

1. Anexos

1.1. Diseño del Sistema Resistente a Cargas Gravitatorias

Propiedades de los materiales. ASTM A992

$F_{yb} := 7200000 \frac{lb}{ft^2}$	Tensión cedente del material
$R_y := 1.1$	Factor de sobrerresistencia de fluencia
$R_t := 1.1$	Factor de sobrerresistencia de tensión
$E := 4176000000 \frac{lb}{ft^2}$	Módulo de elasticidad

Propiedad de viga **W12x40**

$d_b := 11.7 \text{ in}$	Peralte del perfil
--------------------------	--------------------

Propiedades de la columna 1C **W21x122**

$d_c := 21.7 \text{ in}$	Peralte del perfil
$T_c := 18 \text{ in}$	Distancia libre entre alas menos el filete de cada ala
$b_{fc} := 12.4 \text{ in}$	Ancho del ala
$t_{fc} := 0.96 \text{ in}$	Espesor del ala
$t_{wc} := 0.6 \text{ in}$	Espesor del alma
$A_c := 35.9 \text{ in}^2$	Área bruta
$r_{xc} := 9.09 \text{ in}$	Radio giro, eje x
$r_{yc} := 2.92 \text{ in}$	Radio giro, eje y
$h_{oc} := d_c - t_{fc} = 20.74 \text{ in}$	Distancia entre centroides de alas
$S_{xc} := 273 \text{ in}^3$	Módulo elástico, eje x
$I_{xc} := 2960 \text{ in}^4$	Inercia, eje x
$I_{yc} := 305 \text{ in}^4$	Inercia, eje y
$h_c := 18 \text{ in}$	Altura libre del alma
$J_c := 8.98 \text{ in}^4$	Constante torsional del miembro
$Z_{xc} := 307 \text{ in}^3$	Módulo plástico, eje x
$Z_{yc} := 75.6 \text{ in}^3$	Módulo plástico, eje y

Revisión del pandeo local de la columna (Esbeltz)

Chequeo del ala

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \frac{b_{fc}}{2 \cdot t_{fc}} \leq 0.38 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{yb}}} \\ \quad \text{"El ala es compacta"} \\ \text{else} \\ \quad \text{"El ala no es compacta"} \end{array} \right\| = \text{"El ala es compacta"} \quad \text{Tabla B4.1a AISC 360-16}$$

Chequeo del alma

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \frac{h_c}{t_{wc}} \leq 3.76 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{yb}}} \\ \quad \text{"El alma es compacta"} \\ \text{else} \\ \quad \text{"El alma es No compacta"} \end{array} \right\| = \text{"El alma es compacta"} \quad \text{Tabla B4.1b AISC 360-16}$$

Revisión de la columna por Flexión

Longitudes características

$$d_b := 11.9 \text{ in} \quad H := 15 \text{ ft}$$

Longitud no arriostrada

$$F_{yc} := F_{yb}$$

$$L_b := H - d_b = 14.008 \text{ ft}$$

Límite de longitud de comportamiento plástico respecto al eje fuerte

$$L_p := 1.76 \cdot r_{yc} \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}} = 10.314 \text{ ft} \quad (\text{F2-5}) \text{ AISC 360-16}$$

Longitud límite del comportamiento lateral torsional inelástico

$$c := 1 \quad (\text{F2-8a}) \text{ AISC 360-16}$$

$$r_{ta} := \sqrt{\frac{I_{yc} \cdot h_{oc}}{2 \cdot S_{xc}}} = 3.404 \text{ in} \quad (\text{F2-7}) \text{ AISC 360-16}$$

$$L_r := 1.95 \cdot r_{ta} \cdot \frac{E}{0.7 \cdot F_{yc}} \cdot \sqrt{\frac{J_c \cdot c}{S_{xc} \cdot h_{oc}} + \sqrt{\left(\frac{J_c \cdot c}{S_{xc} \cdot h_{oc}}\right)^2 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.7 \cdot F_{yc}}{E}\right)^2}} \quad (\text{F2-6}) \text{ AISC 360-16}$$

$$L_r = 32.735 \text{ ft}$$

Momento Plástico

$$M_p := Z_{xx} \cdot F_{yc} = 1279166.667 \text{ lb} \cdot \text{ft} \quad (\text{F2-1}) \text{ AISC 360-16}$$

$$M_{u,cl} := 12734.55 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$M_A := 3183.63 \text{ lb} \cdot \text{ft} \quad M_B := 6367.26 \text{ lb} \cdot \text{ft} \quad M_C := 9550.89 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Factor de modificación de momento C_b

(F1-1) AISC 360-16

$$C_b := 12.5 \cdot \frac{M_{u,cl}}{2.5 \cdot M_{u,cl} + 3 M_A + 4 M_B + 3 M_C} = 1.667$$

Control

if $L_b \leq L_p$ "Fluencia" else if $L_p < L_b \leq L_r$ "Pandeo Lateral-Torsional" else "Pandeo Lateral-Torsional"	= "Pandeo Lateral-Torsional" F2 AISC 360-16
--	---

$$M_{nom}(L_b, L_p, L_r, M_p, J_c) := \left\{ \begin{array}{l} \text{if } L_b \leq L_p \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} M_n \leftarrow F_{yc} \cdot Z_{xx} \\ \text{else if } L_p < L_b \leq L_r \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} M_n \leftarrow C_b \cdot \left(M_p - (M_p - 0.7 \cdot F_{yc} \cdot S_{xx}) \cdot \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right) \\ \text{if } M_n > M_p \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} M_n \leftarrow M_p \\ \text{else} \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} M_n \leftarrow M_n \end{array} \right. \end{array} \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} F_{cr} \leftarrow \frac{C_b \cdot \pi^2 \cdot E}{\left(\frac{L_b}{r_{yy}} \right)^2} \cdot \sqrt{1 + 0.078 \cdot \frac{J_c \cdot c}{S_{xx} \cdot h_{xx}} \cdot \left(\frac{L_b}{r_{yy}} \right)^2} \\ M_n \leftarrow F_{cr} \cdot S_{xx} \\ \text{if } M_n > M_p \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} M_n \leftarrow M_p \\ \text{else} \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} M_n \leftarrow M_n \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right.$$

$$M_{n33} := M_{nom}(L_b, L_p, L_r, M_p, J_c) = 1279166.667 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Resistencia nominal a flexión eje fuerte

F1 AISC 360-16

$$\phi_b := 0.90$$

$$\phi_b \cdot M_{n33} = 1151250 \text{ lb} \cdot \text{ft} \quad S_{yc} := 49.2 \text{ in}^3$$

Resistencia nominal a flexión eje debil

$$M_{n22} := F_{yc} \cdot Z_{yc}$$

F1 AISC 360-16

$$\phi_b := 0.90$$

$$\phi_b \cdot M_{n22} = 283500 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$K_y := 1$$

$$K_x := 1$$

Resistencia a compresión

$$L_{xc} := H - d_b = 14.008 \text{ ft} \quad \text{Longitud libre de la columna en X}$$

$$L_{yc} := H - d_b = 14.008 \text{ ft} \quad \text{Longitud libre de la columna en Y}$$

$$L_{cx} := K_x \cdot L_{xc}$$

E2 AISC 360-16

$$L_{cy} := K_y \cdot L_{yc}$$

E2 AISC 360-16

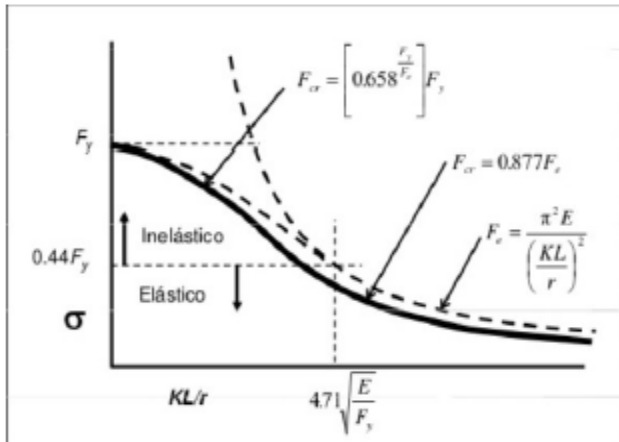
$$\frac{L_{cx}}{r_{xc}} = 18.493 \quad \text{Esbeltez de la columna en dirección X}$$

$$\frac{L_{cy}}{r_{yc}} = 57.568 \quad \text{Esbeltez de la columna en dirección Y}$$

$$E_{max} := \max\left(\frac{K_x \cdot L_{xc}}{r_{xc}}, \frac{K_y \cdot L_{yc}}{r_{yc}}\right) = 57.568 \quad \text{Esbeltez máxima de la columna}$$

$$E_{lim} := 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}} = 113.432$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } E_{max} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Pandeo inelástico"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Pandeo elástico"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"Pandeo inelástico"} \quad \text{E3 AISC 360-16}$$



Tensión por pandeo elástico

$$F_c := \frac{\pi^2 \cdot E}{(E_{max})^2} = 12436280.569 \frac{lb}{ft^2} \quad (E3-4) \text{ AISC 360-16}$$

$$Tension_critica(E_{max}) := \begin{cases} \text{if } E_{max} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}} \\ \left\| \begin{array}{l} F_{cr} \leftarrow \left(0.658 \frac{F_y}{F_c}\right) \cdot F_{yc} \\ \end{array} \right\| & (E3-2) \text{ AISC 360-16} \\ \text{else} \\ \left\| \begin{array}{l} F_{cr} \leftarrow 0.877 \cdot F_c \\ \end{array} \right\| & (E3-3) \text{ AISC 360-16} \end{cases}$$

$$F_{cr} := Tension_critica(E_{max}) = 27588619.419 \frac{kg}{m^2}$$

$$\phi_c := 0.90 \quad E1 \text{ AISC 360-16}$$

Resistencia nominal a compresión

$$P_{n1} := F_{cr} \cdot A_c = 1408724.635 \text{ lb} \quad (E3-1) \text{ AISC 360-16}$$

Resistencia nominal a compresión minorada

$$\phi_c \cdot P_{n1} = (1.268 \cdot 10^6) \text{ lb}$$

Revisión a Flexo-compresión

$$\phi_c \cdot P_{n1} = 1267852.172 \text{ lb} \quad \text{Resistencia a compresión}$$

$$\phi_b \cdot M_{n33} = 1151250 \text{ lb} \cdot \text{ft} \quad \text{Resistencia flexión Eje Fuerte}$$

$$\phi_b \cdot M_{n22} = 283500 \text{ lb} \cdot \text{ft} \quad \text{Resistencia flexión Eje Debil}$$

Combinacion critica 1.2D+1.6L+0.5Lr

$P_u := 900616.01 \text{ lb}$ $M_{u33} := 12734.55 \text{ lb}\cdot\text{ft}$ $M_{u22} := 4.45 \text{ lb}\cdot\text{ft}$

$\text{if } \frac{P_u}{\phi_b \cdot P_{n1}} \geq 0.2$	$Int \leftarrow \frac{P_u}{\phi_b \cdot P_{n1}} + \frac{8}{9} \cdot \left(\frac{M_{u33}}{\phi_b \cdot M_{n33}} \right) + \frac{8}{9} \cdot \left(\frac{M_{u22}}{\phi_b \cdot M_{n22}} \right)$	= "Cumple"
$\text{if } Int \leq 1$	"Cumple"	
else	"No cumple"	
else	$Int \leftarrow \frac{P_u}{2 \cdot \phi_b \cdot P_{n1}} + \left(\frac{M_{u33}}{\phi_b \cdot M_{n33}} \right) + \left(\frac{M_{u22}}{\phi_b \cdot M_{n22}} \right)$	(H1-1b) AISC 360-16
$\text{if } Int \leq 1$	"Cumple"	
else	"No cumple"	

$$\frac{P_u}{\phi_b \cdot P_{n1}} + \frac{8}{9} \cdot \left(\frac{M_{u33}}{\phi_b \cdot M_{n33}} \right) + \frac{8}{9} \cdot \left(\frac{M_{u22}}{\phi_b \cdot M_{n22}} \right) = 0.720194$$

DISEÑO A CORTANTE

G AISC 360-16

$A_w := d_b \cdot t_{wc} = 7.14 \text{ in}^2$

$h := d_b - 2 t_{fc} = 9.98 \text{ in}$

$k_v := 5.34$

(G2-5) AISC 360-16

$\text{if } \frac{h}{t_{wc}} \leq 1.1 \cdot \sqrt{k_v \cdot \frac{E}{F_{yb}}}$	$c_v \leftarrow 1$	= 1
else	$c_v \leftarrow 1.1 \cdot \frac{\sqrt{k_v \cdot \frac{E}{F_{yb}}}}{\frac{h}{t_{wc}}}$	(G2-3) AISC 360-16

$$\phi_{vc} := 0.9$$

$$c_v := 1$$

(G2-3) AISC 360-16

$$V_n := 0.6 F_{yb} \cdot A_w \cdot c_v = 214200 \text{ lb}$$

(G2-1) AISC 360-16

$$V_u := 982.73 \text{ lb}$$

$$\phi_{vb} := 1$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \frac{V_u}{\phi_{vc} \cdot V_n} \leq 1 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No cumple"} \end{array} \right. \end{array} \right. \\ \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

Diseño de Viga

Propiedades de los materiales. ASTM A992

$$F_{yb} := 50000 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} \quad \text{Tensión cedente del material}$$

$$R_y := 1.1 \quad \text{Factor de sobrerresistencia de fluencia}$$

$$R_t := 1.1 \quad \text{Factor de sobrerresistencia de tensión}$$

$$E := 29000000 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} \quad \text{Módulo de elasticidad}$$

Propiedades de la viga

W12x40

$$d_b := 11.7 \text{ in} \quad \text{Peralte del perfil}$$

$$T_b := 9.25 \text{ in} \quad \text{Distancia libre entre alas menos el filete de cada ala}$$

$$b_{fb} := 8.010 \text{ in} \quad \text{Ancho del ala}$$

$$t_{fb} := 0.515 \text{ in} \quad \text{Espesor del ala}$$

$$t_{wb} := 0.295 \text{ in} \quad \text{Espesor del alma}$$

$$A_b := 11.7 \text{ in}^2 \quad \text{Área bruta}$$

$$r_{xb} := 5.13 \text{ in} \quad \text{Radio giro, eje x}$$

$$r_{yb} := 1.94 \text{ in} \quad \text{Radio giro, eje y}$$

$h_{ob} := d_b - t_{fb} = 11.185 \text{ in}$	Distancia entre centroides de alas
$S_{xb} := 51.5 \text{ in}^3$	Módulo elástico, eje x
$I_{xb} := 307 \text{ in}^4$	Inercia, eje x
$I_{yb} := 44.1 \text{ in}^4$	Inercia, eje y
$h_b := 9.25 \text{ in}$	Altura libre del alma
$J_b := 0.91 \text{ in}^4$	Constante torsional del miembro
$Z_{xb} := 57 \text{ in}^3$	Módulo plástico, eje x
$Z_{yb} := 16.8 \text{ in}^3$	Módulo plástico, eje y

Revisión del pandeo local de la viga (Esbeltez)

Chequeo del ala

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \frac{b_{fb}}{2 \cdot t_{fb}} \leq 0.38 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{yb}}} \\ \quad \text{"El ala es compacta"} \\ \text{else} \\ \quad \text{"El ala no es compacta"} \end{array} \right\| = \text{"El ala es compacta"}$$

Tabla B4.1a AISC 360-16

Chequeo del alma

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \frac{h_b}{t_{wb}} \leq 3.76 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{yb}}} \\ \quad \text{"El alma es compacta"} \\ \text{else} \\ \quad \text{"El alma es No compacta"} \end{array} \right\| = \text{"El alma es compacta"}$$

Tabla B4.1b AISC 360-16

Diseño a flexión

$$L_b := 18.9792 \text{ ft} - 0.9042 \text{ ft} = 18.075 \text{ ft}$$

Límite de longitud de comportamiento plástico

$$L_p := 1.76 \cdot r_{yb} \cdot \sqrt{\frac{E}{F_{yb}}} = 6.852 \text{ ft}$$

(F2-5) AISC 360-16

Longitud límite del comportamiento lateral torsional inelástico

$$c := 1$$

(F2-8a) AISC 360-16

$$r_{ts} := \sqrt{\frac{I_{yb} \cdot h_{ob}}{2 \cdot S_{xb}}} = 2.188 \text{ in}$$

(F2-7) AISC 360-16

$$L_r := 1.95 \cdot r_{ux} \cdot \frac{E}{0.7 \cdot F_{yb}} \cdot \sqrt{\left(\frac{J_b \cdot c}{S_{zb} \cdot h_{zb}}\right)^2 + \left(\frac{J_b \cdot c}{S_{yb} \cdot h_{yb}}\right)^2} + 6.76 \cdot \left(\frac{0.7 \cdot F_{yb}}{E}\right)^2 \quad (\text{F2-6}) \text{ AISC 360-16}$$

$$L_r = 21.027 \text{ ft}$$

Momento Plástico

$$M_p := Z_{zb} \cdot F_{yb} = 237500 \text{ lb} \cdot \text{ft} \quad (\text{F2-1}) \text{ AISC 360-16}$$

$$M_{u,V1} := 109239.49 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$M_A := 75073.18 \text{ lb} \cdot \text{ft} \quad M_B := 109233.63 \text{ lb} \cdot \text{ft} \quad M_C := 75502.23 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Factor de modificación de momento (F1-1) AISC 360-16

$$C_b := 12.5 \cdot \frac{M_{u,V1}}{2.5 \cdot M_{u,V1} + 3 M_A + 4 M_B + 3 M_C} = 1.175$$

Control

if $L_b \leq L_p$ "Fluencia" else if $L_p < L_b \leq L_r$ "Pandeo Lateral-Torsional inelastico" else "Pandeo Lateral-Torsional elastico"	= "Pandeo Lateral-Torsional inelastico"	F2 AISC 360-16
---	---	----------------

$$M_{nom}(L_b, L_p, L_r, M_p, J_b) := \begin{cases} \text{if } L_b \leq L_p \\ \quad \left| \begin{array}{l} M_n \leftarrow F_{yb} \cdot Z_{zb} \\ \text{else if } L_p < L_b \leq L_r \\ \quad \left| \begin{array}{l} M_n \leftarrow C_b \cdot \left(M_p - (M_p - 0.7 \cdot F_{yb} \cdot S_{zb}) \cdot \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right) \\ \text{if } M_n > M_p \\ \quad \left| \begin{array}{l} M_n \leftarrow M_p \\ \text{else} \\ \quad \left| \begin{array}{l} M_n \leftarrow M_n \end{array} \right. \end{array} \right. \\ \text{else} \\ \quad \left| \begin{array}{l} F_{cr} \leftarrow \frac{C_b \cdot \pi^2 \cdot E}{\left(\frac{L_b}{r_{ux}} \right)^2} \cdot \sqrt{1 + 0.078 \cdot \frac{J_b \cdot c}{S_{zb} \cdot h_{zb}} \cdot \left(\frac{L_b}{r_{ux}} \right)^2} \\ M_n \leftarrow F_{cr} \cdot S_{zb} \\ \text{if } M_n > M_p \\ \quad \left| \begin{array}{l} M_n \leftarrow M_p \\ \text{else} \\ \quad \left| \begin{array}{l} M_n \leftarrow M_n \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right. \end{cases} \end{cases}$$

$$M_n := M_{nom}(L_b, L_p, L_r, M_p, J_b) = 197920.035 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$\phi_b := 0.9$$

F1 AISC 360-16

Resistencia minorada nominal a flexión

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \frac{M_{u,V1}}{\phi_b \cdot M_n} \leq 1 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \text{"No cumple"} \end{array} \right. \\ \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

$$\phi_b \cdot M_n = 178128.031 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Demanda-capacidad

H1.1 AISC 360-16

$$\frac{M_{u,V1}}{\phi_b \cdot M_n} = 0.613$$

Diseño a cortante

$$A_w := d_b \cdot t_{wb} = 3.452 \text{ in}^2$$

$$h := d_b - 2 t_{fb} = 10.67 \text{ in}$$

$$k_v := 5.34$$

$$c_v := 1$$

(G2-5) AISC 360-16

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \frac{h}{t_{wb}} \leq 1.1 \cdot \sqrt{k_v \cdot \frac{E}{F_{yb}}} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} c_v \leftarrow 1 \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} c_v \leftarrow 1.1 \cdot \frac{\sqrt{k_v \cdot \frac{E}{F_{yb}}}}{\frac{h}{t_{wb}}} \end{array} \right. \\ \end{array} \right. \\ \end{array} \right\| = 1$$

(G2-3) AISC 360-16

$$V_n := 0.6 F_{yb} \cdot A_w \cdot c_v = 103545 \text{ lb}$$

$$c_v := 1$$

(G2-3) AISC 360-16

$$V_u := 19156.07 \text{ lb}$$

(G2-1) AISC 360-16

$$\phi_{vb} := 1$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \frac{V_u}{\phi_{vb} \cdot V_n} \leq 1 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \text{"No cumple"} \end{array} \right. \\ \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

1.2. Diseño por Capacidad: Enfoque Local

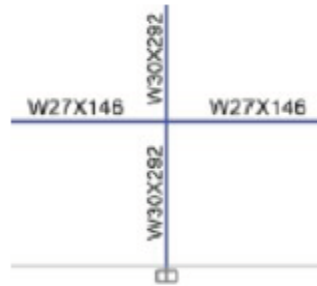
Geometría del pórtico

$L := 20 \text{ ft}$ Longitud de vigas de análisis

$h_1 := 15 \text{ ft}$ Altura columna piso 1

$h_2 := 13 \text{ ft}$ Altura columna piso 2

$n_{\text{pisos}} := 8$



Propiedades de los materiales. ASTM A992

$F_y := 50000 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$ Tensión cedente del material

$R_y := 1.1$ Factor de sobrerresistencia de fluencia [Tabla A3.1 AISC 341-16](#)

$R_t := 1.1$ Factor de sobrerresistencia de tensión [Tabla A3.1 AISC 341-16](#)

$E := 29000000 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$ Módulo de elasticidad

Propiedades de la viga **W27x146**

$d_b := 27.40 \text{ in}$ Peralte del perfil

$T_b := 23.625 \text{ in}$ Distancia libre entre alas menos el filete de cada ala

$b_{fb} := 14.00 \text{ in}$ Ancho del ala

$t_{fb} := 0.975 \text{ in}$ Espesor del ala

$t_{wb} := 0.605 \text{ in}$ Espesor del alma

$A_b := 43.10 \text{ in}^2$ Área bruta

$r_{xb} := 11.50 \text{ in}$ Radio giro, eje x

$r_{yb} := 3.20 \text{ in}$ Radio giro, eje y

$h_{ob} := d_b - t_{fb} = 26.425 \text{ in}$ Distancia entre centroides de alas

$S_{xb} := 414 \text{ in}^3$ Módulo elástico, eje x

$I_{xb} := 5660 \text{ in}^4$	Inercia, eje x
$I_{yb} := 443 \text{ in}^4$	Inercia, eje y
$h_b := 23.625 \text{ in}$	Altura libre del alma
$J_b := 11.30 \text{ in}^4$	Constante torsional del miembro
$Z_{xb} := 464 \text{ in}^3$	Módulo plástico, eje x
$Z_{yb} := 97.70 \text{ in}^3$	Módulo plástico, eje y

Propiedades de la columna W30x292

$d_c := 32 \text{ in}$	Peralte del perfil
$T_c := 26.5 \text{ in}$	Distancia libre entre alas menos el filete de cada ala
$b_{fc} := 15.3 \text{ in}$	Ancho del ala
$t_{fc} := 1.85 \text{ in}$	Espesor del ala
$t_{wc} := 1.02 \text{ in}$	Espesor del alma
$A_c := 85.90 \text{ in}^2$	Área bruta
$r_{xc} := 13.20 \text{ in}$	Radio giro, eje x
$r_{yc} := 3.58 \text{ in}$	Radio giro, eje y
$h_{oc} := d_c - t_{fc} = 30.15 \text{ in}$	Distancia entre centroides de alas
$S_{xc} := 930 \text{ in}^3$	Módulo elástico, eje x
$I_{xc} := 14900 \text{ in}^4$	Inercia, eje x
$I_{yc} := 1100 \text{ in}^4$	Inercia, eje y
$h_c := 26.5 \text{ in}$	Altura libre del alma
$J_c := 75.20 \text{ in}^4$	Constante torsional del miembro
$Z_{xc} := 1060 \text{ in}^3$	Módulo plástico, eje x

$$Z_{yc} := 223 \text{ in}^3$$

Módulo plástico, eje y

$$k_c := 2.64 \text{ in}$$

Espesor del ala con curvatura

Factores sísmicos

$$S_{DS} := 1$$

Aceleración espectral de diseño para períodos cortos

$$\rho := 1$$

Factor de redundancia

Fuerza axial y momento por caso de carga en columnas 1 y 2

Columna 1 (inferior)

$$P_{cpC1} := 259561.76 \text{ lb}$$

$$P_{cvC1} := 76136.30 \text{ lb}$$

$$P_{SHC1} := 19597.01 \text{ lb}$$

Sentido X

$$M_{cpC1} := 1435.82 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$M_{cvC1} := 467.47 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$M_{SHC1} := 1053923.48 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Sentido Y

$$M_{cpC1_Y} := 1174.87 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$M_{cvC1_Y} := 626.73 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$M_{SHC1_Y} := 68658.29 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Columna 2 (superior)

$$P_{cpC2} := 226146.11 \text{ lb}$$

$$P_{cvC2} := 65737.60 \text{ lb}$$

$$P_{SHC2} := 19564.81 \text{ lb}$$

Sentido X

$$M_{cpC2} := 6420.31 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$M_{cvC2} := 2094.39 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$M_{SHC2} := 636309.40 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Sentido Y

$$M_{cpC2_Y} := 3645.49 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$M_{cvC2_Y} := 1943.94 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$M_{SHC2_Y} := 4188.77 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Fuerza axial y momentos mayorados en la columna 1 (inferior)

Carga axial

$$P_{u1_C1} := (1.2 + 0.2 \cdot S_{DS}) \cdot P_{cpC1} + P_{cvC1} + \rho \cdot P_{SHC1} = 459119.774 \text{ lb}$$

$$P_{u2_C1} := (0.9 - 0.2 \cdot S_{DS}) \cdot P_{cpC1} + \rho \cdot P_{SHC1} = 201290.242 \text{ lb}$$

Momento Sentido X

$$M_{u1_C1} := (1.2 + 0.2 \cdot S_{DS}) \cdot M_{cpC1} + M_{cvC1} + \rho \cdot M_{SHC1} = 1056401.098 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$M_{u2_C1} := (0.9 - 0.2 \cdot S_{DS}) \cdot M_{cpC1} + \rho \cdot M_{SHC1} = 1054928.554 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Momento Sentido Y

$$M_{u1_C1Y} := (1.2 + 0.2 \cdot S_{DS}) \cdot M_{cpC1_Y} + M_{cvC1_Y} + \rho \cdot M_{SHC1_Y} = 70929.838 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$M_{u2_C1Y} := (0.9 - 0.2 \cdot S_{DS}) \cdot M_{cpC1_Y} + \rho \cdot M_{SHC1_Y} = 69480.699 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Fuerza axial y momentos mayorados en la columna 2 (superior)

Carga axial

$$P_{u1_C2} := (1.2 + 0.2 \cdot S_{DS}) \cdot P_{cpC2} + P_{cvC2} + \rho \cdot P_{SHC2} = 401906.964 \text{ lb}$$

$$P_{u2_C2} := (0.9 - 0.2 \cdot S_{DS}) \cdot P_{cpC2} + \rho \cdot P_{SHC2} = 177867.087 \text{ lb}$$

Momento Sentido X

$$M_{u1_C2} := (1.2 + 0.2 \cdot S_{DS}) \cdot M_{cpC2} + M_{cvC2} + \rho \cdot M_{SHC2} = 647392.224 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$M_{u2_C2} := (0.9 - 0.2 \cdot S_{DS}) \cdot M_{cpC2} + \rho \cdot M_{SHC2} = 640803.617 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Momento Sentido Y

$$M_{u1_C2Y} := (1.2 + 0.2 \cdot S_{DS}) \cdot M_{cpC2_Y} + M_{cvC2_Y} + \rho \cdot M_{SHC2_Y} = 11236.396 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$M_{u2_C2Y} := (0.9 - 0.2 \cdot S_{DS}) \cdot M_{cpC2_Y} + \rho \cdot M_{SHC2_Y} = 6740.613 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

1. Diseño de columna inferior

Revisión del pandeo local

Chequeo del ala

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \frac{b_{fc}}{2 \cdot t_{fc}} \leq 0.32 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y \cdot F_y}} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"El ala es compacta"} \\ \text{else} \\ \text{"El ala es No compacta"} \end{array} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"El ala es compacta"} \\ \text{"El ala es No compacta"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \begin{array}{l} \text{"El ala es compacta"} \\ \text{"El ala es compacta"} \\ \text{"El ala es No compacta"} \\ \text{"El ala es No compacta"} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{Tabla D1.1 AISC 341-16} \\ \text{F3.2 AISC 360-16} \end{array}$$

Chequeo del alma

$$P_{uc_max} := \max(P_{u1_C1}, P_{u2_C1}) = 459119.774 \text{ lb}$$

$$P_{tc} := A_c \cdot F_y = 4295000 \text{ lb}$$

J10.6 AISC 360-16

$$\phi_c := 0.90$$

E1 AISC 360-16

$$\frac{P_{uc_max}}{\phi_c \cdot P_{tc}} = 0.119$$

Tabla D1.1 AISC 341-16

$$\begin{aligned} & C_a \leftarrow \frac{P_{uc_max}}{\phi_c \cdot P_{tc}} \\ & \text{if } C_a \leq 0.114 \\ & \quad \lambda_{ps} \leftarrow 2.57 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y \cdot F_y}} \cdot (1 - 1.04 \cdot C_a) \\ & \text{else} \\ & \quad \lambda_{ps} \leftarrow 0.88 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y \cdot F_y}} \cdot (2.68 - C_a) \\ & \quad \text{if } \lambda_{ps} \geq 1.57 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y \cdot F_y}} \\ & \quad \quad \lambda_{ps} \leftarrow \lambda_{ps} \\ & \quad \text{else} \\ & \quad \quad \lambda_{ps} \leftarrow 1.57 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y \cdot F_y}} \end{aligned} = 51.755$$

$$\lambda_{alma_max} := 51.755$$

$$\lambda := \frac{h_c}{t_{wc}} = 25.98$$

F4.2 AISC 360-16

$$\begin{aligned} & \text{if } \lambda \leq \lambda_{alma_max} \\ & \quad \text{"El alma es compacto"} \\ & \text{else} \\ & \quad \text{"El alma es No compacto"} \end{aligned} = \text{"El alma es compacto"}$$

Por lo tanto, la sección es altamente dúctil

Diseño a compresión

Factor de longitud efectiva

$$K := 1 \quad \text{C3, E2 AISC 360-16}$$

$$h_{1n} := h_1 - d_b = 12.717 \text{ ft} \quad \text{Altura libre de la columna}$$

$$L_c := K \cdot h_{1n} = 152.6 \text{ in} \quad \text{E2 AISC 360-16}$$

$$\frac{L_c}{r_{xc}} = 11.561 \quad \text{Esbeltez de la columna en dirección X} \quad \text{E2 AISC 360-16}$$

$$\frac{L_c}{r_{yc}} = 42.626 \quad \text{Esbeltez de la columna en dirección Y} \quad \text{E2 AISC 360-16}$$

$$E_{max} := \max\left(\frac{L_c}{r_{xc}}, \frac{L_c}{r_{yc}}\right) \quad \text{Esbeltez máxima de la columna}$$

$$E_{max} = 42.626$$

Para sistemas sin elementos esbeltos, los estados límite son (TABLA NOTA E1.1 AISC 360-16): pandeo por flexión, pandeo torsional y pandeo flexotorsional.

Cuando los elementos no son esbeltos y son doblemente simétricos, el pandeo global a flexión es el modo de falla más probable antes de alcanzar la carga de aplastamiento.

Pandeo por flexión

$$E_{lim} := 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 113.432 \quad \text{E3 AISC 360-16}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } E_{max} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Pandeo inelástico"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Pandeo elástico"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"Pandeo inelástico"} \quad \text{E3 AISC 360-16}$$

Tensión por pandeo elástico

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{(E_{max})^2} = 22683873.747 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^2} \quad \text{(E3-4) AISC 360-16}$$

$$Tension_critica(E_{max}) := \begin{cases} \text{if } E_{max} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \\ \quad \left\| \left\| F_{cr} \leftarrow \left(0.658 \frac{F_y}{F_c}\right) \cdot F_y \right. \right. \\ \quad \text{else} \\ \quad \left\| \left\| F_{cr} \leftarrow 0.877 \cdot F_e \right. \right. \end{cases}$$

(E3-2) AISC 360-16

(E3-3) AISC 360-16

$$F_{cr} := Tension_critica(E_{max}) = 6304291.492 \frac{lb}{ft^2}$$

$$P_n := F_{cr} \cdot A_c = 3760684.994 \text{ lb} \quad \text{(E3-1) AISC 360-16}$$

$$P_n := R_y \cdot P_n = 4136753.493 \text{ lb}$$

$$\phi_c \cdot P_n = 3723078.144 \text{ lb} \quad \text{Capacidad a compresión}$$

$$\phi_c \cdot P_{tc} = 3865500 \text{ lb} \quad \text{Capacidad a tensión}$$

Control

$$\begin{cases} \text{if } P_{uc_max} \leq \phi_c \cdot P_n \\ \quad \left\| \left\| \text{"Cumple"} \right. \right. \\ \quad \text{else} \\ \quad \left\| \left\| \text{"No cumple"} \right. \right. \end{cases} = \text{"Cumple"}$$

Diseño a Flexión

F2 AISC 360-16

Longitudes características

Longitud no arriostrada

$$L_b := h_{1n} = 12.717 \text{ ft}$$

Límite de longitud de comportamiento plástico

$$L_p := 1.76 \cdot r_{yc} \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 12.645 \text{ ft} \quad \text{(F2-5) AISC 360-16}$$

Longitud límite del comportamiento lateral torsional inelástico

$$c := 1 \quad \text{(F2-8a) AISC 360-16}$$

$$r_{ts} := \sqrt{\frac{I_{yc} \cdot h_{oc}}{2 \cdot S_{xc}}} = 4.223 \text{ in} \quad (\text{F2-7}) \text{ AISC 360-16}$$

$$L_r := 1.95 \cdot r_{ts} \cdot \frac{E}{0.7 \cdot F_y} \cdot \sqrt{\frac{J_c \cdot c}{S_{xc} \cdot h_{oc}} + \sqrt{\left(\frac{J_c \cdot c}{S_{xc} \cdot h_{oc}}\right)^2 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.7 \cdot F_y}{E}\right)^2}} \quad (\text{F2-6}) \text{ AISC 360-16}$$

$$L_r = 46.917 \text{ ft}$$

Momento Plástico

$$M_p := Z_{xc} \cdot F_y = 4416666.667 \text{ lb} \cdot \text{ft} \quad (\text{F2-1}) \text{ AISC 360-16}$$

$$C_b := 1.00 \quad \text{Factor de modificación de momento asumido de forma conservadora} \quad (\text{F1-1}) \text{ AISC 360-16}$$

Control

if $L_b \leq L_p$ "Fluencia" else if $L_p < L_b \leq L_r$ "Pandeo Lateral–Torsional Inelástico" else "Pandeo Lateral–Torsional Elástico"	= "Pandeo Lateral–Torsional Inelástico" F2 AISC 360-16
---	---

$M_{nom}(L_b, L_p, L_r, M_p, J_c) :=$ if $L_b \leq L_p$ $M_n \leftarrow F_y \cdot Z_{xc}$ else if $L_p < L_b \leq L_r$ $M_n \leftarrow C_b \cdot \left(M_p - (M_p - 0.7 \cdot F_y \cdot S_{xc}) \cdot \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right)$ if $M_n > M_p$ $M_n \leftarrow M_p$ else $M_n \leftarrow M_n$ else $F_{cr} \leftarrow \frac{C_b \cdot \pi^2 \cdot E}{(L_b)^2} \cdot \sqrt{1 + 0.078 \cdot \frac{J_c \cdot c}{S_{xc} \cdot h_{oc}} \cdot \left(\frac{L_b}{r_{ts}} \right)^2}$ $M_n \leftarrow F_{cr} \cdot S_{xc}$ if $M_n > M_p$ $M_n \leftarrow M_p$ else $M_n \leftarrow M_n$	(F2-1) AISC 360-16 (F2-2) AISC 360-16 (F2-4) AISC 360-16 (F2-3) AISC 360-16
---	--

$$M_n := M_{nom}(L_b, L_p, L_r, M_p, J_c) = 4413116.991 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Resistencia nominal a flexión

$$\phi_b := 0.90$$

F1 AISC 360-16

$$M_{cz} := \phi_b \cdot M_n = 3971805.292 \text{ lb} \cdot \text{ft} \quad \text{Capacidad a flexión en el eje fuerte}$$

$$M_{cy} := \phi_b \cdot F_y \cdot Z_{yc} = 836250 \text{ lb} \cdot \text{ft} \quad \text{Capacidad a flexión en el eje débil}$$

$$M_{uc_max} := \max(M_{u1_C1}, M_{u2_C1}) = 1056401.098 \text{ ft} \cdot \text{lb}$$

$$M_{uc_maxY} := \max(M_{u1_C1Y}, M_{u2_C1Y}) = 70929.838 \text{ ft} \cdot \text{lb}$$

Control Sentido X

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } M_{uc_max} \leq M_{cz} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

Control Sentido Y

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } M_{uc_maxY} \leq M_{cy} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

Diseño a Flexo-Compresión

H1.1 AISC 360-16

$$P_r := P_{uc_max} = 459119.774 \text{ lb}$$

$$M_{rz} := \max(M_{u1_C1}, M_{u2_C1}) = 1056401.098 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$P_c := \phi_c \cdot P_n = 3723078.144 \text{ lb}$$

$$M_{ry} := \max(M_{u1_C1Y}, M_{u2_C1Y}) = 70929.838 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$\frac{P_r}{P_c} = 0.123$$

$$\begin{aligned}
 \text{Interaccion}(P_r, P_c) := & \text{if } \frac{P_r}{P_c} \geq 0.2 \\
 & \left\| \begin{aligned} & \text{Int} \leftarrow \frac{P_r}{P_c} + \frac{8}{9} \cdot \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \\ & \text{if } \text{Int} \leq 1 \\ & \quad \left\| \text{"Cumple"} \right. \\ & \quad \text{else} \\ & \quad \quad \left\| \text{"No cumple"} \right. \\ & \text{else} \\ & \quad \text{Int} \leftarrow \frac{P_r}{2 \cdot P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \\ & \quad \text{if } \text{Int} \leq 1 \\ & \quad \quad \left\| \text{"Cumple"} \right. \\ & \quad \quad \text{else} \\ & \quad \quad \quad \left\| \text{"No cumple"} \right. \end{aligned} \right.
 \end{aligned}$$

(H1-1a)
AISC 360-16

(H1-1b)
AISC 360-16

$$\text{Verificacion} := \text{Interaccion}(P_r, P_c) = \text{"Cumple"}$$

$$\frac{P_r}{2 \cdot P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) = 0.412$$

Diseño a Cortante

G2.1 AISC 360-16

$$h := T_c = 26.5 \text{ in}$$

$$\left\| \begin{aligned} & \text{if } \frac{h}{t_{wc}} \leq 2.24 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \\ & \quad \left\| \text{"Aplicar criterio (a)} \right. \\ & \quad \text{else} \\ & \quad \quad \left\| \text{"Aplicar criterio (b)} \right. \end{aligned} \right. = \text{"Aplicar criterio (a)"}$$

$$(a) \quad C_v := 1 \quad \phi_v := 1$$

(G2-2) AISC 360-16

$$V_n = 0.6 \cdot F_y \cdot A_w \cdot C_v$$

(G2-1) AISC 360-16

$$V_n := 0.6 \cdot F_y \cdot d_c \cdot t_{wc} \cdot C_v = 979200 \text{ lb}$$

$$\phi_v \cdot V_n = 979200 \text{ lb}$$

$$V_u := 93834.49 \text{ lb} \quad \text{Obtenido de Etabs}$$

Verificación

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } V_u \leq \phi_v \cdot V_n \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right. \\ \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

$$\frac{V_u}{\phi_v \cdot V_n} = 0.106 \quad \text{Relación Demanda/Capacidad}$$

2. Diseño de viga

Momentos últimos en la viga 1 (izquierda)

$$Combo = (1.2 + 0.2 S_{DS}) D + \rho E + L$$

$$M_{u,V1} := 474318.14 \text{ lb} \cdot \text{ft} \quad V_{u,V1} := 66226.02 \text{ lb}$$

Momentos últimos en la viga 2 (derecha)

$$Combo = (1.2 + 0.2 S_{DS}) D + \rho E + L$$

$$M_{u,V2} := 465648.52 \text{ lb} \cdot \text{ft} \quad V_{u,V2} := 63768.34 \text{ lb}$$

Dimensiones preliminares de corte RBS

$$0.5 \cdot b_{fb} = 7 \text{ in} \quad 0.75 \cdot b_{fb} = 10.5 \text{ in} \quad a := 0.625 \cdot b_{fb} = 8.75 \text{ in}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } 0.5 \cdot b_{fb} \leq a \leq 0.75 \cdot b_{fb} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right. \\ \end{array} \right\| = \text{"Cumple"} \quad (5.8-1) \text{ AISC 358-16}$$

$$0.65 \cdot d_b = 17.81 \text{ in} \quad 0.85 \cdot d_b = 23.29 \text{ in} \quad b := 0.75 \cdot d_b = 20.55 \text{ in}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } 0.65 \cdot d_b \leq b \leq 0.85 \cdot d_b \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right. \\ \end{array} \right\| = \text{"Cumple"} \quad (5.8-2) \text{ AISC 358-16}$$

$$0.1 \cdot b_{fb} = 1.4 \text{ in}$$

$$0.25 \cdot b_{fb} = 3.5 \text{ in}$$

$$c := 0.25 \cdot b_{fb} = 3.5 \text{ in}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } 0.1 \cdot b_{fb} \leq c \leq 0.25 \cdot b_{fb} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No cumple"} \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{"Cumple"} \quad (5.8-3) \text{ AISC 358-16}$$

Revisión del pandeo local

$$R := \frac{4 \cdot c^2 + b^2}{8 \cdot c} = 16.832 \text{ in} \quad 5.3.1 \text{ AISC 358-16}$$

$$b_{f_RBS} := 2 \cdot (R - c) + b_{fb} - 2 \cdot \sqrt{R^2 - \frac{b^2}{9}} = 9.914 \text{ in} \quad \text{NEC - GUÍA DE DISEÑO 3}$$

Chequeo del ala

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \frac{b_{f_RBS}}{2 \cdot t_{fb}} \leq 0.32 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y \cdot F_y}} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"El ala es compacta"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"El ala es No compacta"} \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{"El ala es compacta"} \quad \begin{array}{l} \text{Tabla D1.1} \\ \text{AISC 341-16} \\ \text{F3.2 AISC 360-16} \end{array}$$

Chequeo del alma

$$C_a := 0$$

Se considera cero porque la viga no soporta fuerzas axiales

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } C_a \leq 0.114 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \lambda_{ps} \leftarrow 2.57 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y \cdot F_y}} \cdot (1 - 1.04 \cdot C_a) \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \lambda_{ps} \leftarrow 0.88 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y \cdot F_y}} \cdot (2.68 - C_a) \\ \text{if } \lambda_{ps} \geq 1.57 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y \cdot F_y}} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \lambda_{ps} \leftarrow \lambda_{ps} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \lambda_{ps} \leftarrow 1.57 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y \cdot F_y}} \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right\| = 59.013 \quad \begin{array}{l} \text{Tabla D1.1} \\ \text{AISC 341-16} \end{array}$$

$$\lambda_{alma_max} := 59.013$$

$$\lambda := \frac{h_b}{t_{wb}} = 39.05$$

F4.2 AISC 360-16

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \lambda \leq \lambda_{alma_max} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"El alma es compacto"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"El alma es No compacto"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"El alma es compacto"}$$

Por lo tanto, la sección es altamente dúctil

Espaciamiento del arriostramiento lateral

$$L_{b_max} := 0.095 \cdot r_{yb} \cdot \frac{E}{R_y \cdot F_y} = 13.358 \text{ ft}$$

D1.2b AISC 341-16

El hormigón compuesto con la placa colaborante de acero provee arriostramiento lateral al patín superior a lo largo del vano; sin embargo, el patín inferior debe ser arriostrado, por lo que se adopta un arriostramiento lateral cada:

$$N_{la} := 2 \quad \text{Número de soportes laterales}$$

$$L_b := \frac{L}{N_{la} + 1} = 6.667 \text{ ft} \quad \text{Longitud no arriostrada}$$

$$L_{b_construccion} := 7 \text{ ft}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } L_b \leq L_{b_max} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Se excede la separación máxima"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

Diseño a Flexión

F2 AISC 360-16

Longitudes características

Longitud no arriostrada

$$L_b = 6.667 \text{ ft}$$

Límite de longitud de comportamiento plástico

$$L_p := 1.76 \cdot r_{yb} \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 11.303 \text{ ft} \quad (\text{F2-5}) \text{ AISC 360-16}$$

Longitud límite del comportamiento lateral torsional inelástico

$$c' := 1 \quad (\text{F2-8a}) \text{ AISC 360-16}$$

$$r_{ts} := \sqrt{\frac{I_{yb} \cdot h_{ob}}{2 \cdot S_{xb}}} = 3.76 \text{ in} \quad (\text{F2-7}) \text{ AISC 360-16}$$

$$L_r := 1.95 \cdot r_{ts} \cdot \frac{E}{0.7 \cdot F_y} \cdot \sqrt{\frac{J_b \cdot c'}{S_{xb} \cdot h_{ob}} + \sqrt{\left(\frac{J_b \cdot c'}{S_{xb} \cdot h_{ob}}\right)^2 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.7 \cdot F_y}{E}\right)^2}} \quad (\text{F2-6}) \text{ AISC 360-16}$$

$$L_r = 33.338 \text{ ft}$$

Momento Plástico

$$M_p := Z_{xb} \cdot F_y = 1933333.333 \text{ lb} \cdot \text{ft} \quad (\text{F2-1}) \text{ AISC 360-16}$$

$$C_b := 1.00 \quad \text{Factor de modificación de momento asumido de forma conservadora} \quad (\text{F1-1}) \text{ AISC 360-16}$$

Control

if $L_b \leq L_p$ "Fluencia" else if $L_p < L_b \leq L_r$ "Pandeo Lateral–Torsional Inelástico" else "Pandeo Lateral–Torsional Elástico"	= "Fluencia"	F2 AISC 360-16
---	--------------	----------------

$$\begin{aligned}
 M_{nom}(L_b, L_p, L_r, M_p, J_b) := & \begin{cases} \text{if } L_b \leq L_p \\ \quad \left\| \begin{array}{l} M_n \leftarrow F_y \cdot Z_{zb} \\ \end{array} \right\| & \text{(F2-1) AISC 360-16} \\ \text{else if } L_p < L_b \leq L_r \\ \quad \left\| \begin{array}{l} M_n \leftarrow C_b \cdot \left(M_p - (M_p - 0.7 \cdot F_y \cdot S_{zb}) \cdot \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right) \\ \text{if } M_n > M_p \\ \quad \left\| \begin{array}{l} M_n \leftarrow M_p \\ \end{array} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} M_n \leftarrow M_n \\ \end{array} \right\| \\ \end{array} \right\| & \text{(F2-2) AISC 360-16} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} F_{cr} \leftarrow \frac{C_b \cdot \pi^2 \cdot E}{\left(\frac{L_b}{r_{ts}} \right)^2} \cdot \sqrt{1 + 0.078 \cdot \frac{J_b \cdot c}{S_{zb} \cdot h_{ob}} \cdot \left(\frac{L_b}{r_{ts}} \right)^2} \\ M_n \leftarrow F_{cr} \cdot S_{zc} \\ \text{if } M_n > M_p \\ \quad \left\| \begin{array}{l} M_n \leftarrow M_p \\ \end{array} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} M_n \leftarrow M_n \\ \end{array} \right\| \\ \end{array} \right\| & \begin{array}{l} \text{(F2-4) AISC 360-16} \\ \text{(F2-3) AISC 360-16} \end{array} \end{cases}
 \end{aligned}$$

$$M_n := M_{nom}(L_b, L_p, L_r, M_p, J_b) = 1933333.333 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Módulo de sección plástico en el centro de corte de RBS

$$Z_{RBS} := Z_{zb} - 2 \cdot c \cdot t_{fb} \cdot (d_b - t_{fb}) = 283.649 \text{ in}^3$$

Resistencia requerida en el centro de corte de RBS

$$M_{n_RBS} := F_y \cdot Z_{RBS} = 1181872.396 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$\phi_b := 0.90$$

F1 AISC 360-16

$$\phi_b \cdot M_{n_RBS} = 1063685.156 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Control

En el centro de corte de RBS

$$\begin{aligned}
 & \left\| \begin{array}{l} \text{if } \phi_b \cdot M_{n_RBS} \geq \max(M_{u_V1}, M_{u_V2}) \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \end{array} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No cumple"} \\ \end{array} \right\| \\ \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}
 \end{aligned}$$

Por lo tanto, el perfil soporta la flexión provocada en la cara de la columna y en el centro de corte de RBS por las cargas actuantes en la estructura.

Diseño a Cortante

G2.1 AISC 360-16

$$h := T_b$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \frac{h}{t_{wb}} \leq 2.24 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \\ \quad \left\| \text{“Aplicar criterio (a)”} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \text{“Aplicar criterio (b)”} \right\| \end{array} \right\| = \text{“Aplicar criterio (a)”}$$

$$(a) \quad C_v := 1 \quad \phi_v := 1$$

(G2-2) AISC 360-16

$$V_n = 0.6 \cdot F_y \cdot A_w \cdot C_v$$

(G2-1) AISC 360-16

$$V_n := 0.6 \cdot F_y \cdot d_b \cdot t_{wb} \cdot C_v = 497310 \text{ lb}$$

$$\phi_v \cdot V_n = 497310 \text{ lb}$$

Verificación

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \max(V_{u,V1}, V_{u,V2}) \leq \phi_v \cdot V_n \\ \quad \left\| \text{“Cumple”} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \text{“No cumple”} \right\| \end{array} \right\| = \text{“Cumple”}$$

3. Diseño de conexión

$$W_D := 1398.27 \frac{lb}{ft}$$

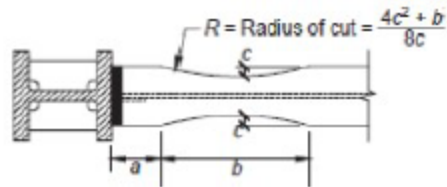
$$W_L := 500.71 \frac{lb}{ft}$$

Obtenido de Etabs

$$L_n := L - d_c = 17.333 \text{ ft}$$

Luz libre

$$Peralte := d_b = 2.283 \text{ ft}$$



Límite de precalificación

5.3.1 AISC 341-16

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } \frac{L_n}{Peralte} > 7 \\ \quad \text{"Cumple límite de precalificación"} \\ \text{else} \\ \quad \text{"No cumple límite de precalificación"} \end{array} \right\} = \text{"Cumple límite de precalificación"}$$

Paso 1. Valores de corte RBS

$$a = 8.75 \text{ in}$$

$$b = 20.55 \text{ in}$$

$$c = 3.5 \text{ in}$$

Paso 2. Módulo de sección plástico en centro de RBS

$$Z_{RBS} = 283.649 \text{ in}^3$$

Paso 3. Máximo momento probable en centro de RBS

$$F_u := R_y \cdot F_y = 7920000 \frac{lb}{ft^2}$$

A3.2 AISC 341-16

$$F_u := R_t \cdot F_u = 8712000 \frac{lb}{ft^2}$$

A3.2 AISC 341-16

$$C_{pr}(F_y, F_u) := \begin{cases} C_{pr} \leftarrow \frac{F_y + F_u}{2 \cdot F_y} \\ \text{if } C_{pr} \leq 1.2 \\ \quad \left\| C_{pr} \leftarrow C_{pr} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| C_{pr} \leftarrow 1.2 \right\| \end{cases} \quad (2.4-2) \text{ AISC 358-16}$$

$$C_{pr} := C_{pr}(F_y, F_u) = 1.105$$

$$M_{pr} := C_{pr} \cdot R_y \cdot F_y \cdot Z_{RBS} = 1436565.897 \text{ lb} \cdot \text{ft} \quad (5.8-5) \text{ AISC 341-16}$$

Paso 4. Máximo momento probable en centro de RBS

$$f_1 := 0.5 \quad S := 0 \frac{\text{lb}}{\text{ft}} \quad \text{Carga de nieve} \quad \begin{matrix} 5.8 \text{ Step 4} \\ \text{AISC 358-16} \end{matrix}$$

$$w_u := 1.2 \cdot W_D + f_1 \cdot W_L + 0.2 \cdot S = 1928.279 \frac{\text{lb}}{\text{ft}}$$

Distancia entre línea central de RBS y la cara de la columna

$$S_h := a + \frac{b}{2} = 1.585 \text{ ft}$$

Fig. 5.2
AISC 358-16

Distancia entre centros de corte de RBS

$$L_h := L - 2 \cdot \frac{d_c}{2} - 2 \cdot S_h = 14.163 \text{ ft}$$

Para las cargas gravitacionales, se ha escogido el valor de w_u de la viga que genera las mayores solicitaciones, de forma conservadora.

$$V_{RBS} := \left(\frac{2 \cdot M_{pr}}{L_h} \right) + \frac{w_u \cdot L_h}{2} = 216523.596 \text{ lb}$$

$$V'_{RBS} := \left(\frac{2 \cdot M_{pr}}{L_h} \right) - \frac{w_u \cdot L_h}{2} = 189214.345 \text{ lb}$$

Paso 5. Máximo momento probable en la cara de la columna

$$M_f := M_{pr} + V_{RBS} \cdot S_h = 1779846.015 \text{ lb} \cdot \text{ft} \quad (5.8-6) \text{ AISC 358-16}$$

$$M'_f := M_{pr} + V'_{RBS} \cdot S_h = 1736549.473 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Paso 6. Momento plástico de la viga basado en el límite de fluencia esperado

$$M_{pe} := R_y \cdot F_y \cdot Z_{xb} = 2126666.667 \text{ lb} \cdot \text{ft} \quad (5.8-7) \text{ AISC 358-16}$$

Paso 7. Revisión de la resistencia a flexión de la viga en la cara de la columna

$$\phi_d := 1.0 \quad \text{Para estados límites dúctiles} \quad 2.4.1 \text{ AISC 358-16}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \phi_d \cdot M_{pe} \geq M_f \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \text{"No cumple"} \end{array} \right\| \\ \end{array} \right\| = \text{"Cumple"} \quad (5.8-8) \text{ AISC 358-16}$$

Paso 8. Resistencia requerida a cortante de la viga y conexión viga-columna

$$V_u := V_{RBS} + w_u \cdot S_h = 219580.722 \text{ lb} \quad \text{Se considera el cortante adicional generado por las cargas gravitatorias en el tramo Sh}$$

$$\phi_v \cdot V_n = 497310 \text{ lb}$$

Control

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } V_u \leq \phi_v \cdot V_n \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \text{"No cumple"} \end{array} \right\| \\ \end{array} \right\| = \text{"Cumple"} \quad \text{De la viga es menor la capacidad a cortante que la columna, por tanto se elige el menor por seguridad}$$

Paso 9. Columna fuerte-viga débil

$$\alpha_s := 1.0 \quad \text{D1.2a.1} \\ \text{AISC 341-16}$$

$$V_{ub,1} := V_{RBS} = 216523.596 \text{ lb} \quad \text{Cortante esperado en la rótula plástica de la viga 1}$$

$$V_{ub,2} := V_{RBS} = 189214.345 \text{ lb} \quad \text{Cortante esperado en la rótula plástica de la viga 2}$$

$$M_{pr,1} := M_{pr} = 1436565.897 \text{ lb} \cdot \text{ft} \quad \text{Momento esperado en la rótula plástica de la viga 1}$$

$$M_{pr,2} := M_{pr} = 1436565.897 \text{ lb} \cdot \text{ft} \quad \text{Momento esperado en la rótula plástica de la viga 2}$$

$$S_{h,1} := S_h = 1.585 \text{ ft} \quad \text{Distancia a la rótula plástica de la viga 1}$$

$$S_{h,2} := S_h = 1.585 \text{ ft} \quad \text{Distancia a la rótula plástica de la viga 2}$$

$M_{pb_1} := M_{pr_1} + \alpha_s \cdot V_{ub_1} \cdot (S_{h_1} + 0.5 \cdot d_c)$ Momento probable máximo (E3-3) AISC 341-16
en la viga 1

$$M_{pb_1} = 2068544.143 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$M_{pb_2} := M_{pr_2} + \alpha_s \cdot V_{ub_2} \cdot (S_{h_2} + 0.5 \cdot d_c)$ Momento probable máximo (E3-3) AISC 341-16
en la viga 2

$$M_{pb_2} = 1988835.266 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Momento probable máximo total

$$M_{pb_R} := M_{pb_1} + M_{pb_2} = 4057379.409 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Momento probable máximo en la columna C1 (Se escoge la combinación más desfavorable)

$$M_{pc_1} := Z_{xc} \cdot \left(F_y - \frac{\alpha_s \cdot P_{uc_max}}{A_c} \right) \quad \text{(E3-2) AISC 341-16}$$

Momento probable máximo en la columna C1 (Se escoge la combinación más desfavorable)

$$M_{pc_2} := Z_{xc} \cdot \left(F_y - \frac{\alpha_s \cdot P_{uc_max}}{A_c} \right) \quad \text{(E3-2) AISC 341-16}$$

Sumatoria de los momentos máximos probables de las columnas C1 y C2

$$M_{pc_R} := M_{pc_1} + M_{pc_2} = 7889082.343 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Relación de momentos

Verificación

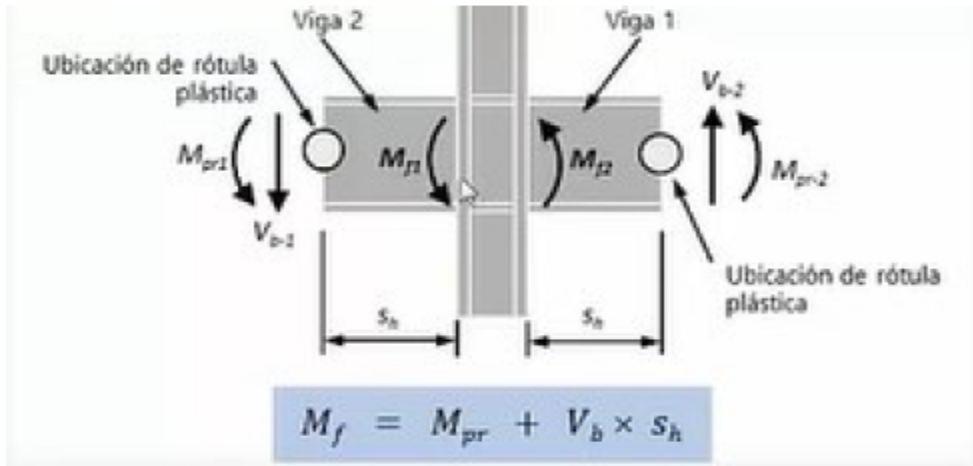
$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \frac{M_{pc_R}}{M_{pb_R}} \geq 1 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{"Cumple"} \quad \text{(E3-1) AISC 341-16}$$

$$\frac{M_{pc_R}}{M_{pb_R}} = 1.944$$

$$\frac{M_{pb_R}}{M_{pc_R}} = 0.514$$

El software Etabs muestra el criterio de columna fuerte-viga débil, aplicando esta relación.

Paso 10. Revisión de la zona del panel



Momento esperado en la cara de la columna de la viga 1

$$M_{f,1} := M_{pr,1} + V_{ub,1} \cdot S_{h,1} = 1779846.015 \text{ lb} \cdot \text{ft} \quad (5.8-6) \text{ AISC 341-16}$$

Fuerza en la cara de la columna de la viga 1

$$F_{fu,1} := \frac{M_{f,1}}{d_b - t_{fb}} = 808255.523 \text{ lb}$$

Momento esperado en la cara de la columna de la viga 2

$$M_{f,2} := M_{pr,2} + V_{ub,2} \cdot S_{h,2} = 1736549.473 \text{ lb} \cdot \text{ft} \quad (5.8-6) \text{ AISC 341-16}$$

Fuerza en la cara de la columna de la viga 2

$$F_{fu,2} := \frac{M_{f,2}}{d_b - t_{fb}} = 788593.895 \text{ lb}$$

Se determina el cortante último que actúa en la columna teniendo en cuenta el menor valor entre los momentos resistentes de las mismas y los momentos máximos probables que pueden transferir las vigas.

$$L_{v1} := h_1 - \frac{d_b}{2} = 13.858 \text{ ft} \quad \text{Longitud libre de columna inferior C1}$$

$$L_{v2} := h_2 - d_b = 10.717 \text{ ft} \quad \text{Longitud libre de columna superior C2}$$

Cortante esperado en la columna debido a la capacidad de las vigas

$$V_{uc,vigas} := \frac{M_{pb,R}}{\frac{h_1 + h_2}{2}} = 289812.815 \text{ lb}$$

$$M_{pc_1} = 3944541.171 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Momento resistente en la columna C1

$$V_{uc_1} := \min \left(\frac{2 \cdot M_{pc_1}}{L_{v1}}, V_{uc_vigas} \right) = 289812.815 \text{ lb}$$

Cortante esperado en la columna 1

$$M_{pc_2} = 3944541.171 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Momento resistente en la columna C2

$$V_{uc_2} := \min \left(\frac{2 \cdot M_{pc_2}}{L_{v2}}, V_{uc_vigas} \right) = 289812.815 \text{ lb}$$

Cortante esperado en la columna 2

Cortante último esperado de las columnas

$$V_{uc} := \min (V_{uc_1}, V_{uc_2}) = 289812.815 \text{ lb}$$

Demanda por corte de la zona del panel

$$R_u := F_{fu_1} + F_{fu_2} - V_{uc} = 1307036.603 \text{ lb}$$

Resistencia de la zona del panel

Criterios:

- 1) No Se considera en el análisis el efecto de la deformación inelástica de la zona del panel en la estabilidad del pórtico
- 2) Se considera en el análisis el efecto de la deformación inelástica de la zona del panel en la estabilidad del pórtico

$$\alpha := 1$$

C2.3 AISC 360-16

$$P_{tc} = 4295000 \text{ lb}$$

$$P_{uc} := P_{uc_max} = 459119.774 \text{ lb}$$

Combinación más desfavorable

$$\text{criterio} := 1$$

<pre> if criterio = 1 if $\alpha \cdot \frac{P_{uc}}{P_{tc}} \leq 0.4$ $R_n \leftarrow 0.60 \cdot F_y \cdot d_c \cdot t_{wc}$ else $R_n \leftarrow 0.60 \cdot F_y \cdot d_c \cdot t_{wc} \cdot \left(1.4 - \frac{\alpha \cdot P_{uc}}{P_{tc}} \right)$ else if $\alpha \cdot \frac{P_{uc}}{P_{tc}} \leq 0.75$ $R_n \leftarrow 0.60 \cdot F_y \cdot d_c \cdot t_{wc} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot b_{fc} \cdot t_{fc}^2}{d_b \cdot d_c \cdot t_{wc}} \right)$ else $R_n \leftarrow 0.60 \cdot F_y \cdot d_c \cdot t_{wc} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot b_{fc} \cdot t_{fc}^2}{d_b \cdot d_c \cdot t_{wc}} \right) \cdot \left(1.9 - \frac{1.2 \cdot \alpha \cdot P_{uc}}{P_{tc}} \right)$ </pre>	<p>= 979200 lb</p> <p>(J10-9) AISC 360-16</p> <p>(J10-10) AISC 360-16</p> <p>(J10-11) AISC 360-16</p> <p>(J10-12) AISC 360-16</p>
--	---

$R_n := 979200 \text{ lb}$

$\phi_v := 1.0$

G2.1 AISC 360-16

Verificación

<pre> if $\phi_v \cdot R_n \geq R_u$ "Cumple" else "Requiere refuerzo" </pre>	<p>= "Requiere refuerzo"</p>
--	------------------------------

Espesor requerido de placas dobles (doubler plates)

$R_{dp} := R_u - \phi_v \cdot R_n = 327836.603 \text{ lb}$

<pre> if $\alpha \cdot \frac{P_{uc}}{P_{tc}} \leq 0.4$ $t_{db,req} \leftarrow \frac{R_{dp}}{0.60 \cdot F_y \cdot d_c}$ else $t_{db,req} \leftarrow \frac{R_{dp}}{0.60 \cdot F_y \cdot d_c \cdot \left(1.4 - \frac{\alpha \cdot P_{uc}}{P_{tc}} \right)}$ </pre>	<p>= 0.341 in</p> <p>(J10-9) AISC 360-16</p> <p>(J10-10) AISC 360-16</p>
---	--

$t_{dp,req} := 0.341 \text{ in}$

$$t_{dp_requerido} := \frac{t_{dp_req}}{2} = 0.171 \text{ in}$$



Disposición de planchas adosadas al alma

$$t_{dp_adoptado} := \frac{10}{16} \text{ in} \quad \text{Espesor propuesto de cada plancha de refuerzo soldada al alma de la columna}$$

$$t_{doublerplate_min} := \frac{1}{4} \text{ in} \quad \text{E3.6e.3 AISC 341-16}$$

Espesor de la zona del panel

$$t_{total} := t_{wc} + 2 \cdot t_{dp_adoptado} = 2.27 \text{ in}$$

$$d_z := d_b - 2 \cdot t_{fb} \quad \text{E3.6e.2 AISC 341-16}$$

$$w_z := d_c - 2 \cdot t_{fc} \quad \text{E3.6e.2 AISC 341-16}$$

$$t_{min} := \frac{d_z + w_z}{90} = 0.597 \text{ in} \quad \text{(E3-7) AISC 341-16}$$

Control espesor alma de columna

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } t_{wc} \geq t_{min} \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{"El espesor es adecuado"} \end{array} \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{"Aumentar el espesor"} \end{array} \right. \end{array} \right\} = \text{"El espesor es adecuado"}$$

Control espesor de placa doble individual

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } t_{dp_adoptado} \geq t_{min} \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{"El espesor es adecuado"} \end{array} \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{"Aumentar el espesor"} \end{array} \right. \end{array} \right\} = \text{"El espesor es adecuado"}$$

Placas de continuidad

Resistencia mínima de la columna para cargas concentradas J10 AISC 360-16

Flexión local del ala

$$\phi_1 := 0.90 \quad \text{J10.1 AISC 360-16}$$

$$R_{v1} := 6.25 \cdot F_y \cdot t_{fc}^2 = 1069531.25 \text{ lb} \quad \text{(J10-1) AISC 360-16}$$

$$\phi_1 \cdot R_{v1} = 962578.125 \text{ lb}$$

Flexión local del alma

$$\phi_2 := 1.00 \quad \text{J10.2 AISC 360-16}$$

$$t_s := 8 \text{ mm} \quad \text{valor asumido}$$

$$l_b := t_{fb} + t_s = 1.29 \text{ in} \quad \text{longitud de apoyo paralela al plano del alma}$$

$$R_{v2} := F_y \cdot t_{total} \cdot (5 \cdot k_c + l_b) = 1644610.531 \text{ lb} \quad \text{(J10-2) AISC 360-16}$$

$$\phi_2 \cdot R_{v2} = 1644610.531 \text{ lb}$$

Aplastamiento del alma

$$\phi_3 := 0.75 \quad \text{J10.3 AISC 360-16}$$

$$Q_f := 1.0 \quad \text{Para secciones de ala ancha} \quad \text{J10.3 AISC 360-16}$$

$$R_{v3} := 0.80 \cdot t_{total}^2 \cdot \left(1 + 3 \cdot \left(\frac{l_b}{d_c} \right) \cdot \left(\frac{t_{total}}{t_{fc}} \right)^{1.5} \right) \cdot \sqrt{\frac{E \cdot F_y \cdot t_{fc}}{t_{total}}} \cdot Q_f \quad \text{(J10-3) AISC 360-16}$$

$$R_{v3} = 5217837.44 \text{ lb}$$

$$\phi_3 \cdot R_{v3} = 3913378.08 \text{ lb}$$

Pandeo del alma comprimida

$$\phi_4 := 0.90 \quad \text{J10.5 AISC 360-16}$$

$$R_{v4} := \left(\frac{24 \cdot t_{total}^3 \cdot \sqrt{E \cdot F_y}}{h_c} \right) \cdot Q_f = 12756365.093 \text{ lb}$$

$$\phi_4 \cdot R_{v4} = 11480728.584 \text{ lb}$$

Mínima resistencia de la columna ante cargas concentradas

$$\phi R_{v_min} := \min(\phi_1 \cdot R_{v1}, \phi_2 \cdot R_{v2}, \phi_3 \cdot R_{v3}, \phi_4 \cdot R_{v4}) = 962578.125 \text{ lb}$$

Revisión de la demanda/capacidad

$$F_{fu_max} := \max(F_{fu_1}, F_{fu_2}) = 808255.523 \text{ lb}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \frac{F_{fu_max}}{\phi R_{v_min}} \leq 1 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Colocar placas de continuidad"} \end{array} \right\| \end{array} \right. \\ \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

$$t_{lim} := \frac{b_{fb}}{6} = 2.333 \text{ in} \quad \text{(E3-8) AISC 341-16}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } t_{fc} \geq t_{lim} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No se requieren placas de continuidad"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Colocar placas de continuidad"} \end{array} \right\| \end{array} \right. \\ \end{array} \right\| = \text{"Colocar placas de continuidad"}$$

Ancho de placa de continuidad

$$b_{placa_min} := \frac{b_{fb} - t_{wc}}{2} = 6.49 \text{ in} \quad \text{E3.6f.2 AISC 341-16}$$

$$b_{placa} := \frac{b_{fc} - t_{wc}}{2} = 7.14 \text{ in} \quad \text{Para cubrir todo el ancho de los patines de la columna. Vedría a estar colocado a un solo lado o bien a los dos lados del alma de la columna}$$

$$b_{cp} := 7.15 \text{ in} \quad \text{Adoptado}$$

Espesor de placa de continuidad

$$t_{placa_min} := 0.75 \cdot t_{fb} = 0.731 \text{ in} \quad \text{E3.6f.2 AISC 341-16}$$

$$t_{adop} := \frac{12}{16} \text{ in}$$

Control

```
|| if  $t_{dp\_adoptado} \geq t_{adop}$  || = "Aumentar espesor"  
|| || "El espesor es adecuado" ||  
|| else ||  
|| || "Aumentar espesor" ||
```

$$t_{cp} := \frac{15}{16} \text{ in} \quad \text{Espesor final de placas de continuidad}$$

Control

```
|| if  $t_{cp} \geq t_{placa\_min}$  || = "El espesor es adecuado"  
|| || "El espesor es adecuado" ||  
|| else ||  
|| || "Aumentar espesor" ||
```

Soldadura de placa de continuidad

Las placas de continuidad deben soldarse al alma de la columna utilizando soldadura de ranura de penetración completa (CPJ). La resistencia requerida se debe calcular como indica AISC 341-16. E3.6f.2

Columna fuerte-viga débil: ETABS

Se realiza el cálculo considerando la sección completa de las alas de la viga

$$M_{pr} := C_{pr} \cdot R_y \cdot F_y \cdot Z_{zb} = 2349966.667 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$V_{RBS} := \left(\frac{2 \cdot M_{pr}}{L_h} \right) + \frac{w_u \cdot L_h}{2} = 345512.231 \text{ lb}$$

$$V'_{RBS} := \left(\frac{2 \cdot M_{pr}}{L_h} \right) - \frac{w_u \cdot L_h}{2} = 318202.98 \text{ lb}$$

$$M_f := M_{pr} + V_{RBS} \cdot S_h = 2897747.516 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

(5.8-6) AISC 358-16

$$M'_f := M_{pr} + V'_{RBS} \cdot S_h = 2854450.974 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$\alpha_s := 1.0$$

D1.2a.1
AISC 341-16

$$V_{ub_1} := V_{RBS} = 345512.231 \text{ lb} \quad \text{Cortante esperado en la rótula plástica de la viga 1}$$

$$V_{ub_2} := V'_{RBS} = 318202.98 \text{ lb} \quad \text{Cortante esperado en la rótula plástica de la viga 2}$$

$$M_{pr_1} := M_{pr} = 2349966.667 \text{ lb} \cdot \text{ft} \quad \text{Momento esperado en la rótula plástica de la viga 1}$$

$$M_{pr_2} := M_{pr} = 2349966.667 \text{ lb} \cdot \text{ft} \quad \text{Momento esperado en la rótula plástica de la viga 2}$$

$$S_{h_1} := S_h = 1.585 \text{ ft} \quad \text{Distancia a la rótula plástica de la viga 1}$$

$$S_{h_2} := S_h = 1.585 \text{ ft} \quad \text{Distancia a la rótula plástica de la viga 2}$$

$$M_{pb_1} := M_{pr_1} + \alpha_s \cdot V_{ub_1} \cdot (S_{h_1} + 0.5 \cdot d_c) \quad \text{Momento probable máximo (E3-3) AISC 341-16 en la viga 1}$$

$$M_{pb_1} = 3358430.49 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$M_{pb_2} := M_{pr_2} + \alpha_s \cdot V_{ub_2} \cdot (S_{h_2} + 0.5 \cdot d_c) \quad \text{Momento probable máximo (E3-3) AISC 341-16 en la viga 2}$$

$$M_{pb_2} = 3278721.613 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Momento probable máximo total

$$M_{pb_R} := M_{pb_1} + M_{pb_2} = 6637152.104 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Momento probable máximo en la columna C1 (Se escoge la combinación más desfavorable)

$$M_{pc_1} := Z_{xc} \cdot \left(F_y - \frac{\alpha_s \cdot P_{uc_{max}}}{A_c} \right) \quad \text{(E3-2) AISC 341-16}$$

Momento probable máximo en la columna C1 (Se escoge la combinación más desfavorable)

$$M_{pc_2} := Z_{xc} \cdot \left(F_y - \frac{\alpha_s \cdot P_{uc_{max}}}{A_c} \right) \quad \text{(E3-2) AISC 341-16}$$

Sumatoria de los momentos máximos probables de las columnas C1 y C2

$$M_{pc_R} := M_{pc_1} + M_{pc_2} = 7889082.343 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Relación de momentos

Verificación

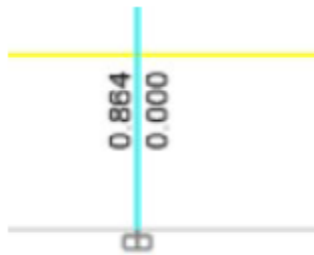
$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \frac{M_{pc_R}}{M_{pb_R}} \geq 1 \\ \quad \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \text{"No cumple"} \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

(E3-1) AISC 341-16

$$\frac{M_{pc_R}}{M_{pb_R}} = 1.189$$

$$\frac{M_{pb_R}}{M_{pc_R}} = 0.841$$

El software Etabs muestra el criterio de columna fuerte-viga débil, aplicando esta relación.



Se puede observar que el error entre el cálculo realizado manualmente y el que da el software ETABS, es menor al 5%

1.3. Diseño por Capacidad: Enfoque Global

Geometría del pórtico

$L := 20 \text{ ft}$ Longitud de vigas de análisis

$h_1 := 15 \text{ ft}$ Altura columna piso 1

$h_2 := 13 \text{ ft}$ Altura columna piso 2

$n_{pisos} := 8$



Propiedades de los materiales. ASTM A992

$F_y := 50000 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$ Tensión cedente del material

$R_y := 1.1$ Factor de sobrerresistencia de fluencia [Tabla A3.1 AISC 341-16](#)

$R_t := 1.1$ Factor de sobrerresistencia de tensión [Tabla A3.1 AISC 341-16](#)

$E := 29000000 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$ Módulo de elasticidad

Propiedades de la viga **W27x146**

$d_b := 27.40 \text{ in}$ Peralte del perfil

$T_b := 23.625 \text{ in}$ Distancia libre entre alas menos el filete de cada ala

$b_{fb} := 14.00 \text{ in}$ Ancho del ala

$t_{fb} := 0.975 \text{ in}$ Espesor del ala

$t_{wb} := 0.605 \text{ in}$ Espesor del alma

$A_b := 43.10 \text{ in}^2$ Área bruta

$r_{xb} := 11.50 \text{ in}$ Radio giro, eje x

$r_{yb} := 3.20 \text{ in}$ Radio giro, eje y

$h_{ob} := d_b - t_{fb} = 26.425 \text{ in}$ Distancia entre centroides de alas

$S_{xb} := 414 \text{ in}^3$ Módulo elástico, eje x

$I_{xb} := 5660 \text{ in}^4$	Inercia, eje x
$I_{yb} := 443 \text{ in}^4$	Inercia, eje y
$h_b := 23.625 \text{ in}$	Altura libre del alma
$J_b := 11.30 \text{ in}^4$	Constante torsional del miembro
$Z_{xb} := 464 \text{ in}^3$	Módulo plástico, eje x
$Z_{yb} := 97.70 \text{ in}^3$	Módulo plástico, eje y

Propiedades de la columna W30x391

$d_c := 33.2 \text{ in}$	Peralte del perfil
$T_c := 26.5 \text{ in}$	Distancia libre entre alas menos el filete de cada ala
$b_{fc} := 15.6 \text{ in}$	Ancho del ala
$t_{fc} := 2.44 \text{ in}$	Espesor del ala
$t_{wc} := 1.36 \text{ in}$	Espesor del alma
$A_c := 115.00 \text{ in}^2$	Área bruta
$r_{xc} := 13.40 \text{ in}$	Radio giro, eje x
$r_{yc} := 3.67 \text{ in}$	Radio giro, eje y
$h_{oc} := d_c - t_{fc} = 30.76 \text{ in}$	Distancia entre centroides de alas
$S_{xc} := 1250 \text{ in}^3$	Módulo elástico, eje x
$I_{xc} := 20700 \text{ in}^4$	Inercia, eje x
$I_{yc} := 1550 \text{ in}^4$	Inercia, eje y
$h_c := 26.5 \text{ in}$	Altura libre del alma
$J_c := 173.00 \text{ in}^4$	Constante torsional del miembro
$Z_{xc} := 1450 \text{ in}^3$	Módulo plástico, eje x

$$Z_{pe} := 310 \text{ in}^3$$

Módulo plástico, eje y

$$k_c := 3.23 \text{ in}$$

Espesor del ala con curvatura

Factores sísmicos

$$S_{DS} := 1$$

Aceleración espectral de diseño para períodos cortos

$$\Omega_o := 3$$

Factor de sobrerresistencia

$$\rho := 1$$

Factor de redundancia

Fuerza axial y momento por caso de carga en columnas 1 y 2

Columna 1 (inferior)

$$P_{cpC1} := 270601.06 \text{ lb}$$

$$P_{cvC1} := 77899.76 \text{ lb}$$

$$P_{SHC1} := 26686.64 \text{ lb}$$

Sentido X

$$M_{cpC1} := 1989.59 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$M_{cvC1} := 642.18 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$M_{SHC1} := 1268466.53 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Sentido Y

$$M_{cpC1_Y} := 1195.35 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$M_{cvC1_Y} := 637.71 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$M_{SHC1_Y} := 86172.17 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Columna 2 (superior)

$$P_{cpC2} := 235329.70 \text{ lb}$$

$$P_{cvC2} := 67376.99 \text{ lb}$$

$$P_{SHC2} := 24851.72 \text{ lb}$$

Sentido X

$$M_{cpC2} := 8934.14 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$M_{cvC2} := 2884.84 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$M_{SHC2} := 691054.13 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Sentido Y

$$M_{cpC2_Y} := 3724.52 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$M_{cvC2_Y} := 1986.15 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$M_{SHC2_Y} := 7930.47 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Fuerza axial y momentos mayorados en la columna 1 (inferior)

Carga axial

$$P_{u1_C1} := (1.2 + 0.2 \cdot S_{DS}) \cdot P_{cpC1} + P_{cvC1} + \Omega_o \cdot P_{SHC1} = 536801.164 \text{ lb}$$

$$P_{u2_C1} := (0.9 - 0.2 \cdot S_{DS}) \cdot P_{cpC1} + \Omega_o \cdot P_{SHC1} = 269480.662 \text{ lb}$$

Momento Sentido X

$$M_{u1_C1} := (1.2 + 0.2 \cdot S_{DS}) \cdot M_{cpC1} + M_{cvC1} + \Omega_o \cdot M_{SHC1} = 3808827.196 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$M_{u2_C1} := (0.9 - 0.2 \cdot S_{DS}) \cdot M_{cpC1} + \Omega_o \cdot M_{SHC1} = 3806792.303 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Momento Sentido Y

$$M_{u1_C1Y} := (1.2 + 0.2 \cdot S_{DS}) \cdot M_{cpC1Y} + M_{cvC1Y} + \Omega_o \cdot M_{SHC1Y} = 260827.71 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$M_{u2_C1Y} := (0.9 - 0.2 \cdot S_{DS}) \cdot M_{cpC1Y} + \Omega_o \cdot M_{SHC1Y} = 259353.255 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Fuerza axial y momentos mayorados en la columna 2 (superior)

Carga axial

$$P_{u1_C2} := (1.2 + 0.2 \cdot S_{DS}) \cdot P_{cpC2} + P_{cvC2} + \Omega_o \cdot P_{SHC2} = 471393.73 \text{ lb}$$

$$P_{u2_C2} := (0.9 - 0.2 \cdot S_{DS}) \cdot P_{cpC2} + \Omega_o \cdot P_{SHC2} = 239285.95 \text{ lb}$$

Momento Sentido X

$$M_{u1_C2} := (1.2 + 0.2 \cdot S_{DS}) \cdot M_{cpC2} + M_{cvC2} + \Omega_o \cdot M_{SHC2} = 2088555.026 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$M_{u2_C2} := (0.9 - 0.2 \cdot S_{DS}) \cdot M_{cpC2} + \Omega_o \cdot M_{SHC2} = 2079416.288 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Momento Sentido Y

$$M_{u1_C2Y} := (1.2 + 0.2 \cdot S_{DS}) \cdot M_{cpC2Y} + M_{cvC2Y} + \Omega_o \cdot M_{SHC2Y} = 30991.888 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$M_{u2_C2Y} := (0.9 - 0.2 \cdot S_{DS}) \cdot M_{cpC2Y} + \Omega_o \cdot M_{SHC2Y} = 26398.574 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

1. Diseño de columna inferior

Revisión del pandeo local

Chequeo del ala

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \frac{b_{fc}}{2 \cdot t_{fc}} \leq 0.32 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y \cdot F_y}} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"El ala es compacta"} \\ \text{else} \\ \text{"El ala es No compacta"} \end{array} \right. \\ \end{array} \right\| = \text{"El ala es compacta"}$$

Tabla D1.1 AISC 341-16

F3.2 AISC 360-16

Chequeo del alma

$$P_{uc_max} := \max(P_{u1_C1}, P_{u2_C1}) = 536801.164 \text{ lb}$$

$$P_{tc} := A_c \cdot F_y = 5750000 \text{ lb}$$

J10.6 AISC 360-16

$$\phi_c := 0.90$$

E1 AISC 360-16

$$\frac{P_{uc_max}}{\phi_c \cdot P_{tc}} = 0.104$$

$$\left\| \begin{array}{l} C_a \leftarrow \frac{P_{uc_max}}{\phi_c \cdot P_{tc}} \\ \text{if } C_a \leq 0.114 \\ \left\| \begin{array}{l} \lambda_{ps} \leftarrow 2.57 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y \cdot F_y}} \cdot (1 - 1.04 \cdot C_a) \\ \text{else} \\ \left\| \begin{array}{l} \lambda_{ps} \leftarrow 0.88 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y \cdot F_y}} \cdot (2.68 - C_a) \\ \text{if } \lambda_{ps} \geq 1.57 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y \cdot F_y}} \\ \left\| \begin{array}{l} \lambda_{ps} \leftarrow \lambda_{ps} \\ \text{else} \\ \left\| \begin{array}{l} \lambda_{ps} \leftarrow 1.57 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y \cdot F_y}} \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right. = 52.647$$

Tabla D1.1 AISC 341-16

$$\lambda_{alma_max} := 52.647$$

$$\lambda := \frac{h_c}{t_{wc}} = 19.485$$

F4.2 AISC 360-16

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \lambda \leq \lambda_{alma_max} \\ \left\| \begin{array}{l} \text{"El alma es compacto"} \\ \text{else} \\ \left\| \begin{array}{l} \text{"El alma es No compacto"} \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right. = \text{"El alma es compacto"}$$

Por lo tanto, la sección es altamente dúctil

Diseño a compresión

Factor de longitud efectiva

$$K := 1 \quad \text{C3, E2 AISC 360-16}$$

$$h_{1n} := h_1 - d_b = 12.717 \text{ ft} \quad \text{Altura libre de la columna}$$

$$L_c := K \cdot h_{1n} = 152.6 \text{ in} \quad \text{E2 AISC 360-16}$$

$$\frac{L_c}{r_{xc}} = 11.388 \quad \text{Esbeltez de la columna en dirección X} \quad \text{E2 AISC 360-16}$$

$$\frac{L_c}{r_{yc}} = 41.58 \quad \text{Esbeltez de la columna en dirección Y} \quad \text{E2 AISC 360-16}$$

$$E_{max} := \max\left(\frac{L_c}{r_{xc}}, \frac{L_c}{r_{yc}}\right) \quad \text{Esbeltez máxima de la columna}$$

$$E_{max} = 41.58$$

Para sistemas sin elementos esbeltos, los estados límite son (TABLA NOTA E1.1 AISC 360-16): pandeo por flexión, pandeo torsional y pandeo flexotorsional.

Cuando los elementos no son esbeltos y son doblemente simétricos, el pandeo global a flexión es el modo de falla más probable antes de alcanzar la carga de aplastamiento.

Pandeo por flexión

$$E_{lim} := 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 113.432 \quad \text{E3 AISC 360-16}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } E_{max} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \\ \quad \left\| \text{"Pandeo inelástico"} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \text{"Pandeo elástico"} \right\| \end{array} \right\| = \text{"Pandeo inelástico"} \quad \text{E3 AISC 360-16}$$

Tensión por pandeo elástico

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{(E_{max})^2} = 23838739.982 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^2} \quad \text{(E3-4) AISC 360-16}$$

$$Tension_critica(E_{max}) := \begin{cases} \text{if } E_{max} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \\ \quad \left\| \left\| F_{cr} \leftarrow \left(0.658 \frac{F_y}{F_c}\right) \cdot F_y \right. \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\| \left\| F_{cr} \leftarrow 0.877 \cdot F_e \right. \right. \end{cases}$$

(E3-2) AISC 360-16
(E3-3) AISC 360-16

$$F_{cr} := Tension_critica(E_{max}) = 6344996.322 \frac{lb}{ft^2}$$

$$P_n := F_{cr} \cdot A_c = 5067184.563 \text{ lb} \quad (E3-1) \text{ AISC 360-16}$$

$$P_n := R_y \cdot P_n = 5573903.019 \text{ lb}$$

$$\phi_c \cdot P_n = 5016512.717 \text{ lb} \quad \text{Capacidad a compresi3n}$$

$$\phi_c \cdot P_{tc} = 5175000 \text{ lb} \quad \text{Capacidad a tensi3n}$$

Control

$$\begin{cases} \text{if } P_{uc_max} \leq \phi_c \cdot P_n \\ \quad \left\| \left\| \text{"Cumple"} \right. \right. \\ \text{else} \\ \quad \left\| \left\| \text{"No cumple"} \right. \right. \end{cases} = \text{"Cumple"} \quad P_{uc_max} = 536801.164 \text{ lb}$$

Dise1o a Flexi3n

F2 AISC 360-16

Longitudes caracteristicas

Longitud no arriostrada

$$L_b := h_{1n} = 12.717 \text{ ft}$$

L3mite de longitud de comportamiento pl3stico

$$L_p := 1.76 \cdot r_{yc} \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 12.963 \text{ ft} \quad (F2-5) \text{ AISC 360-16}$$

Longitud l3mite del comportamiento lateral torsional inel3stico

$$c := 1 \quad (F2-8a) \text{ AISC 360-16}$$

$$r_{ts} := \sqrt[2]{\frac{I_{yc} \cdot h_{oc}}{2 \cdot S_{xc}}} = 4.367 \text{ in} \quad (\text{F2-7}) \text{ AISC 360-16}$$

$$L_r := 1.95 \cdot r_{ts} \cdot \frac{E}{0.7 \cdot F_y} \cdot \sqrt[2]{\frac{J_c \cdot c}{S_{xc} \cdot h_{oc}} + \sqrt[2]{\left(\frac{J_c \cdot c}{S_{xc} \cdot h_{oc}}\right)^2 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.7 \cdot F_y}{E}\right)^2}} \quad (\text{F2-6}) \text{ AISC 360-16}$$

$$L_r = 58.755 \text{ ft}$$

Momento Plástico

$$M_p := Z_{xc} \cdot F_y = 6041666.667 \text{ lb} \cdot \text{ft} \quad (\text{F2-1}) \text{ AISC 360-16}$$

$$C_b := 1.00 \quad \text{Factor de modificación de momento asumido de forma conservadora} \quad (\text{F1-1}) \text{ AISC 360-16}$$

Control

if $L_b \leq L_p$ "Fluencia" else if $L_p < L_b \leq L_r$ "Pandeo Lateral-Torsional Inelástico" else "Pandeo Lateral-Torsional Elástico"	= "Fluencia"	F2 AISC 360-16
---	--------------	----------------

$M_{nom}(L_b, L_p, L_r, M_p, J_c) :=$ if $L_b \leq L_p$ $M_n \leftarrow F_y \cdot Z_{xc}$ else if $L_p < L_b \leq L_r$ $M_n \leftarrow C_b \cdot \left(M_p - (M_p - 0.7 \cdot F_y \cdot S_{xc}) \cdot \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right)$ if $M_n > M_p$ $M_n \leftarrow M_p$ else $M_n \leftarrow M_n$ else $F_{cr} \leftarrow \frac{C_b \cdot \pi^2 \cdot E}{\left(\frac{L_b}{r_{ts}} \right)^2} \cdot \sqrt[2]{1 + 0.078 \cdot \frac{J_c \cdot c}{S_{xc} \cdot h_{oc}} \cdot \left(\frac{L_b}{r_{ts}} \right)^2}$ $M_n \leftarrow F_{cr} \cdot S_{xc}$ if $M_n > M_p$ $M_n \leftarrow M_p$ else $M_n \leftarrow M_n$	(F2-1) AISC 360-16
$M_n \leftarrow C_b \cdot \left(M_p - (M_p - 0.7 \cdot F_y \cdot S_{xc}) \cdot \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right)$	(F2-2) AISC 360-16
$F_{cr} \leftarrow \frac{C_b \cdot \pi^2 \cdot E}{\left(\frac{L_b}{r_{ts}} \right)^2} \cdot \sqrt[2]{1 + 0.078 \cdot \frac{J_c \cdot c}{S_{xc} \cdot h_{oc}} \cdot \left(\frac{L_b}{r_{ts}} \right)^2}$	(F2-4) AISC 360-16
if $M_n > M_p$ $M_n \leftarrow M_p$	(F2-3) AISC 360-16

$$M_n := M_{nom}(L_b, L_p, L_r, M_p, J_c) = 6041666.667 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Resistencia nominal a flexión

$$\phi_b := 0.90$$

F1 AISC 360-16

$$M_{cx} := \phi_b \cdot M_n = 5437500 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Capacidad a flexión en el eje fuerte

$$M_{cy} := \phi_b \cdot F_y \cdot Z_{yc} = 1162500 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Capacidad a flexión en el eje débil

$$M_{uc_max} := \max(M_{u1_C1}, M_{u2_C1}) = 3808827.196 \text{ ft} \cdot \text{lb}$$

$$M_{uc_maxY} := \max(M_{u1_C1Y}, M_{u2_C1Y}) = 260827.71 \text{ ft} \cdot \text{lb}$$

Control Sentido X

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } M_{uc_max} \leq M_{cx} \\ \quad \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \text{"No cumple"} \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

Control Sentido Y

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } M_{uc_maxY} \leq M_{cy} \\ \quad \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \text{"No cumple"} \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

Diseño a Flexo-Compresión

H1.1 AISC 360-16

$$P_r := P_{uc_max} = 536801.164 \text{ lb}$$

$$M_{rx} := \max(M_{u1_C1}, M_{u2_C1}) = 3808827.196 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$P_c := \phi_c \cdot P_n = 5016512.717 \text{ lb}$$

$$M_{ry} := \max(M_{u1_C1Y}, M_{u2_C1Y}) = 260827.71 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$\frac{P_r}{P_c} = 0.107$$

$$\begin{aligned}
 \text{Interaccion}(P_r, P_c) := & \text{if } \frac{P_r}{P_c} \geq 0.2 \\
 & \left\| \begin{aligned} & \text{Int} \leftarrow \frac{P_r}{P_c} + \frac{8}{9} \cdot \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \\ & \text{if } \text{Int} \leq 1 \\ & \quad \left\| \text{"Cumple"} \right. \\ & \quad \left\| \text{else} \\ & \quad \quad \left\| \text{"No cumple"} \right. \end{aligned} \right. \\
 & \left. \left\| \text{else} \right. \right. \\
 & \quad \left\| \text{Int} \leftarrow \frac{P_r}{2 \cdot P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \right. \\
 & \quad \left\| \text{if } \text{Int} \leq 1 \right. \\
 & \quad \quad \left\| \text{"Cumple"} \right. \\
 & \quad \quad \left\| \text{else} \\
 & \quad \quad \quad \left\| \text{"No cumple"} \right. \end{aligned}
 \end{aligned}$$

(H1-1a)
AISC 360-16

(H1-1b)
AISC 360-16

Verificacion := Interaccion(P_r, P_c) = "Cumple"

$$\frac{P_r}{2 \cdot P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) = 0.978$$

Diseño a Cortante

G2.1 AISC 360-16

$$\begin{aligned}
 h := & T_c \\
 & \left\| \text{if } \frac{h}{t_{wc}} \leq 2.24 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \right. \\
 & \quad \left\| \text{"Aplicar criterio (a)} \right. \\
 & \quad \left\| \text{else} \right. \\
 & \quad \quad \left\| \text{"Aplicar criterio (b)} \right.
 \end{aligned}$$

(a) $C_v := 1$ $\phi_v := 1$ (G2-2) AISC 360-16

$V_n = 0.6 \cdot F_y \cdot A_w \cdot C_v$ (G2-1) AISC 360-16

$V_n = 0.6 \cdot F_y \cdot d_c \cdot t_{wc} \cdot C_v = 1354560 \text{ lb}$

$\phi_v \cdot V_n = 1354560 \text{ lb}$

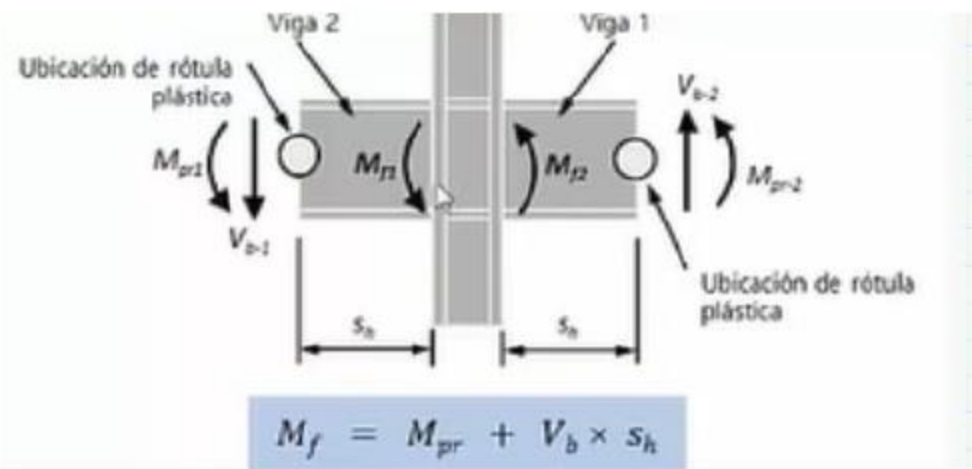
$V_u = 310721.95 \text{ lb}$ Obtenido de Etabs

Verificación

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{if } V_u \leq \phi_v \cdot V_n \\ \quad \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \text{"No cumple"} \end{array} \right\} = \text{"Cumple"}$$

$$\frac{V_u}{\phi_b \cdot V_n} = 0.255 \quad \text{Relación Demanda/Capacidad}$$

2. Revisión de la zona del panel



Momento esperado en la cara de la columna de la viga 1

$$M_{f-1} := 1284640.61 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

(5.8-6) AISC 341-16

Fuerza en la cara de la columna de la viga 1

$$F_{fu-1} := \frac{M_{f-1}}{d_b - t_{fb}} = 583375.111 \text{ lb}$$

Momento esperado en la cara de la columna de la viga 2

$$M_{f-2} := 1312853.79 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

(5.8-6) AISC 341-16

Fuerza en la cara de la columna de la viga 2

$$F_{fu-2} := \frac{M_{f-2}}{d_b - t_{fb}} = 596187.152 \text{ lb}$$

Demanda por corte de la zona del panel

$$R_u := F_{fu,1} + F_{fu,2} = 1179562.263 \text{ lb}$$

Resistencia de la zona del panel

Criterios:

- 1) No Se considera en el análisis el efecto de la deformación inelástica de la zona del panel en la estabilidad del pórtico
- 2) Se considera en el análisis el efecto de la deformación inelástica de la zona del panel en la estabilidad del pórtico

$$\alpha := 1$$

C2.3 AISC 360-16

$$P_{tc} = 5750000 \text{ lb}$$

$$P_{uc} := P_{uc,max} = 536801.164 \text{ lb}$$

Combinación más desfavorable

$$\text{criterio} := 1$$

$$\begin{array}{|l} \text{if } \text{criterio} = 1 \\ \quad \text{if } \alpha \cdot \frac{P_{uc}}{P_{tc}} \leq 0.4 \\ \quad \quad R_n \leftarrow 0.60 \cdot F_y \cdot d_c \cdot t_{wc} \\ \quad \quad \text{else} \\ \quad \quad \quad R_n \leftarrow 0.60 \cdot F_y \cdot d_c \cdot t_{wc} \cdot \left(1.4 - \frac{\alpha \cdot P_{uc}}{P_{tc}} \right) \\ \quad \quad \text{else} \\ \quad \quad \quad \text{if } \alpha \cdot \frac{P_{uc}}{P_{tc}} \leq 0.75 \\ \quad \quad \quad \quad R_n \leftarrow 0.60 \cdot F_y \cdot d_c \cdot t_{wc} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot b_{fc} \cdot t_{fc}^2}{d_b \cdot d_c \cdot t_{wc}} \right) \\ \quad \quad \quad \quad \text{else} \\ \quad \quad \quad \quad \quad R_n \leftarrow 0.60 \cdot F_y \cdot d_c \cdot t_{wc} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot b_{fc} \cdot t_{fc}^2}{d_b \cdot d_c \cdot t_{wc}} \right) \cdot \left(1.9 - \frac{1.2 \cdot \alpha \cdot P_{uc}}{P_{tc}} \right) \end{array} \quad = 1354560 \text{ lb}$$

(J10-9)
AISC 360-16

(J10-10)
AISC 360-16

(J10-11)
AISC 360-16

(J10-12)
AISC 360-16

$$R_n := 1354560 \text{ lb}$$

$$\phi_v := 1.0$$

G2.1 AISC 360-16

Verificación

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \phi_v \cdot R_n \geq R_u \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Requiere refuerzo"} \end{array} \right\| \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

No requiere refuerzo (doubler plate)

Esesor de la zona del panel

$$d_z := d_b - 2 \cdot t_{fb} \quad \text{E3.6e.2 AISC 341-16}$$

$$w_z := d_c - 2 \cdot t_{fc} \quad \text{E3.6e.2 AISC 341-16}$$

$$t_{min} := \frac{d_z + w_z}{90} = 0.597 \text{ in} \quad \text{(E3-7) AISC 341-16}$$

Control espesor alma de columna

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } t_{wc} \geq t_{min} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"El espesor es adecuado"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Aumentar el espesor"} \end{array} \right\| \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{"El espesor es adecuado"}$$

Placas de continuidad

$$t_{lim} := \frac{b_{fb}}{6} = 2.333 \text{ in} \quad \text{(E3-8) AISC 341-16}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } t_{fc} \geq t_{lim} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No se requieren placas de continuidad"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Colocar placas de continuidad"} \end{array} \right\| \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{"No se requieren placas de continuidad"}$$

No requiere placas de continuidad

3. Diseño de viga

Cortante y momento para la viga con mayores solicitaciones

Viga 1 (izquierda)

$$V_{cpV1} := 10136.99 \text{ lb}$$

$$V_{cvV1} := 2924.35 \text{ lb}$$

$$V_{SHV1} := 47716.95 \text{ lb}$$

$$M_{cpV1} := 34975.72 \text{ lb} \cdot \text{ft} \quad M_{cvV1} := 10951.36 \text{ lb} \cdot \text{ft} \quad M_{SHV1} := 408241.08 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Cortante y momentos mayorados en la viga 1

Cortante

$$V_{u1_V1} := (1.2 + 0.2 \cdot S_{DS}) \cdot V_{cpV1} + V_{cvV1} + \rho \cdot V_{SHV1} = 64833.086 \text{ lb}$$

$$V_{u2_V1} := (0.9 - 0.2 \cdot S_{DS}) \cdot V_{cpV1} + \rho \cdot V_{SHV1} = 54812.843 \text{ lb}$$

Momento

$$M_{u1_V1} := (1.2 + 0.2 \cdot S_{DS}) \cdot M_{cpV1} + M_{cvV1} + \rho \cdot M_{SHV1} = 468158.448 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$M_{u2_V1} := (0.9 - 0.2 \cdot S_{DS}) \cdot M_{cpV1} + \rho \cdot M_{SHV1} = 432724.084 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Dimensiones preliminares de corte RBS

$$0.5 \cdot b_{fb} = 7 \text{ in} \quad 0.75 \cdot b_{fb} = 10.5 \text{ in} \quad a := 0.625 \cdot b_{fb} = 8.75 \text{ in}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } 0.5 \cdot b_{fb} \leq a \leq 0.75 \cdot b_{fb} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"Cumple"} \quad (5.8-1) \text{ AISC 358-16}$$

$$0.65 \cdot d_b = 17.81 \text{ in} \quad 0.85 \cdot d_b = 23.29 \text{ in} \quad b := 0.75 \cdot d_b = 20.55 \text{ in}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } 0.65 \cdot d_b \leq b \leq 0.85 \cdot d_b \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"Cumple"} \quad (5.8-2) \text{ AISC 358-16}$$

$$0.1 \cdot b_{fb} = 1.4 \text{ in} \quad 0.25 \cdot b_{fb} = 3.5 \text{ in} \quad c := 0.25 \cdot b_{fb} = 3.5 \text{ in}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } 0.1 \cdot b_{fb} \leq c \leq 0.25 \cdot b_{fb} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"Cumple"} \quad (5.8-3) \text{ AISC 358-16}$$

Revisión del pandeo local

$$R := \frac{4 \cdot c^2 + b^2}{8 \cdot c} = 16.832 \text{ in}$$

5.3.1 AISC 358-16

$$b_{f_RBS} := 2 \cdot (R - c) + b_{fb} - 2 \cdot \sqrt{R^2 - \frac{b^2}{9}} = 9.914 \text{ in}$$

NEC - GUÍA DE
DISEÑO 3

Chequeo del ala

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \frac{b_{f_RBS}}{2 \cdot t_{fb}} \leq 0.32 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y \cdot F_y}} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"El ala es compacta"} \\ \text{else} \\ \text{"El ala es No compacta"} \end{array} \right. \\ \end{array} \right\| = \text{"El ala es compacta"}$$

Tabla D1.1
AISC 341-16
F3.2 AISC 360-16

Chequeo del alma

$$C_a := 0$$

Se considera cero porque la viga no soporta fuerzas axiales

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } C_a \leq 0.114 \\ \quad \left\| \lambda_{ps} \leftarrow 2.57 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y \cdot F_y}} \cdot (1 - 1.04 \cdot C_a) \right. \\ \quad \text{else} \\ \quad \left\| \lambda_{ps} \leftarrow 0.88 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y \cdot F_y}} \cdot (2.68 - C_a) \right. \\ \quad \quad \left\| \text{if } \lambda_{ps} \geq 1.57 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y \cdot F_y}} \right. \\ \quad \quad \quad \left\| \lambda_{ps} \leftarrow \lambda_{ps} \right. \\ \quad \quad \quad \text{else} \\ \quad \quad \quad \left\| \lambda_{ps} \leftarrow 1.57 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y \cdot F_y}} \right. \\ \end{array} \right\| = 59.013$$

Tabla D1.1
AISC 341-16

$$\lambda_{alma_max} := 59.013$$

$$\lambda := \frac{h_b}{t_{wb}} = 39.05$$

F4.2 AISC 360-16

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \lambda \leq \lambda_{alma_max} \\ \left\| \begin{array}{l} \text{"El alma es compacto"} \\ \text{else} \\ \left\| \begin{array}{l} \text{"El alma es No compacto"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"El alma es compacto"}$$

Por lo tanto, la sección es altamente dúctil

Espaciamiento del arriostamiento lateral

$$L_{b_max} := 0.095 \cdot r_{yb} \cdot \frac{E}{R_y \cdot F_y} = 13.358 \text{ ft} \quad \text{D1.2b AISC 341-16}$$

El hormigón compuesto con la placa colaborante de acero provee arriostamiento lateral al patín superior a lo largo del vano; sin embargo, el patín inferior debe ser arriostado, por lo que se adopta un arriostamiento lateral cada:

$$N_{la} := 2 \quad \text{Número de soportes laterales}$$

$$L_b := \frac{L}{N_{la} + 1} = 6.667 \text{ ft} \quad \text{Longitud no arriestrada}$$

$$L_{b_construccion} := 7 \text{ ft}$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } L_b \leq L_{b_max} \\ \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \left\| \begin{array}{l} \text{"Se excede la separación máxima"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

Diseño a Flexión

F2 AISC 360-16

Longitudes características

Longitud no arriestrada

$$L_b = 6.667 \text{ ft}$$

Límite de longitud de comportamiento plástico

$$L_p := 1.76 \cdot r_{yb} \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 11.303 \text{ ft} \quad \text{(F2-5) AISC 360-16}$$

Longitud límite del comportamiento lateral torsional inelástico

$$c' := 1 \quad \text{(F2-8a) AISC 360-16}$$

$$r_{ts} := \sqrt[2]{\frac{I_{yb} \cdot h_{ob}}{2 \cdot S_{xb}}} = 3.76 \text{ in} \quad \text{(F2-7) AISC 360-16}$$

$$L_r := 1.95 \cdot r_{ts} \cdot \frac{E}{0.7 \cdot F_y} \cdot \sqrt[2]{\frac{J_b \cdot c'}{S_{xb} \cdot h_{ob}} + \sqrt[2]{\left(\frac{J_b \cdot c'}{S_{xb} \cdot h_{ob}}\right)^2 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.7 \cdot F_y}{E}\right)^2}} \quad \text{(F2-6) AISC 360-16}$$

$$L_r = 33.338 \text{ ft}$$

Momento Plástico

$$M_p := Z_{xb} \cdot F_y = 1933333.333 \text{ lb} \cdot \text{ft} \quad \text{(F2-1) AISC 360-16}$$

$$C_b := 1.00 \quad \text{Factor de modificación de momento asumido de forma conservadora} \quad \text{(F1-1) AISC 360-16}$$

Control

if $L_b \leq L_p$ "Fluencia" else if $L_p < L_b \leq L_r$ "Pandeo Lateral-Torsional Inelástico" else "Pandeo Lateral-Torsional Elástico"	= "Fluencia"	F2 AISC 360-16
--	--------------	----------------

$M_{nom}(L_b, L_p, L_r, M_p, J_b) :=$ if $L_b \leq L_p$ $M_n \leftarrow F_y \cdot Z_{xb}$ else if $L_p < L_b \leq L_r$ $M_n \leftarrow C_b \cdot \left(M_p - (M_p - 0.7 \cdot F_y \cdot S_{xb}) \cdot \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right)$ if $M_n > M_p$ $M_n \leftarrow M_p$ else $M_n \leftarrow M_n$ else $F_{cr} \leftarrow \frac{C_b \cdot \pi^2 \cdot E}{\left(\frac{L_b}{r_{ts}} \right)^2} \cdot \sqrt[2]{1 + 0.078 \cdot \frac{J_b \cdot c'}{S_{xb} \cdot h_{ob}} \cdot \left(\frac{L_b}{r_{ts}} \right)^2}$ $M_n \leftarrow F_{cr} \cdot S_{xc}$ if $M_n > M_p$ $M_n \leftarrow M_p$ else $M_n \leftarrow M_n$	(F2-1) AISC 360-16	(F2-2) AISC 360-16	(F2-4) AISC 360-16	(F2-3) AISC 360-16
--	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

$$M_n := M_{nom}(L_b, L_p, L_r, M_p, J_b) = 1933333.333 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Módulo de sección plástico en el centro de corte de RBS

$$Z_{RBS} := Z_{zb} - 2 \cdot c \cdot t_{fb} \cdot (d_b - t_{fb}) = 283.649 \text{ in}^3$$

Resistencia requerida en el centro de corte de RBS

$$M_{n_{RBS}} := F_y \cdot Z_{RBS} = 1181872.396 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

$$\phi_b := 0.90$$

F1 AISC 360-16

$$\phi_b \cdot M_{n_{RBS}} = 1063685.156 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Control

En el centro de corte de RBS

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \phi_b \cdot M_{n_{RBS}} \geq \max(M_{u1,V1}, M_{u2,V1}) \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No cumple"} \end{array} \right\| \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{"Cumple"}$$

Por lo tanto, el perfil soporta la flexión provocada en la cara de la columna y en el centro de corte de RBS por las cargas actuantes en la estructura.

Diseño a Cortante

G2.1 AISC 360-16

$$h := T_b$$

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \frac{h}{t_{wb}} \leq 2.24 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Aplicar criterio (a)"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Aplicar criterio (b)"} \end{array} \right\| \end{array} \right. \end{array} \right\| = \text{"Aplicar criterio (a)"}$$

$$(a) \quad C_v := 1 \quad \phi_v := 1$$

(G2-2) AISC 360-16

$$V_n = 0.6 \cdot F_y \cdot A_w \cdot C_v$$

(G2-1) AISC 360-16

$$V_n := 0.6 \cdot F_y \cdot d_b \cdot t_{wb} \cdot C_v = 497310 \text{ lb}$$

$$\phi_v \cdot V_n = 497310 \text{ lb}$$

Verificación

$$\left\| \begin{array}{l} \text{if } \max(V_{u1,V1}, V_{u2,V1}) \leq \phi_v \cdot V_n \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"No cumple"} \end{array} \right. \end{array} \right. \\ \end{array} \right. = \text{"Cumple"}$$

1.4. Resultados Etabs: Columna

ETABS 18.0.2

License #*1Q6XP7TUP2HVJBY

ETABS Steel Frame Design

AISC 360-16 Steel Section Check (Strength Summary)

Element Details

Level	Element	Unique Name	Location (ft)	Combo	Element Type	Section	Classification
Story1	C10	35	0	1.4D+RSA+L	Special Moment Frame	W30X292	Seismic HD

LLRF and Demand/Capacity Ratio

L (ft)	LLRF	Stress Ratio Limit
15.00000	0.429	1

Analysis and Design Parameters

Provision	Analysis	2nd Order	Reduction
LRFD	Direct Analysis	General 2nd Order	Tau-b Fixed

Stiffness Reduction Factors

$\alpha P_r/P_y$	$\alpha P_r/P_o$	τ_b	EA factor	EI factor
0.107	0.012	1	0.8	0.8

Seismic Parameters

Ignore Seismic Code?	Ignore Special EQ Load?	Plug Welded?	SDC	I	Rho	S _{DS}	R	Ω_o	C _d
No	No	Yes	D	1	1	1	8	3	5.5

Design Code Parameters

Φ_b	Φ_c	Φ_{TY}	Φ_{TF}	Φ_v	$\Phi_{V,RS}$	Φ_{VT}
0.9	0.9	0.9	0.75	0.9	1	1

Section Properties

A (ft ²)	J (ft ⁴)	I ₃₃ (ft ⁴)	I ₂₂ (ft ⁴)	A _{v3} (ft ²)	A _{v2} (ft ²)
0.5972	0.003627	0.718557	0.053048	0.3931	0.2267

Design Properties

S ₃₃ (ft ³)	S ₂₂ (ft ³)	Z ₃₃ (ft ³)	Z ₂₂ (ft ³)	r ₃₃ (ft)	r ₂₂ (ft)	C _w (ft ⁴)
0.538918	0.083212	0.613426	0.129051	1.09689	0.29803	0.084

RBS Properties

a (ft)	b (ft)	c (ft)	Z _{req'd RBS} (ft ³)	$\Phi M_{req'd RBS}$ Capacity (lb-ft)
0	0	0	0	0

Material Properties

E (lb/ft ²)	f _y (lb/ft ²)	R _y	α
4176000000	7200000	1.1	NA

Stress Check forces and Moments

Location (ft)	P_u (lb)	M_{u33} (lb-ft)	M_{u22} (lb-ft)	V_{u2} (lb)	V_{u3} (lb)	T_u (lb-ft)
0	-459119.78	1058401.09	-70929.83	0	0	-11.25

Axial Force & Biaxial Moment Design Factors (H1-1b)

	L Factor	K_1	K_2	B_1	B_2	C_m
Major Bending	0.848	1	1	1	1	1
Minor Bending	0.5	1	1	1	1	1

Parameters for Lateral Torsion Buckling

L_{tb}	K_{tb}	C_b
0.5	1	1.144

Demand/Capacity (D/C) Ratio Eqn.(H1-1b)

D/C Ratio =	$(P_u / 2P_c) + (M_{u33} / M_{c33}) + (M_{u22} / M_{c22})$
0.413 =	0.062 + 0.266 + 0.085

Axial Force and Capacities

P_u Force (lb)	ϕP_n Capacity (lb)	ϕP_n Capacity (lb)
459119.78	3894891.99	3870000

Moments and Capacities

	M_u Moment (lb-ft)	ϕM_n (lb-ft)	ϕM_n No LTB (lb-ft)	ϕM_n Cb=1 (lb-ft)
Major Bending	1058401.09	3975000	3975000	3975000
Minor Bending	70929.83	836250		

Shear Design

	V_u Force (lb)	ϕV_n Capacity (lb)	Stress Ratio
Major Shear	0	979200	0.098
Minor Shear	0	1528470	0.003

Joint Design

Continuity Plate Area (ft ²)	Load Combo	Doubler (ft)	Load Combo
0.1309	1.4D+RSA+L	0.16324	1.4D+RSA+L

Beam/Column Capacity Ratios

Major Ratio	Load Combo	Minor Ratio	Load Combo
0.864	1.4D+RSA+L	0	1.4D+RSA+L

1.5. Resultados Etabs: Viga RBS

ETABS 18.0.2

License #*1Q8XP7TUP2HVJBY

ETABS Steel Frame Design

AISC 360-16 Steel Section Check (Strength Summary)

Element Details

Level	Element	Unique Name	Location (ft)	Combo	Element Type	Section	Classification
Story1	B1	295	18.66667	1.4D+RSA+L	Special Moment Frame	W27X146	Seismic HD

LLRF and Demand/Capacity Ratio

L (ft)	LLRF	Stress Ratio Limit
20.00000	1	0.95

Analysis and Design Parameters

Provision	Analysis	2nd Order	Reduction
LRFD	Direct Analysis	General 2nd Order	Tau-b Fixed

Stiffness Reduction Factors

$\alpha P_r / P_y$	$\alpha P_r / P_o$	τ_o	EA factor	EI factor
0	0	1	0.8	0.8

Seismic Parameters

Ignore Seismic Code?	Ignore Special EQ Load?	Plug Welded?	SDC	I	Rho	S _{DS}	R	Ω_o	C _d
No	No	Yes	D	1	1	1	8	3	5.5

Design Code Parameters

Φ_b	Φ_c	Φ_{TV}	Φ_{TF}	Φ_V	$\Phi_{V/RB}$	Φ_{VT}
0.9	0.9	0.9	0.75	0.9	1	1

Section Properties

A (ft ²)	J (ft ⁴)	I ₃₃ (ft ⁴)	I ₂₂ (ft ⁴)	A _{v3} (ft ²)	A _{v2} (ft ²)
0.3	0.000545	0.272955	0.021364	0.1896	0.1151

Design Properties

S ₃₃ (ft ³)	S ₂₂ (ft ³)	Z ₃₃ (ft ²)	Z ₂₂ (ft ²)	r ₃₃ (ft)	r ₂₂ (ft)	C _w (ft ⁴)
0.239085	0.036624	0.268519	0.056539	0.95386	0.26686	0.026

RBS Properties

a (ft)	b (ft)	c (ft)	Z _{majorRBS} (ft ²)	$\Phi M_{majorRBS}$ Capacity (lb-ft)
0.72917	1.7126	0.29167	0.164149	1063685.16

Material Properties

E (lb/ft ²)	f _y (lb/ft ²)	R _y	α
4176000000	7200000	1.1	NA

Stress Check forces and Moments

Location (ft)	P_u (lb)	M_{u33} (lb-ft)	M_{u22} (lb-ft)	V_{u2} (lb)	V_{u3} (lb)	T_u (lb-ft)
18.86667	0	1772799.77	0	216179.24	0	8.25

Axial Force & Biaxial Moment Design Factors (H1-1b)

	L Factor	K_1	K_2	B_1	B_2	C_m
Major Bending	0.868	1	1	1	1	1
Minor Bending	0.333	1	1	1	1	1

Parameters for Lateral Torsion Buckling

L_{tb}	K_{tb}	C_b
0.333	1	2.299

Demand/Capacity (D/C) Ratio Eqn.(H1-1b)

D/C Ratio =	$(P_u / 2P_c) + (M_{u33} / M_{c33}) + (M_{u22} / M_{c22})$
0.834 =	0 + 0.834 + 0

Axial Force and Capacities

P_u Force (lb)	ϕP_{nc} Capacity (lb)	ϕP_{nt} Capacity (lb)
0	1857452.32	1944000

Moments and Capacities

	M_u Moment (lb-ft)	ϕM_n (lb-ft)	ϕM_n No LTB (lb-ft)	ϕM_n Cb=1 (lb-ft)
Major Bending	1772799.77	2126666.67	2126666.67	2126666.67
Minor Bending	0	366375		

Shear Design

	V_u Force (lb)	ϕV_n Capacity (lb)	Stress Ratio
Major Shear	216179.24	497310	0.435
Minor Shear	0	737100	0

End Reaction Major Shear Forces

Left End Reaction (lb)	Load Combo	Right End Reaction (lb)	Load Combo
282230.01	1.4D+RSA+L	285973.55	1.4D+RSA+L