 0.217 \text{ in}^4$$

Obtención del centroide y centro de cortante del perfil:

$$x_0 := x - \frac{t_w}{2} \quad x_0 = 0.508 \text{ in}$$

$$y := \frac{\left(l_1 \cdot t_w \cdot \frac{l_1}{2} \right) + (l_2 - t_w) \cdot t_w \cdot \frac{t_w}{2}}{A_g} \quad y = 1.726 \text{ in}$$

$$y_0 := y - \frac{t_w}{2} \quad y_0 = 1.508 \text{ in}$$

Radio de Cortante:

$$r_0 := \sqrt{x_0^2 + y_0^2 + \frac{I_x + I_y}{A_g}} \quad r_0 = 2.406 \text{ in}$$

Factor H usado en el cálculo de resistencia por pandeo flexo-torsional:

$$H := 1 - \left(\frac{x_0^2 + y_0^2}{r_0^2} \right) \quad H = 0.563$$

Para eje y:

$$r_2 := \frac{KL}{r_{ytot}} \quad r_2 = 154.902$$

Respecto al eje y:

$$r_{il} := \text{if}(r_x < r_y, r_x, r_y)$$

$$r_i := \text{if}(r_{il} < r_z, r_{il}, r_z)$$

$$r_i = 0.651 \text{ in}$$

Separación entre conectores a :

$$a := \frac{L}{(n + 1)}$$

$$a = 48 \text{ in}$$

$$\frac{a}{r_i} = 73.733$$

$$.75 \cdot \frac{KL}{r_y} = 172.043$$

nota3 = "Relación a/ri satisfactoria"

Radio de giro del componente respecto al eje paralelo al eje de pandeo r_{ib} :

$$r_{ib} := r_y$$

$$r_{ib} = 0.837 \text{ in}$$

$$h := 2 \cdot x + c$$

$$h = 1.83 \text{ in}$$

$$\alpha := \frac{h}{2 \cdot r_{ib}}$$

$$\alpha = 1.09$$

Relación esbeltez modificada:

$$r_m := \sqrt{\left(\frac{KL}{r_{ytot}}\right)^2 + 0.82 \cdot \frac{\alpha^2}{1 + \alpha^2} \cdot \left(\frac{a}{r_{ib}}\right)^2}$$

$$r_m = 159.567$$

Obtención de λ_c :

$$\lambda_c := \frac{r_m}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E}} \quad \lambda_c = 1.79$$

Obtención de esfuerzos críticos:

$$F_{cry} := \text{if} \left(\lambda_c \leq 1.5, .658^{\lambda_c^2} \cdot f_y, \frac{.877}{\lambda_c} \cdot f_y \right) \quad F_{cry} = 9.858 \text{ ksi}$$

$$F_{crz} := \frac{G \cdot J \cdot 2}{A_{gpa} \cdot (r_0)^2} \quad F_{crz} = 126.906 \text{ ksi}$$

$$F_{crft} := \left(\frac{F_{cry} + F_{crz}}{2 \cdot H} \right) \cdot \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4 \cdot F_{cry} \cdot F_{crz} \cdot H}{(F_{cry} + F_{crz})^2}} \right] \quad F_{crft} = 9.521 \text{ ksi}$$

Resistencia de diseño por pandeo flexo-torsional:

$$P_{Rft} := \phi_c \cdot (A_{gpa} \cdot F_{crft}) \quad P_{Rft} = 53.575 \text{ kips}$$

Resistencia de diseño que rige:

$$P_r := \text{if} (P_{Rfl} < P_{Rft}, P_{Rfl}, P_{Rft}) \quad P_r = 53.575 \text{ kips}$$

Conclusión:

Perfil seleccionado para conformar perfil armado de ángulo doble:

$$\text{perfil} = \blacksquare$$

Estabilidad local del perfil:

Respecto al patín:

$$\frac{b}{t_w} = \blacksquare$$

$$\text{estabilidad}_{\text{patín}} = \blacksquare$$

Capacidad resistente debido a pandeo por flexión:

$$P_{Rfl} = \blacksquare \text{ kips}$$

Capacidad resistente del perfil armado:

$$P_r = \blacksquare \text{ kips}$$

Análisis que rige la resistencia:

$$\text{rige} = \blacksquare$$

Carga factorizada a soportar:

$$P_u = \blacksquare \text{ kips}$$

$$\text{conclusión} = \blacksquare$$

Tipo de acero:

$$\text{tipo} = \blacksquare$$

$$\frac{76}{\sqrt{f_y}} = \blacksquare$$

Capacidad resistente debido a pandeo por flexo-torsión

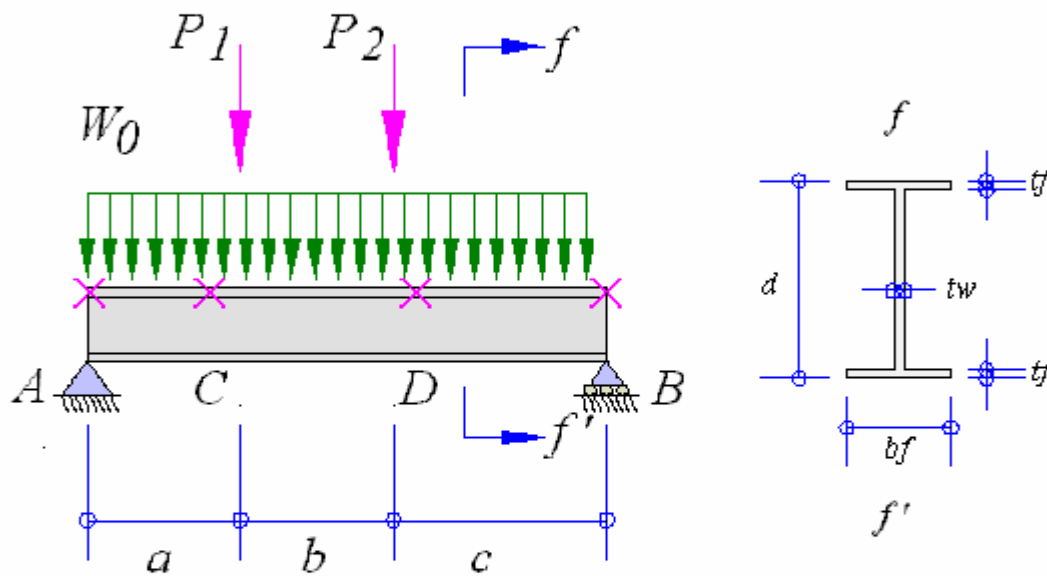
$$P_{Rflt} = \blacksquare \text{ kips}$$

Captura de datos Índice problemas a compresión Índice general

11.5 Archivo sujeto a esfuerzos de Flexión y Cortante

Problema 3 Viga sometida a flexión y a esfuerzo cortante soportada lateralmente en A, B, C, D. Perfil W

Una viga soporta una carga uniforme factorizada W_0 así como dos cargas puntuales P_1 y P_2 localizadas a las distancias mostradas en la figura. Deberá soportar los efectos debidos a momento flector y esfuerzo cortante, así como también los criterios de deflexión.



Longitudes:

$$a \equiv 3 \cdot ft$$

$$b \equiv 5 ft$$

$$c \equiv 9 \cdot ft$$

Cargas:

$$P_1 \equiv 8 \cdot kips$$

$$P_2 \equiv 10 \cdot kips$$

$$W_0 \equiv 1.0 \cdot \frac{kips}{ft}$$

Tipo de acero:

tipo :=

A242-50

Datos del perfil:

perfil :=

W14x030

Constantes:

Datos acero:

$E := 29000ksi$	Módulo de elasticidad del acero estructural
$G := 11200ksi$	Módulo de cortante del acero estructural
$F_r := 10 \cdot ksi$	F_r .- Esfuerzo residual (Valor dado para perfiles rolados)


Factores de reducción:

$\phi_v := 0.9$	Factor de reducción debido a cortante
$\phi_b := 0.9$	Factor de reducción debido a flexión

Solución:

Datos del perfil seleccionado:

$perfil = "W14x030"$

w	:=		Hoja de cálculo
d			
b_f			
t_f			
t_w			
A			
r_x			
r_y			
Z_x			
I_x			
I_y			

perfil

$$w = 30 \frac{lb}{ft} \quad d = 13.84 in \quad b_f = 6.73 in \quad t_f = 0.39 in$$

$$A = 8.85 in^2 \quad r_x = 5.73 in \quad r_y = 1.49 in \quad Z_x = 46.39 in^3$$

$$I_y = 19.6 in^4 \quad t_w = 0.27 in \quad I_x = 291 in^4$$

Datos del acero seleccionado:

$$\begin{pmatrix} F_u \\ f_y \end{pmatrix} :=$$



Hoja de cálculo

tipo

$$F_u = 70 ksi$$

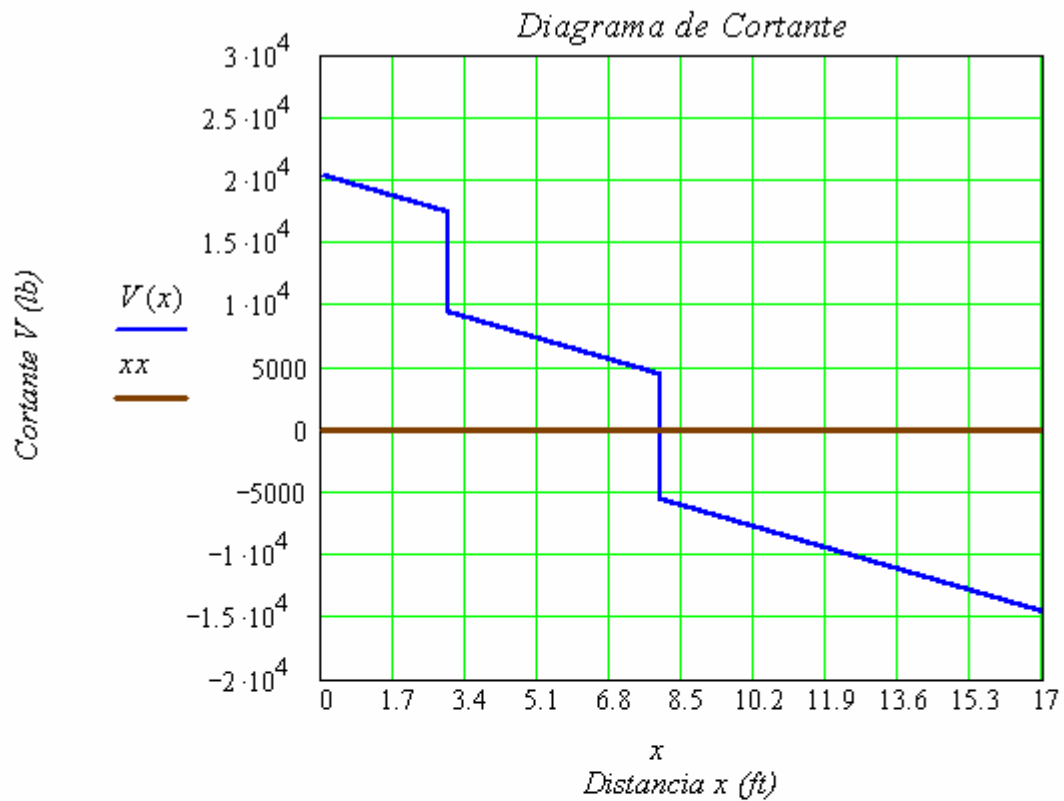
$$f_y = 50 ksi$$

Obtención del módulo elástico con respecto al eje "x" :

$$S_x := \frac{I_x}{\frac{d}{2}}$$

$$S_x = 42.05 in^3$$

Obtención del diagrama de fuerza cortante:



Obtención de reacciones en A y en B :

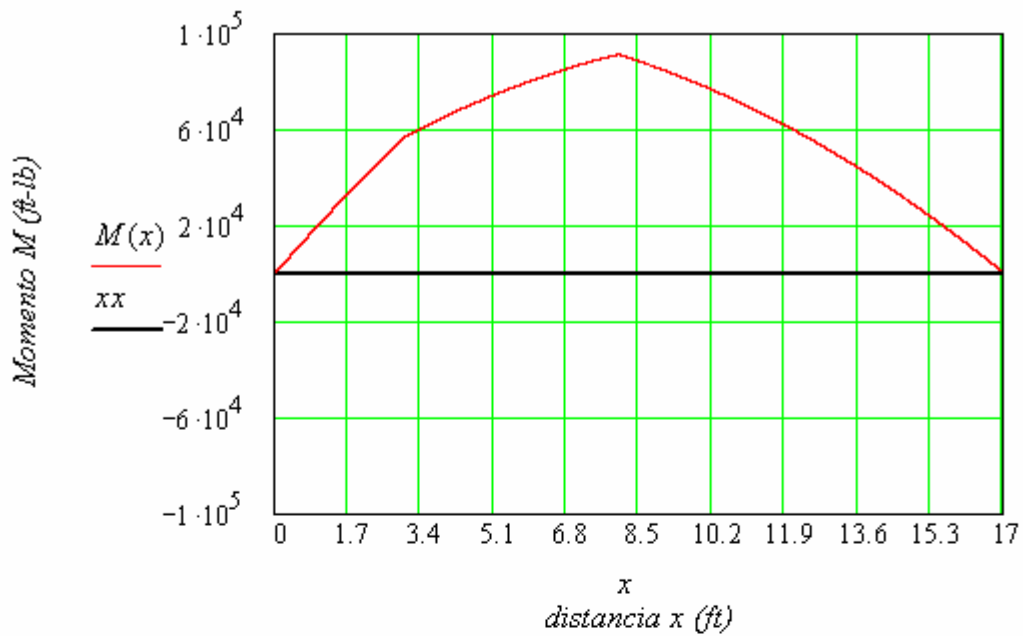
$$R_A = 20.38 \text{ kips}$$

$$R_B = 14.62 \text{ kips}$$

Obtención de cortante máximo:

$$V_{max} = 20.38 \text{ kips}$$

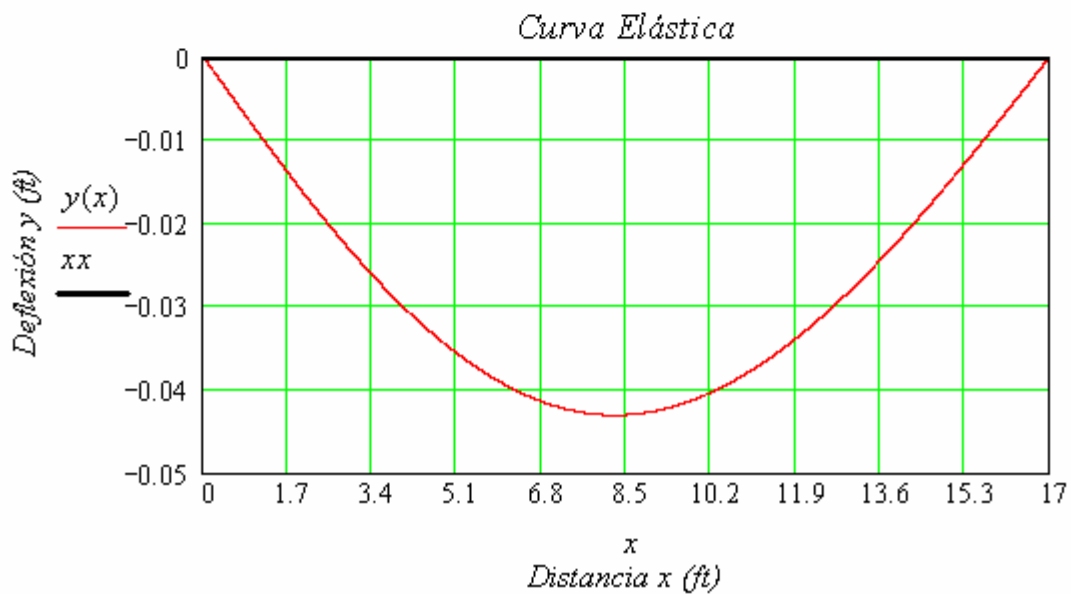
Obtención de diagrama de momento flector:



Obtención de momento flector máximo:

$$M_{max} = 91.06 \text{ ft}\cdot\text{kips}$$

Obtención del diagrama la curva Elástica:



Obtención de la deflexión máxima:

$$y_{max} = 0.04 \text{ ft}$$

$$y_{max} = 0.52 \text{ in}$$

Obtención del Momento y cortante máximos factorizados:

$$M_{max} = 91.06 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

$$M_u := M_{max}$$

$$V_{max} = 20.38 \text{ kips}$$

$$V_u := V_{max}$$

Constante de torsión:

$$h_t := d - t_f$$

$$J := \frac{2 \cdot b_f \cdot t_f^3}{3} + \frac{(h_t \cdot t_w^3)}{3}$$

$$J = 0.34 \text{ in}^4$$

Constante de Alabeo (C_w) para vigas W

$$C_w := \frac{t_f \cdot b_f^3 \cdot h_t^2}{24}$$

$$C_w = 885.24 \text{ in}^6$$

Obtención del Momento plástico M_p :

Obtención del momento plástico M_p :

$$M_p := f_y \cdot Z_x$$

$$M_p = 193.31 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

Obtención del momento de fluencia que considera esfuerzos residuales M_r :

$$M_r := (f_y - F_r) \cdot S_x$$

$$M_r = 140.17 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

Análisis por pandeo local del alma de la sección:

Obtención de los parámetros ancho-espesor para el alma:

$$\lambda := \frac{h}{t_w} \qquad \lambda = 45.73$$

$$\lambda_p := \frac{640}{\sqrt{f_y}} \qquad \lambda_p = 90.51$$

$$\lambda_r := \frac{970}{\sqrt{f_y}} \qquad \lambda_r = 137.18$$

Esbeltez del alma :

alma = "Compacta"

Obtención del momento nominal del alma de la sección :

$$MN(\lambda, \lambda_p, \lambda_r) := \left\{ \begin{array}{l} MP \leftarrow f_y \cdot Z_x \\ M \leftarrow MP \text{ if } \lambda \leq \lambda_p \\ M \leftarrow M_p - (M_p - M_r) \cdot \left(\frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p} \right) \text{ if } \lambda_p < \lambda \leq \lambda_r \\ M \leftarrow M_p - \text{"Sección Esbelta"} \text{ if } \lambda > \lambda_r \\ Mn \leftarrow M \text{ if } M \leq MP \\ Mn \leftarrow MP \text{ if } M > MP \\ Mn \end{array} \right.$$

$$M_{na} := MN(\lambda, \lambda_p, \lambda_r)$$

$$M_{na} = 193.31 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

Análisis por pandeo local del patín:

Obtención de los parámetros ancho-espesor para el patín:

$$\lambda := \frac{b_f}{2 \cdot t_f} \qquad \lambda = 8.74$$

$$\lambda_p := \frac{65}{\sqrt{f_y}} \qquad \lambda_p = 9.19$$

$$\lambda_r := \frac{141}{\sqrt{f_y - 10}} \qquad \lambda_r = 22.29$$

Esbeltez de patín :

patín = "Compacto"

Obtención del Momento nominal del patín de la sección:

$$M_{np} := \text{MIN}(\lambda, \lambda_p, \lambda_r)$$

$$M_{np} = 193.31 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

Análisis para claro "a" :

Análisis para perfil Compacto:

Obtención de L_b para el claro "a" :

$$L_b := a$$

$$L_b = 36 \text{ in}$$

Obtención de C_b para el claro "a" :

$$M_{max} := \text{abs}(M(L_b))$$

$$M_A := \text{abs}\left(M\left(\frac{L_b}{4}\right)\right)$$

$$M_B := \text{abs}\left(M\left(\frac{L_b}{2}\right)\right)$$

$$M_C := \text{abs}\left(M\left(\frac{3}{4} \cdot L_b\right)\right)$$

$$C_b := \frac{12.5 \cdot M_{max}}{2.5 \cdot M_{max} + 3 \cdot M_A + 4 \cdot M_B + 3 \cdot M_C}$$

$$C_b = 1.63$$

Análisis por pandeo lateral torsionante:

Obtención de la longitud no soportada L_p :

$$L_p := 300 \cdot \frac{r_y}{\sqrt{f_y}}$$

$$L_p = 63.14 \text{ in}$$

Obtención de la longitud no soportada L_r :

$$X_1 := \left(\frac{\pi}{S_x} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot G \cdot J \cdot A}{2}} \right)$$

$$X_1 = 1661.91 \text{ ksi}$$

$$X_2 := \left[\frac{4 \cdot C_w}{I_y} \cdot \left(\frac{S_x}{G \cdot J} \right)^2 \right]$$

$$X_2 = 0.02148 \text{ ksi}^{-2}$$

$$L_r := \frac{r_y \cdot X_1}{(f_y - F_r)} \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_2 \cdot (f_y - F_r)^2}} \quad L_r = 162.97 \text{ in}$$

Tipo de pandeo lateral torsionante para claro "a" :

pandeo_{claro} = "Se cuenta con soporte lateral total"

Obtención del momento nominal:

$$MN(L_b, C_b) := \begin{cases} MP \leftarrow f_y \cdot Z_x \\ M \leftarrow MP \text{ if } (L_b \leq L_p) \\ M \leftarrow C_b \cdot \left[M_p - (M_p - M_r) \cdot \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \text{ if } (L_p < L_b \leq L_r) \\ M \leftarrow \frac{C_b \cdot \pi}{L_b} \cdot \sqrt{(E \cdot I_y \cdot G \cdot J) + \left(\frac{\pi \cdot E}{L_b} \right)^2 \cdot I_y \cdot C_w} \text{ if } L_b > L_r \\ Mn \leftarrow M \text{ if } M \leq MP \\ Mn \leftarrow MP \text{ if } M > MP \\ Mn \end{cases}$$

$$M_{npl} := MN(L_b, C_b) \quad M_{npl} = 193.31 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

Obtención del momento nominal M_n para el claro "a" :

$$M_{na} = 193.31 \text{ kips} \cdot \text{ft} \quad M_{np} = 193.31 \text{ kips} \cdot \text{ft} \quad M_{npl} = 193.31 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

Rige :

$$M_n = 193.31 \text{ kips}\cdot\text{ft}$$

$rig_{eclaro a}$ = "Rige momento nominal del alma de la sección para el claro "a" "

Obtención de la capacidad resistente del elemento:

$$M_{Ra} := \phi_b \cdot M_n$$

$$M_{Ra} = 173.97 \text{ ft}\cdot\text{kips}$$

Momento factorizado máximo que se presenta en el claro "a" :

$$M_{ua} := \text{abs}(M(L_b))$$

$$M_{ua} = 56.65 \text{ kips}\cdot\text{ft}$$

Resumen claro "a" :

$claro_a$ = "El perfil es adecuado para el claro "a" "

Análisis para claro "b" :

Análisis para perfil Compacto:

Obtención de L_b para el claro "b" :

$$L_b := b$$

$$L_b = 60 \text{ in}$$

Longitudes L_p y L_r :

$$L_p = 63.14 \text{ in}$$

$$L_r = 162.97 \text{ in}$$

Obtención de C_b para el claro "b" :

$$M_{max} := M_u$$

$$M_A := \text{abs}\left(M\left(a + \frac{L_b}{4}\right)\right)$$

$$M_B := \text{abs}\left(M\left(a + \frac{L_b}{2}\right)\right)$$

$$M_C := \text{abs}\left(M\left(a + \frac{3}{4} \cdot L_b\right)\right)$$

$$C_b := \frac{12.5 \cdot M_{max}}{2.5 \cdot M_{max} + 3 \cdot M_A + 4 \cdot M_B + 3 \cdot M_C}$$

$$C_b = 1.15$$

Análisis por pandeo lateral torsionante:

Tipo de pandeo lateral torsionante:

pandeo_{clarob} = "Se cuenta con soporte lateral total"

Obtención del momento nominal por pandeo lateral torsional para el claro "b" :

$$M_{nplt} := \text{MN}(L_b, C_b)$$

$$M_{nplt} = 193.31 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

Obtención del momento nominal M_n para el claro "b" :

$$M_{na} = 193.31 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

$$M_{np} = 193.31 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

$$M_{nplt} = 193.31 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

Rige :

$$M_n = 193.31 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

rige_{clarob} = "Rige momento nominal del alma de la sección para el claro "b" "

Obtención de la capacidad resistente del elemento:

$$M_{Rb} := \phi_b \cdot M_n$$

$$M_{Rb} = 173.97 \text{ ft} \cdot \text{kips}$$

Momento factorizado máximo que se presenta en el claro "b" :

$$M_{ub} := M_u$$

$$M_{ub} = 91.06 \text{ kips}\cdot\text{ft}$$

Resumen claro "b" :

claro_b = "El perfil es adecuado para el claro "b" "

Análisis para claro "c" :

Análisis para perfil Compacto:

Obtención de L_b para el claro "c" :

$$L_b := c$$

$$L_b = 108 \text{ in}$$

Longitudes L_p y L_r :

$$L_p = 63.14 \text{ in}$$

$$L_r = 162.97 \text{ in}$$

Obtención de C_b para el claro "c" :

$$M_{max} := \text{abs}(M(a + b))$$

$$M_A := \text{abs}\left(M\left(a + b + \frac{L_b}{4}\right)\right)$$

$$M_B := \text{abs}\left(M\left(a + b + \frac{L_b}{2}\right)\right)$$

$$M_C := \text{abs}\left(M\left(a + b + \frac{3}{4}\cdot L_b\right)\right)$$

$$C_b := \frac{12.5 \cdot M_{max}}{2.5 \cdot M_{max} + 3 \cdot M_A + 4 \cdot M_B + 3 \cdot M_C}$$

$$C_b = 1.48$$

Análisis por pandeo lateral torsionante:

Tipo de pandeo lateral torsionante:

$pandeo_{claroc}$ = "Resistencia basada en Pandeo Lateral-torsional (PLT) inelástico"

Obtención del momento nominal por pandeo lateral torsional para el claro "c" :

$$M_{nplt} := \text{MIN}(L_b, C_b) \qquad M_{nplt} = 193.31 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

Obtención del momento nominal M_n para el claro "c" :

$$M_{na} = 193.31 \text{ kips} \cdot \text{ft} \qquad M_{np} = 193.31 \text{ kips} \cdot \text{ft} \qquad M_{nplt} = 193.31 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

Rige :

$$M_n = 193.31 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

$rige_{claroc}$ = "Rige momento nominal del alma de la sección para el claro "c" "

Obtención de la capacidad resistente del elemento:

$$M_{RC} := \phi_b \cdot M_n \qquad M_{RC} = 173.97 \text{ ft} \cdot \text{kips}$$

Momento factorizado máximo que se presenta en el claro "a" :

$$M_{uc} := \text{abs}(M(a + b)) \qquad M_{uc} = 91.06 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

Resumen claro "c" :

$claroc$ = "El perfil es adecuado para el claro "c" "

Esbeltez de sección para el calor "c" :

sección = "Compacta"

Revisión del perfil por cortante:

Obtención del área del alma A_w :

$$A_w := d \cdot t_w \qquad A_w = 3.74 \text{ in}^2$$

Obtención de relaciones para obtener la resistencia nominal a cortante:

$$\frac{h}{t_w} = 45.73 \qquad \frac{418}{\sqrt{f_y}} = 59.11 \qquad \frac{523}{\sqrt{f_y}} = 73.96$$

Estado del alma:

nota₁ = "No hay inestabilidad del alma"

Obtención del cortante nominal V_n :

$$VN(h) := \left\{ \begin{array}{l} V \leftarrow 0.6 \cdot f_y \cdot A_w \quad \text{if } \frac{h}{t_w} \leq \frac{418}{\sqrt{F_y}} \\ V \leftarrow 0.6 \cdot f_y \cdot A_w \cdot \frac{\frac{418}{\sqrt{F_y}}}{\frac{h}{t_w}} \quad \text{if } \frac{418}{\sqrt{F_y}} < \frac{h}{t_w} \leq \frac{523}{\sqrt{F_y}} \\ V \leftarrow \frac{132000 \cdot A_w \cdot \text{kips}}{\left(\frac{h}{t_w}\right)^2 \cdot \text{ft}^2} \quad \text{if } \frac{523}{\sqrt{F_y}} < \frac{h}{t_w} \leq 260 \\ V \leftarrow \text{"Se requieren atiesadores en el alma"} \quad \text{if } \frac{h}{t_w} > 260 \\ V \end{array} \right.$$

$$VN(h) = 112.1 \text{ kips}$$

$$V_n := VN(h)$$

Resistencia nominal por cortante del elemento:

$$V_n = 112.1 \text{ kips}$$

Capacidad resistente al cortante del elemento:

$$\phi_v = 0.9$$

$$V_R := \phi_v \cdot V_n$$

$$V_R = 100.89 \text{ kips}$$

Cortante máximo factorizado a resistir V_u :

$$V_u = 20.38 \text{ kips}$$

Resumen de capacidad de la sección a cortante :

cortante = "La resistencia a cortante del perfil SI es satisfactoria debido a esfuerzo cortante"

Deflexiones permitidas:

Longitud no soportada total L_b :

$$L_b := a + b + c$$

$$L_b = 204 \text{ in}$$

Para una construcción enyesada:

$$D_1 := \frac{L_b}{360}$$

$$D_1 = 0.57 \text{ in}$$

Para construcción de piso no enyesado:

$$D_2 := \frac{L_b}{240}$$

$$D_2 = 0.85 \text{ in}$$

Obtención de la deflexión total máxima:

$$y_{max} = 0.52 \text{ in}$$

Resumen deflexión :

$deflexión_{caso1}$ = "Se satisface el criterio por deflexión en construcción enyesada"

$deflexión_{caso2}$ = "Se satisface el criterio por deflexión en construcción de piso no enyesado "

Conclusiones:

Perfil seleccionado:

$perfil$ = "W14x030"

Tipo de acero:

$tipo$ = "A242-50"

Para el claro "a" :

Longitud del claro :

a = 36 in

Momento resistente :

M_{Ra} = 174 kips·ft

Momento factorizado a resistir :

M_{ua} = 57 kips·ft

$claro_a$ = "El perfil es adecuado para el claro "a" "

Para el claro "b" :

Longitud del claro :

b = 60 in

Momento resistente :

M_{Rb} = 174 kips·ft

Momento factorizado a resistir :

M_{ub} = 91 kips·ft

$claro_b$ = "El perfil es adecuado para el claro "b" "

Para el claro "c" :

Longitud del claro : $c = 108 \text{ in}$

Momento resistente : $M_{Rc} = 174 \text{ kips}\cdot\text{ft}$

Momento factorizado a resistir : $M_{uc} = 91 \text{ kips}\cdot\text{ft}$

$\text{claro}_b = \text{"El perfil es adecuado para el claro "b" "}$

Análisis por esfuerzo cortante :

Capacidad resistente: $V_R = 101 \text{ kips}$

Cortante factorizado : $V_u = 20 \text{ kips}$

$\text{cortante} = \text{"La resistencia a cortante del perfil SI es satisfactoria debido a esfuerzo cortante"}$

Resumen deflexiones :

Deflexiones permitidas:

Caso 1 : $D_1 = 0.57 \text{ in}$

Caso 2 : $D_2 = 0.85 \text{ in}$

Deflexión máxima : $y_{max} = 0.52 \text{ in}$

$\text{deflexión}_{\text{caso1}} = \text{"Se satisface el criterio por deflexión en construcción enyesada"}$

$\text{deflexión}_{\text{caso2}} = \text{"Se satisface el criterio por deflexión en construcción de piso no enyesado "}$

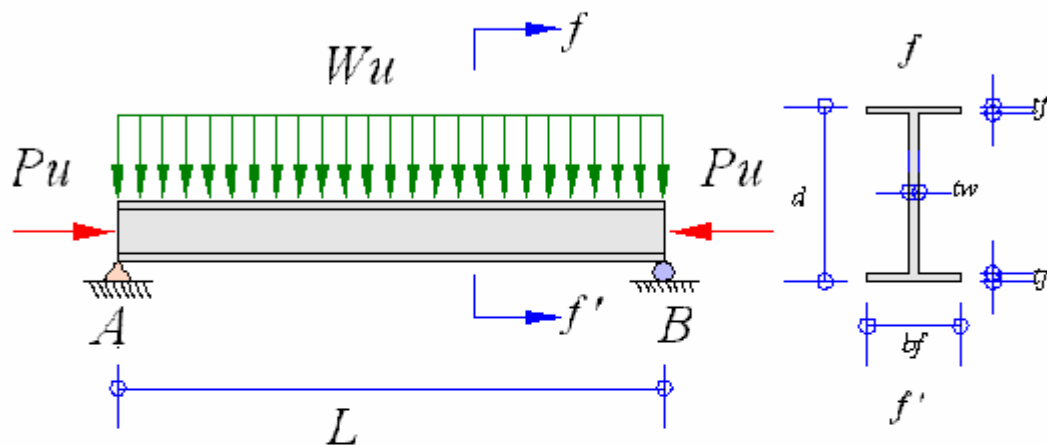
[Captura de datos](#) [Índice problemas a flexión](#) [Índice general](#)

[Revisión por bloque de cortante](#)

11.6 Archivo sujeto a esfuerzos de Flexo-Compresión

Problema2 Viga a flexo-compresión, perfil W

Se requiere saber si la viga-columna mostrada en la figura, resulta adecuada para soportar los efectos producto de la flexo-compresión debidos a las cargas factorizadas P_u y W_u . Este miembro se encuentra soportado lateralmente en los puntos A y B.



Datos de la viga-columna:

$$L := 10 \cdot ft$$

Cargas factorizadas:

$$P_u := 10 \cdot kips$$

$$W_u := 2 \cdot \frac{kips}{ft}$$

Factores para obtener la longitud efectiva:

$$K_x := 1 \quad \text{Factor de longitud efectiva con respecto a eje "x"}$$

$$K_y := 1 \quad \text{Factor de longitud efectiva con respecto a eje "y"}$$

Datos del perfil:

$$perfil := W05x016$$

Tipo de Acero:

$$tipo := A572-50$$

Constantes:

Datos acero:

$$E := 29000ksi$$

Módulo de elasticidad del acero estructural

$$G := 11200 \text{ ksi}$$

Módulo de cortante del acero estructural

$$F_r := 10 \cdot \text{ksi}$$

F_r .- Esfuerzo residual (Valor dado para perfiles rolados)

Factores de reducción:

$$\phi_c := 0.85$$

Factor de reducción debido a compresión

$$\phi_f := 0.9$$

Factor de reducción debido a flexión

$$\phi_{fc} := 1.0$$

Factor de reducción debido a flexo-compresión

Solución:

Datos del perfil seleccionado:

$$\text{perfil} = \text{"W05x016"}$$

$$\begin{pmatrix} w \\ d \\ b_f \\ t_f \\ t_w \\ A \\ r_x \\ r_y \\ Z_x \\ I_x \\ I_y \end{pmatrix} := \begin{matrix} \text{Hoja de cálculo} \\ \text{perfil} \end{matrix}$$

$$w = 16 \frac{\text{lb}}{\text{ft}}$$

$$d = 5.01 \text{ in}$$

$$b_f = 5 \text{ in}$$

$$t_f = 0.36 \text{ in}$$

$$A_g = 4.68 \text{ in}^2 \quad r_x = 2.13 \text{ in} \quad r_y = 1.27 \text{ in} \quad Z_x = 9.47 \text{ in}^3$$

$$I_y = 7.51 \text{ in}^4 \quad k = 0.7 \text{ in} \quad t_w = 0.24 \text{ in} \quad I_x = 21.3 \text{ in}^4$$

Datos del acero seleccionado:

tipo = "A572-50"

$$\begin{pmatrix} f_y \\ F_u \end{pmatrix} :=$$



Hoja de cálculo

tipo

$$F_u = 65 \text{ ksi}$$

$$f_y = 50 \text{ ksi}$$

Análisis del elemento debido a esfuerzos de compresión:

Obtención de la longitud total en pulgadas:

$$L = 10 \text{ ft}$$

$$L = 120 \text{ in}$$

Obtención de relación de esbeltez con respecto al eje "x" :

$$r_1 := \frac{L \cdot K_x}{r_x}$$

$$r_1 = 56.25$$

Obtención de relación de esbeltez con respecto al eje "y" :

$$r_2 := \frac{L \cdot K_y}{r_y}$$

$$r_2 = 94.73$$

Relación de esbeltez que rige al elemento:

$$r := \text{if}(r_1 < r_2, r_2, r_1) \quad r = 94.73$$

La relación de esbeltez no puede ser mayor a 200 :

*nota*₁ = "Relación de esbeltez adecuada por AISC"

Obtención de λ_c :

$$\lambda_c := \frac{r}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E}} \quad \lambda_c = 1.25$$

Obtención del esfuerzo crítico de pandeo:

$$F_{cr} := \text{if}\left(\lambda_c \leq 1.5, .658^{\lambda_c^2} \cdot f_y, \frac{.877}{\lambda_c^2} \cdot f_y\right) \quad F_{cr} = 25.94 \text{ ksi}$$

Obtención de la resistencia nominal por compresión:

$$P_n := A_g \cdot F_{cr} \quad P_n = 121.41 \text{ kips}$$

Capacidad resistente solo a compresión:

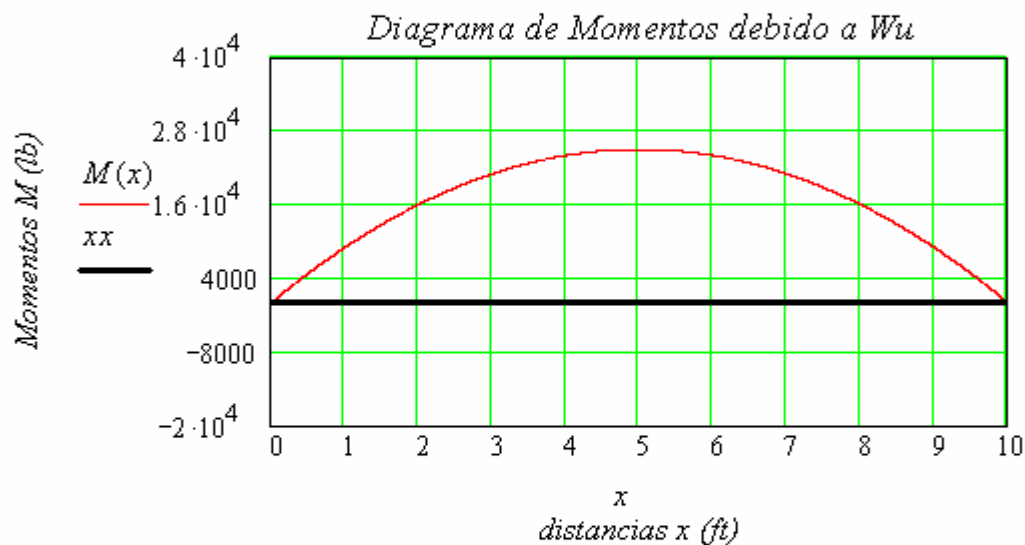
$$P_R := \phi_c \cdot P_n \quad P_R = 103.2 \text{ kips}$$

Análisis del elemento debido a flexión:

Obtención del módulo elástico con respecto al eje "x" :

$$S_x := \frac{I_x}{\frac{d}{2}} \qquad S_x = 8.5 \text{ in}^3$$

Diagrama de momentos flexionantes debidos a W_u :



Obtención de C_b :

$$M_{max} := \text{abs}\left(M\left(\frac{L}{2}\right)\right) \qquad M_{max} = 25 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

$$M_A := \text{abs}\left(M\left(\frac{1}{4} \cdot L\right)\right) \qquad M_A = 18.75 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

$$M_B := \text{abs}\left(M\left(\frac{1}{2} \cdot L\right)\right) \qquad M_B = 25 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

$$M_C := \text{abs}\left(M\left(\frac{3}{4}\cdot L\right)\right) \quad M_C = 18.75 \text{ kips}\cdot\text{ft}$$

$$C_b := \frac{12.5\cdot M_{max}}{(2.5\cdot M_{max} + 3\cdot M_A) + 4\cdot M_B + 3\cdot M_C} \quad C_b = 1.14$$

Constante de torsión:

$$h_{con} := d - t_f$$

$$J := \frac{2\cdot b_f\cdot t_f^3}{3} + \frac{(h_{con}\cdot t_w^3)}{3} \quad J = 0.18 \text{ in}^4$$

Constante de Alabeo (C_w) para vigas W

$$C_w := \frac{t_f\cdot b_f^3\cdot h_{con}^2}{24} \quad C_w = 40.54 \text{ in}^6$$

Análisis para perfil Compacto:

Análisis por pandeo lateral torsionante:

$$L_b := L \quad L_b = 120 \text{ in}$$

Obtención de la longitud no soportada L_p :

$$L_p := 300\cdot \frac{r_y}{\sqrt{f_y}} \quad L_p = 53.74 \text{ in}$$

Obtención del módulo elástico con respecto al eje "x" :

$$S_x := \frac{I_x}{\frac{d}{2}} \qquad S_x = 8.5 \text{ in}^3$$

Obtención de la longitud no soportada L_r :

$$X_1 := \left(\frac{\pi}{S_x} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot G \cdot J \cdot A_g}{2}} \right) \qquad X_1 = 4284.65 \text{ ksi}$$

$$X_2 := \left[\frac{4 \cdot C_w}{I_y} \cdot \left(\frac{S_x}{G \cdot J} \right)^2 \right] \qquad X_2 = 0.0004 \text{ ksi}^{-2}$$

$$L_r := \frac{r_y \cdot X_1}{(f_y - F_r)} \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_2 \cdot (f_y - F_r)^2}} \qquad L_r = 204.85 \text{ in}$$

Obtención del momento plástico M_p :

$$M_p := f_y \cdot Z_x \qquad M_p = 39.48 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

Obtención del momento de fluencia que considera esfuerzos residuales M_r :

$$M_r := (f_y - F_r) \cdot S_x \qquad M_r = 28.34 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

Tipo de pandeo lateral torsionante:

pandeo = "Resistencia basada en Pandeo Lateral-torsional (PLT) inelástico"

Obtención del momento nominal:

$$MN(L_b, C_b) := \begin{cases} MP \leftarrow f_y \cdot Z_x \\ M \leftarrow MP \text{ if } (L_b \leq L_p) \\ M \leftarrow C_b \cdot \left[M_p - (M_p - M_r) \cdot \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \text{ if } (L_p < L_b \leq L_r) \\ M \leftarrow \frac{C_b \cdot \pi}{L_b} \cdot \sqrt{(E \cdot I_y \cdot G \cdot J) + \left(\frac{\pi \cdot E}{L_b} \right)^2 \cdot I_y \cdot C_w} \text{ if } L_b > L_r \\ Mn \leftarrow M \text{ if } M \leq MP \\ Mn \leftarrow MP \text{ if } M > MP \\ Mn \end{cases}$$

$$M_{npl1} := MN(L_b, C_b)$$

$$M_{npl1} = 39.31 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

Análisis por pandeo local del alma de la sección:

Obtención de los parámetros ancho-espesor para el alma:

$$\lambda := \frac{h}{t_w} \qquad \lambda = 15.06$$

$$\lambda_p := \frac{640}{\sqrt{f_y}} \qquad \lambda_p = 90.51$$

$$\lambda_r := \frac{970}{\sqrt{f_y}} \qquad \lambda_r = 137.18$$

Esbeltez del alma debido a flexión:

alma = "Compacta"

Obtención del Momento nominal del alma de la sección:

$$M_p = 39.48 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

$$M_r = 28.34 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

$$MN(\lambda, \lambda_p, \lambda_r) := \begin{cases} MP \leftarrow f_y \cdot Z_x \\ M \leftarrow MP \text{ if } \lambda \leq \lambda_p \\ M \leftarrow M_p - (M_p - M_r) \cdot \left(\frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p} \right) \text{ if } \lambda_p < \lambda \leq \lambda_r \\ M \leftarrow \text{"Sección Esbelta"} \text{ if } \lambda > \lambda_r \\ Mn \leftarrow M \text{ if } M \leq MP \\ Mn \leftarrow MP \text{ if } M > MP \\ Mn \end{cases}$$

$$M_{na} := MN(\lambda, \lambda_p, \lambda_r)$$

$$M_{na} = 39.48 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

Análisis por pandeo local del patín:

Obtención de los parámetros ancho-espesor para el patín:

$$\lambda := \frac{b_f}{2 \cdot t_f}$$

$$\lambda = 6.94$$

$$\lambda_p := \frac{65}{\sqrt{f_y}}$$

$$\lambda_p = 9.19$$

$$\lambda_r := \frac{141}{\sqrt{f_y - 10}}$$

$$\lambda_r = 22.29$$

Esbeltez del patín debido a flexión:

patín = "Compacto"

Obtención del Momento nominal del patín de la sección:

$$M_p = 39.48 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

$$M_r = 28.34 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

$$M_{np} := \text{MIN}(\lambda, \lambda_p, \lambda_r)$$

$$M_{np} = 39.48 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

Esbeltez de la sección :

sección = "Compacta"

Obtención del momento nominal M_n de la sección :

$$M_{npl} = 39.31 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

$$M_{na} = 39.48 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

$$M_{np} = 39.48 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

Rige :

$$M_n = 39.31 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

Capacidad resistente del elemento solo a flexión:

$$\phi_f = 0.9$$

$$M_R := \phi_f \cdot M_n$$

$$M_R = 35.38 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

Análisis del elemento debido a flexo-compresión:

Momento máximo al suponer que no ocurre desplazamiento lateral M_{nt} :

$$M_{nt} := M \left(\frac{L}{2} \right)$$

$$M_{nt} = 25 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

Obtención de relación P_{el} :

$$P_{el} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot A_g}{\left(\frac{L \cdot K_x}{r_x} \right)^2}$$

$$P_{el} = 423.36 \text{ kips}$$

Obtención del factor C_m aplicado únicamente a condición arriostrada:

$$C_m := 1 - 0.2 \cdot \frac{P_u}{P_{el}}$$

$$C_m = 1$$

Obtención del factor de amplificación para momentos B_1 :

$$B := \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{P_{el}}}$$

$$B_1 := \text{if}(B \geq 1, B, 1)$$

$$B_1 = 1.02$$

Obtención del momento amplificado M_{ux} :

$$M_{ux} := B_1 \cdot M_{nt}$$

$$M_{ux} = 25.48 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

Obtención del momento resistente M_{nx} :

$$M_{nx} := \phi_f \cdot M_n$$

$$M_{nx} = 35.38 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

Aplicación de la fórmula de interacción obteniendo el término de compresión (ter_{com}) y el término de flexión (ter_{flex}):

$$\text{Si } \frac{P_u}{\phi_c \cdot P_n} \geq 0.2 \text{ entonces: } \frac{P_u}{\phi_c \cdot P_n} + \frac{8}{9} \cdot \left(\frac{M_{ux}}{\phi_{fc} \cdot M_{nx}} \right) \leq 1 \quad \text{Ec. H1-1a}$$

$$\text{Si } \frac{P_u}{\phi_c \cdot P_n} < 0.2 \text{ entonces: } \frac{P_u}{2 \cdot \phi_c \cdot P_n} + \left(\frac{M_{ux}}{\phi_{fc} \cdot M_{nx}} \right) \leq 1 \quad \text{Ec. H1-1b}$$

$$\frac{P_u}{\phi_c \cdot P_n} = 0.1$$

$$ter_{com} = 0.05$$

$$ter_{flex} = 0.72$$

Resultado de la fórmula de interacción:

$$ter_{com} + ter_{flex} = 0.76872$$

$rige_{Ec}$ = "Ecuación H1-1b del AISC "

Conclusión:

Perfil seleccionado:

$perfil = \text{"W05x016"}$

Tipo de acero:

$tipo = \text{"A572-50"}$

Debido a Compresión:

Capacidad resistente a compresión:

$$P_R = 103 \text{ kips}$$

Debido a Flexión:

Momento resistente por pandeo lateral torsional :

$$M_{Rplt} = 35 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

Momento Resistente por pandeo local del alma del perfil:

$$M_{Ra} = 36 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

Momento Resistente por pandeo local del patín:

$$M_{Rp} = 36 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

Capacidad resistente a flexión del perfil :

$$M_R = 35 \text{ kips} \cdot \text{ft}$$

rige = "Momento resistente por pandeo lateral torsional"

Debido a Flexo-compresión :

Resultado de la fórmula de interacción

$$ter_{com} + ter_{flex} = 0.77$$

Ecuación que rige:

*rige*_{Ec} = "Ecuación H1-1b del AISC "

conclusión = " El perfil seleccionado es adecuado"

[Captura de datos](#)

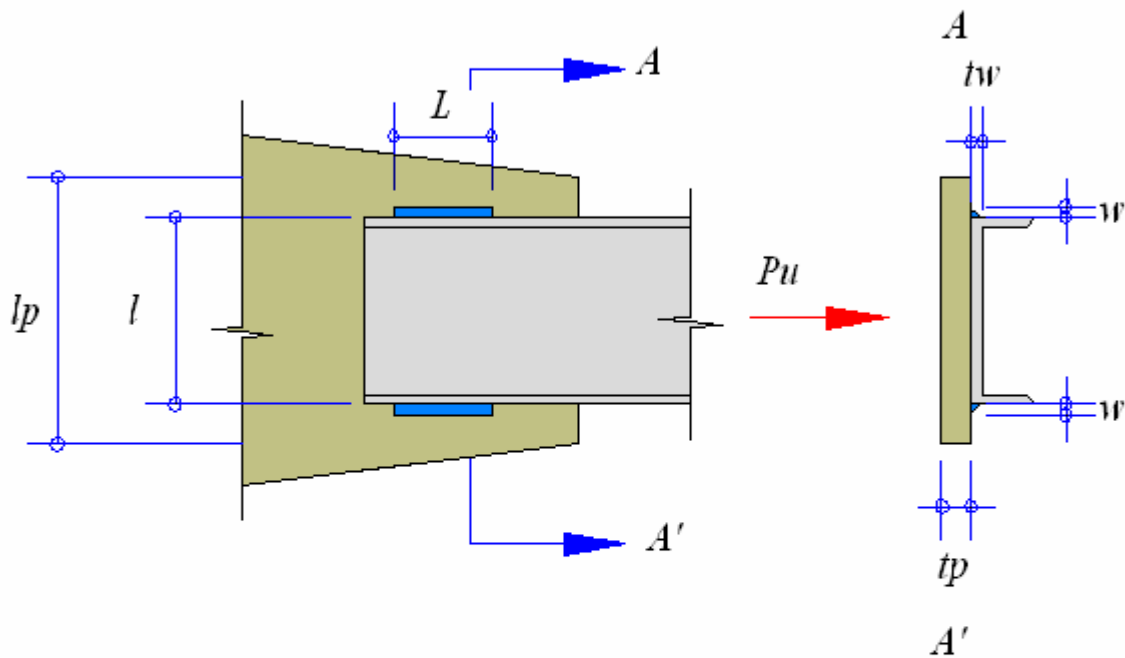
[Índice general](#)

[Índice problemas a flexo-compresión](#)

11.7 Archivo de estudio de conexiones

Problema 2 Diseño de conexión soldada tipo filete para un perfil C

Diseñar una conexión soldada adecuada para soportar la carga factorizada especificadas para un perfil tipo canal.



Tipo de Acero:

tipo :=

Tipo del perfil:

perfil :=

Tipo de soldadura:

soldadura :=

Datos de placa :

$t_p := \frac{3}{8} \text{ in}$ $l_p := 8 \text{ in}$

Carga factorizada :

$P_u := 50 \cdot \text{kips}$

Tipo de electrodo:

electrodo :=

Electrodo recomendado según el tipo de acero utilizado :

*nota*₁ = "Se recomienda usar un electrodo E70XX pues fy es menor a 60 ksi"

Descripción del tipo de soldadura:

*nota*₂ = "Soldadura por arco metálico protegido (SAMP). "

Constantes :

Datos Factores Reducción:


$\phi_{tfl} := 0.90$ Factor debido a fluencia

$\phi := 0.75$ Factor de reducción para capacidad resistente del electrodo

Solución:

Datos del acero:

tipo = "A36"

$\begin{pmatrix} F_u \\ f_y \end{pmatrix} :=$  Hoja de cálculo

tipo


$F_u = 58 \text{ ksi}$ $f_y = 36 \text{ ksi}$

Datos del perfil seleccionado:

perfil = "C05x09"


Datos del electrodo:

electrodo = "E70XX"

$F_{EXX} :=$  Hoja de cálculo

electrodo

$F_{EXX} = 70 \text{ ksi}$

$\begin{pmatrix} w_c \\ l_{lc} \\ b_{fc} \\ t_{fc} \\ t_{wc} \\ A_{gc} \end{pmatrix} :=$  Hoja de cálculo

perfil

$$w = 9 \frac{lb}{ft} \quad l = 5 in \quad b_f = 1.89 in$$

$$t_w = 0.33 in \quad A_g = 2.64 in^2 \quad t_f = 0.32 in$$

Revisión por fluencia del perfil tipo canal:

Capacidad resistente debido a fluencia de la sección total:

$$P_{Rflc} := \phi_{tfl} \cdot (f_y \cdot A_g) \quad P_{Rflc} = 85.54 kips$$

Revisión por fluencia de la placa de nudo:

Área gruesa de la placa de nudo:

$$A_{gp} := l_p \cdot t_p \quad A_{gp} = 3 in^2$$

Capacidad resistente debido a fluencia de la sección total:

$$P_{Rflp} := \phi_{tfl} \cdot (f_y \cdot A_{gp}) \quad P_{Rflp} = 97.2 kips$$

Análisis de la conexión soldada:

Obtención del espesor mínimo del filete de la soldadura :

El espesor de la placa de nudo es :

$$t_p = \frac{3}{8} in$$

El espesor del canal es :

$$t_w = \frac{13}{40} in$$

El menor de estos espesores es :

$$t = \frac{13}{40} in$$

A este espesor corresponde un espesor mínimo de filete de soldadura de :

$$w = \frac{3}{16} in$$

Esfuerzo cortante último en un filete de soldadura :

$$F_W := 0.60 \cdot F_{EXX}$$

$$F_W = 42 \text{ ksi}$$

Resistencia de diseño para el electrodo seleccionado :

Si se trata de una soldadura de campo el ancho efectivo del filete w_e es igual a :

$$w_e = 0.707 \cdot w$$

Si se trata de una soldadura de taller el ancho efectivo del filete w_e es igual a :

$$w_e = w$$

Obtención del ancho de filete efectivo :

Tipo de soldadura:

soldadura = "De Campo"

Por lo tanto:

$$w_e = 0.13 \text{ in}$$

Obtención de resistencia de diseño del electrodo por unidad de longitud:

$$P_{Re} := w_e \cdot \phi \cdot F_W$$

$$P_{Re} = 4.18 \frac{\text{kips}}{\text{in}}$$

Longitud total requerida :

$$L := \frac{P_u}{P_{Re}}$$

$$L = 11.97 \text{ in}$$

Revisión de longitud con respecto a la longitud mínima adecuada :

La longitud mínima aceptada es : $4 \cdot w$

$$4 \cdot w = 0.75 \text{ in}$$

$$L = 11.97 \text{ in}$$

longitud = "Longitud de filete "L" adecuada "

Longitud total requerida por cada filete de soldadura (superior e inferior) :

$$L := \frac{L}{2}$$

$$L = 5.99 \text{ in}$$

Longitud total adecuada (por filete) :

$$L = 6 \text{ in}$$

Revisión de la capacidad resistente del filete:

Resistencia de soldadura que gobierna la conexión :

$$P_{Rsf} := 2 \cdot L \cdot P_{Re}$$

$$P_{Rsf} = 50.11 \text{ kips}$$

Conclusión:

Tipo de soldadura: *soldadura* = "De Campo"

nota2 = "Soldadura por arco metálico protegido (SAMP). "

Longitud del filete de soldadura:

longitud = "Longitud de filete "L" adecuada "

$$L = 6 \text{ in}$$

Tipo de acero:

Tipo de electrodo :

Espesor de filete :

tipo = "A36"

electrodo = "E70XX"

$$w = \frac{3}{16} \text{ in}$$

Espesor de la placa :

$$t_p = \frac{3}{8} \text{ in}$$

perfil tipo C seleccionado:

$$\text{perfil} = \text{"C05x09"}$$

Espesor del perfil:

$$t_w = \frac{13}{40} \text{ in}$$

Diseño del canal por fluencia:

Capacidad resistente por fluencia del perfil C :

$$P_{Rflc} = 86 \text{ kips}$$

Capacidad resistente por fluencia de la placa de mudo:

$$P_{Rflp} = 97 \text{ kips}$$

Capacidad resistente por fluencia que rige al elemento:

$$P_{Rfl} = 86 \text{ kips}$$

$rige_{fl}$ = "Capacidad resistente por fluencia del perfil C"

Diseño de la conexión soldada:

Capacidad resistente de la soldadura de filete :

$$P_{Rsf} = 50 \text{ kips}$$

Carga factorizada a soportar :

$$P_u = 50 \text{ kips}$$

Capacidad resistente que rige al elemento:

$$P_R = 103 \text{ kips}$$

$rige$ = "Momento resistente por pandeo lateral torsional"

$nota_{final}$ = "Se aprueba la capacidad resistente del filete"

[Captura de datos](#)

[Índice general](#)

[Índice problemas de análisis de conexiones](#)