



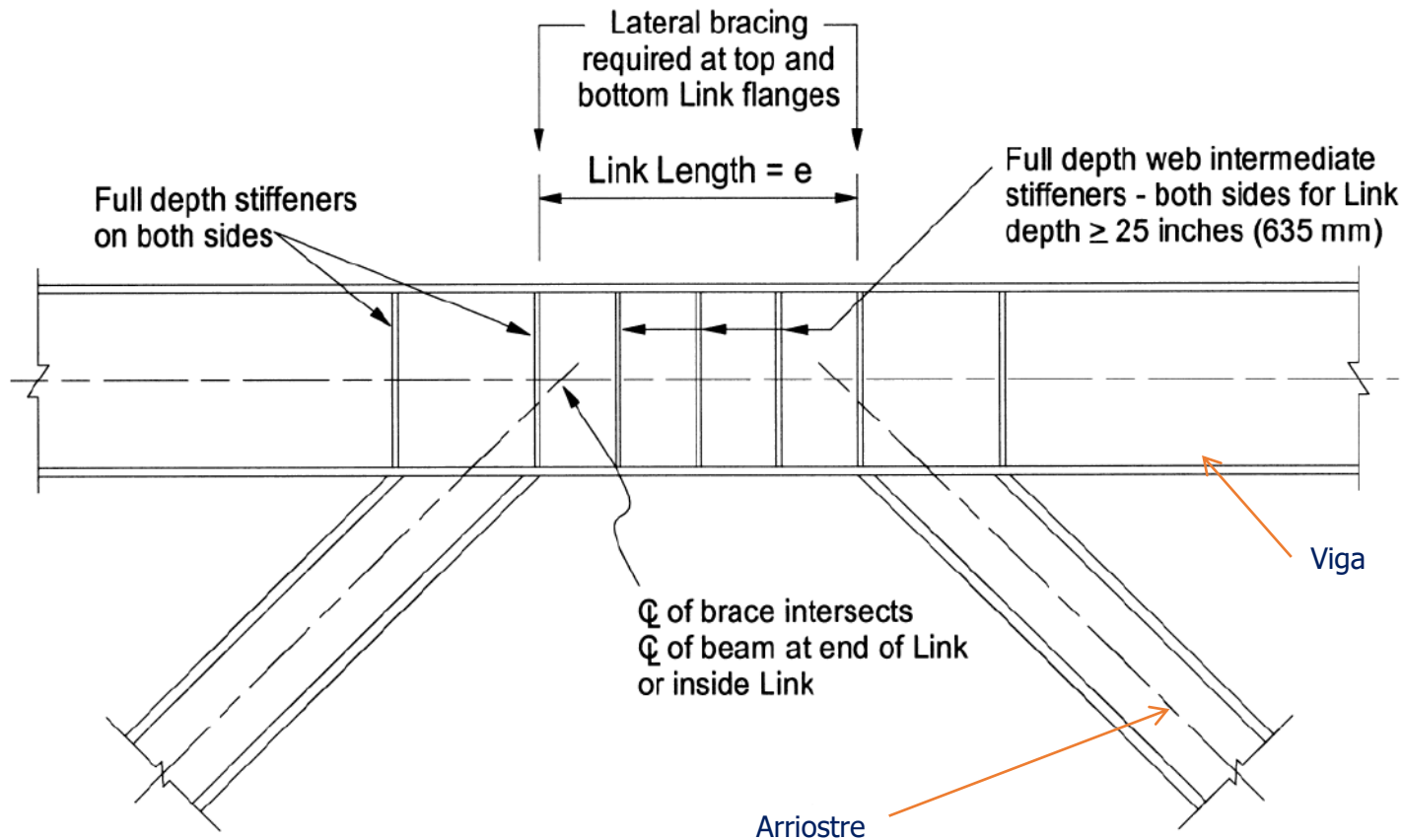
E-SLIDE #3

Diagonales Excéntricas

Diseño Sísmico en acero

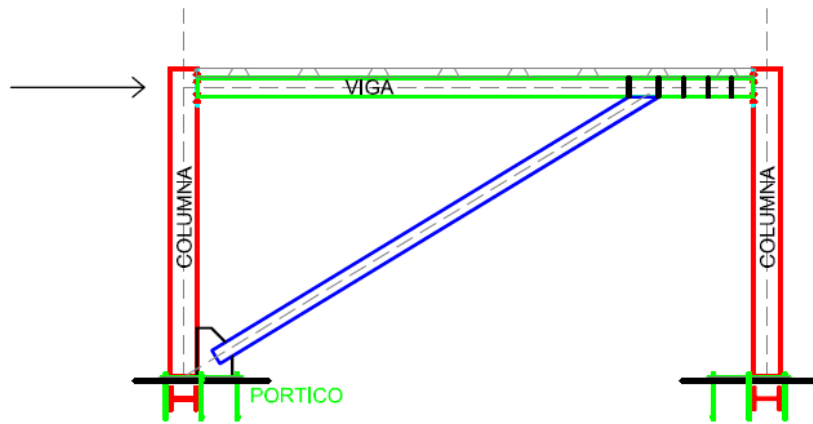
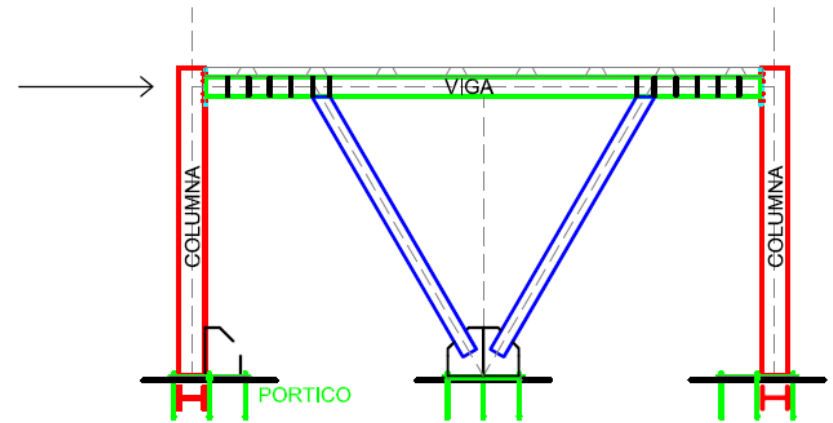
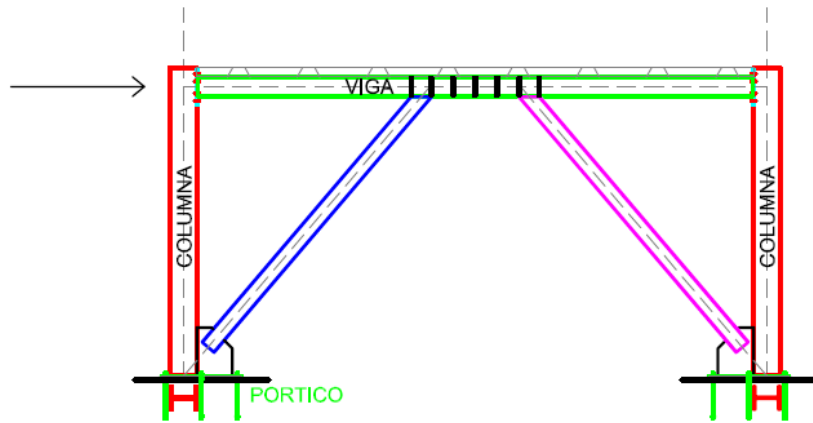
Obtenla en: www.ingangelmanrique.com/descargas.html

MARCOS RÍGIDOS CON ARRIOSTRAMIENTOS EXCÉNTRICOS



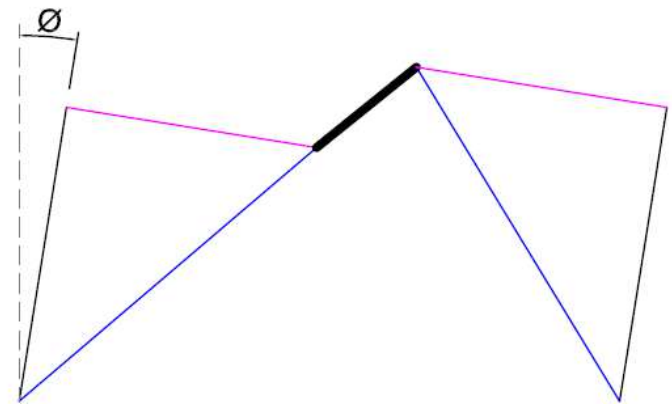
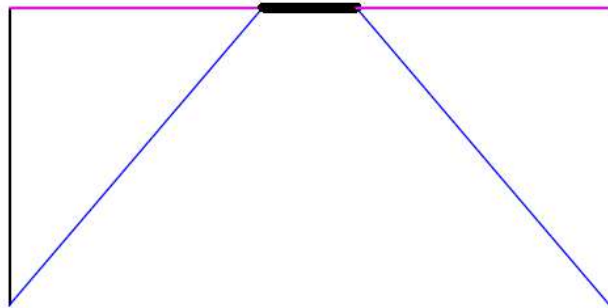
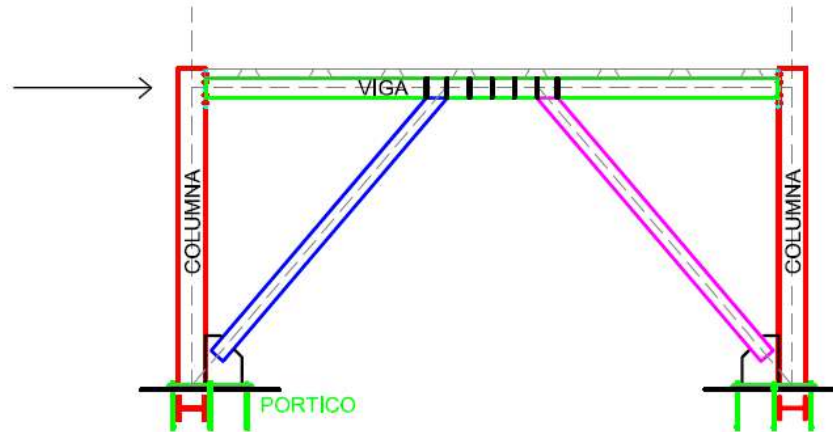
ARRIOSTRAMIENTOS EXCÉNTRICOS

Configuraciones geométricas de los arriostramientos



ARRIOSTRAMIENTOS EXCÉNTRICOS

Comportamiento de sistemas con diagonales excéntricas



ARRIOSTRAMIENTOS EXCÉNTRICOS

Limitaciones geométricas del elemento eslabón (link)

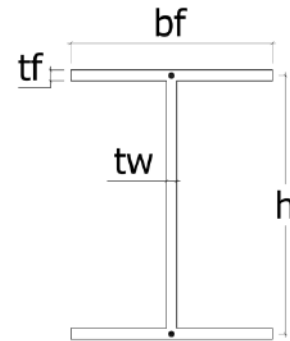
Según Capítulo 15, sección 15.2a de AISC341-2010.

Elementos no Atiesados ALAS de Viga

$$b/t < 0.30 \sqrt{E/F_y}$$

Elementos Atiesados ALMA de Viga

$$b/t < 2.45 \sqrt{E/F_y}$$



ARRIOSTRAMIENTOS EXCÉNTRICOS

Limitaciones para el diseño en vigas y columnas

TABLE I-8-1 Limiting Width-Thickness Ratios for Compression Elements		
Description of Element	Width-Thickness Ratio	Limiting Width-Thickness Ratios
		λ_{ps} (seismically compact)
Unstiffened Elements	Flexure in flanges of rolled or built-up I-shaped sections [a], [c], [e], [g], [h]	$0.30 \sqrt{E/F_y}$
	Uniform compression in flanges of rolled or built-up I-shaped sections [b], [h]	$0.30 \sqrt{E/F_y}$
	Uniform compression in flanges of rolled or built-up I-shaped sections [d]	$0.38 \sqrt{E/F_y}$
	Uniform compression in flanges of channels, outstanding legs of pairs of angles in continuous contact, and braces [c], [g]	$0.30 \sqrt{E/F_y}$
	Uniform compression in flanges of H-pile sections	$0.45 \sqrt{E/F_y}$
	Flat bars [f]	2.5
	Uniform compression in legs of single angles, legs of double angle members with separators, or flanges of tees [g]	$0.30 \sqrt{E/F_y}$
	Uniform compression in stems of tees [g]	$0.30 \sqrt{E/F_y}$

ARRIOSTRAMIENTOS EXCÉNTRICOS

Limitaciones para el diseño en vigas y columnas

TABLE I-8-1 (cont.) Limiting Width-Thickness Ratios for Compression Elements		
Description of Element	Width-Thickness Ratio	Limiting Width-Thickness Ratios
		λ_{ps} (seismically compact)
Webs in flexural compression in beams in SMF, Section 9, unless noted otherwise	h/t_w	$2.45 \sqrt{E/F_y}$
Stiffened Elements Webs in flexural compression or combined flexure and axial compression [a], [c], [g], [h], [i], [j]	h/t_w	for $C_a \leq 0.125$ [k] $3.14 \sqrt{\frac{E}{F_y}} (1 - 1.54 C_a)$
		for $C_a > 0.125$ [k] $1.12 \sqrt{\frac{E}{F_y}} (2.33 - C_a) \geq 1.49 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
Round HSS in axial and/or flexural compression [c], [g]	D/t	$0.044 E/F_y$
Rectangular HSS in axial and/or flexural compression [c], [g]	b/t or h/t_w	$0.64 \sqrt{E/F_y}$
Webs of H-Pile sections	h/t_w	$0.94 \sqrt{E/F_y}$

ARRIOSTRAMIENTOS EXCÉNTRICOS

Limitaciones para el diseño de las vigas y Columnas

Según Capítulo 13, sección 13.2d de AISC341-2010.

Elementos no Atiesados ALAS de Arriostre

$$b/t < 0.30 \sqrt{E/F_y}$$

Elementos Atiesados ALMA de Columnas

$$C_a \leq 0.125$$

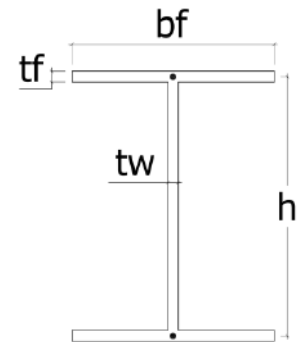
$$C_a > 0.125$$

$$b/t < 3.14 \sqrt{\frac{E}{F_y}} (1 - 1.54 C_a) \quad b/t < 1.12 \sqrt{\frac{E}{F_y}} (2.33 - C_a) \geq 1.49 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$C_a = \frac{P_u}{\phi_b P_y}$$

P_u , Fuerza de compresión axial requerida

P_y , Fuerza de cedencia axial requerida



ARRIOSTRAMIENTOS EXCÉNTRICOS

Fuerzas de cortante en el elemento eslabón (Link)

Según Capítulo 15, sección 15.2b de AISC341-2010.

La fuerza de corte que resiste el elemento eslabón se determina como la menor de las siguientes ecuaciones:

$$V_n = V_p = 0.6F_y A_w \quad V_n = 2M_p/e$$

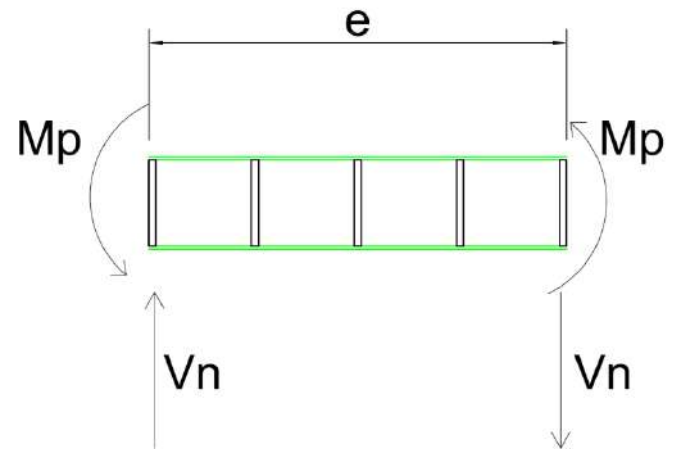
$$\phi_v = 0.90$$

Donde:

e = Longitud del elemento eslabón

$$A_w = (d - 2t_f)t_w$$

$$M_p = F_y Z$$



ARRIOSTRAMIENTOS EXCÉNTRICOS

Fuerzas de cortante en el elemento eslabón (Link) Efecto de la Compresión axial

Según Capítulo 15, sección 15.2b de AISC341-2010.

Se debe considerar el efecto de la fuerza axial en el elemento eslabón cuando en el mismo la fuerza axial actuante proveniente del análisis es mayor al 15 % de fuerza axial nominal de calculo.

$$P_u > 0.15P_y$$

De ser este el caso se debe determinar la capacidad a corte y la longitud mínima del elemento eslabón como se indica en la sección 15.2b(1) y 15.2b(2)

ARRIOSTRAMIENTOS EXCÉNTRICOS

Fuerzas de cortante en el elemento eslabón (Link) Efecto de la Compresión axial

Según Capítulo 15, sección 15.2b(1) de AISC341-2010.

La fuerza de corte que resiste el elemento eslabón se determina como la menor de las siguientes ecuaciones:

$$V_n = V_{pa} = V_p \sqrt{1 - (P_r/P_c)^2} \quad V_n = 2Mpa/e$$
$$\phi_v = 0.90$$

Donde:

e = Longitud del elemento eslabón

$P_r = P_u$

$P_c = P_y$

$$M_{pa} = 1.18M_p \left[1 - (P_r/P_c) \right]$$

ARRIOSTRAMIENTOS EXCÉNTRICOS

Fuerzas de cortante en el elemento eslabón (Link) Efecto de la Compresión axial

Según Capítulo 15, sección 15.2b(2) de AISC341-2010.

La longitud del elemento eslabón no debe exceder el menor de los siguientes valores:

a) si, $\rho' (A_w/A_g) \geq 0.3$

$$e = [1.15 - 0.5\rho'(A_w/A_g)]1.6M_p/V_p$$

b) si, $\rho'(A_w/A_g) < 0.3$

$$e = 1.6 M_p/V_p$$

Donde:

e = Longitud del elemento eslabón

$V_r = V_u$

$A_w = (d - 2t_f)t_w$

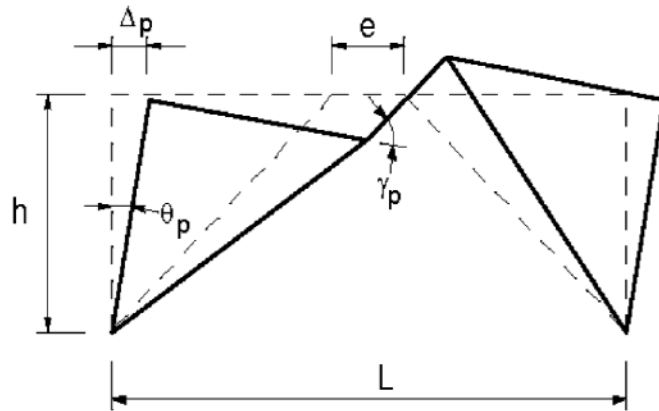
$\rho' = P_r/V_r$

ARRIOSTRAMIENTOS EXCÉNTRICOS

Angulo de rotación del elemento eslabón (link)

Según Capítulo 15, sección 15.2c de AISC341-2010.

El ángulo de rotación del elemento eslabón, es el giro en el rango inelástico que experimenta el link respecto a la viga cuando el sistema estructural experimenta la deriva máxima θ_p



$$\gamma_p = \frac{L}{e} \theta_p$$

Valores Máximos de γ_p

0.08 radianes para: $e \leq 1.6 \text{ Mp/Vp}$

0.02 radianes para: $e \leq 2.6 \text{ Mp/Vp}$

Interpolación Lineal para valores intermedios de e:

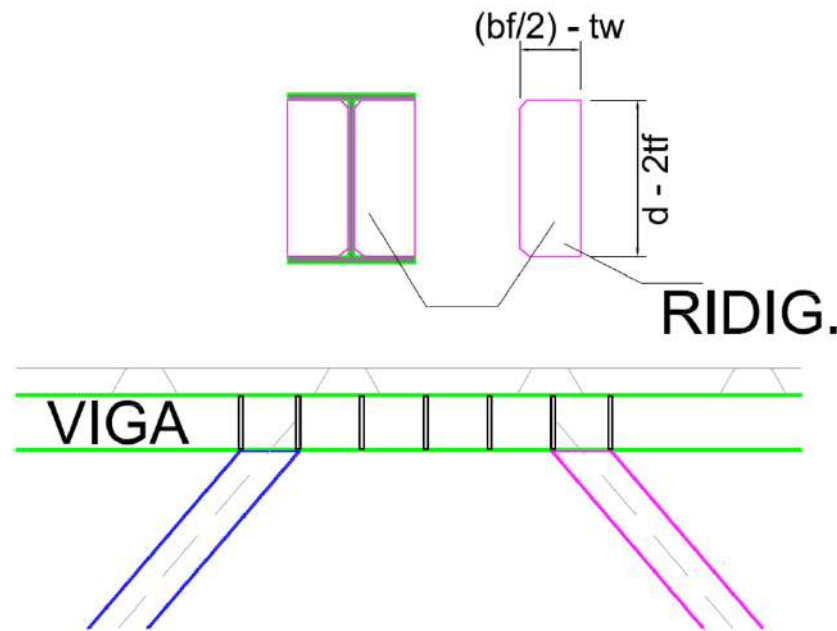
$1.6 \text{ Mp/Vp} < e < 2.6 \text{ Mp/Vp}$

ARRIOSTRAMIENTOS EXCÉNTRICOS

Ridigizadores en el elemento eslabón (Geometría)

Según Capítulo 15, sección 15.3 de AISC341-2010.

En el elemento eslabón deben colocarse ridigizadores que abarquen la altura total del mismo y además el ancho total del ala del eslabón. El espesor de estos ridigizadores deber ser el mayor valor entre $0.75t_w$ ó 10 mm.



ARRIOSTRAMIENTOS EXCÉNTRICOS

Ridigizadores en el elemento eslabón (Espaciamiento)

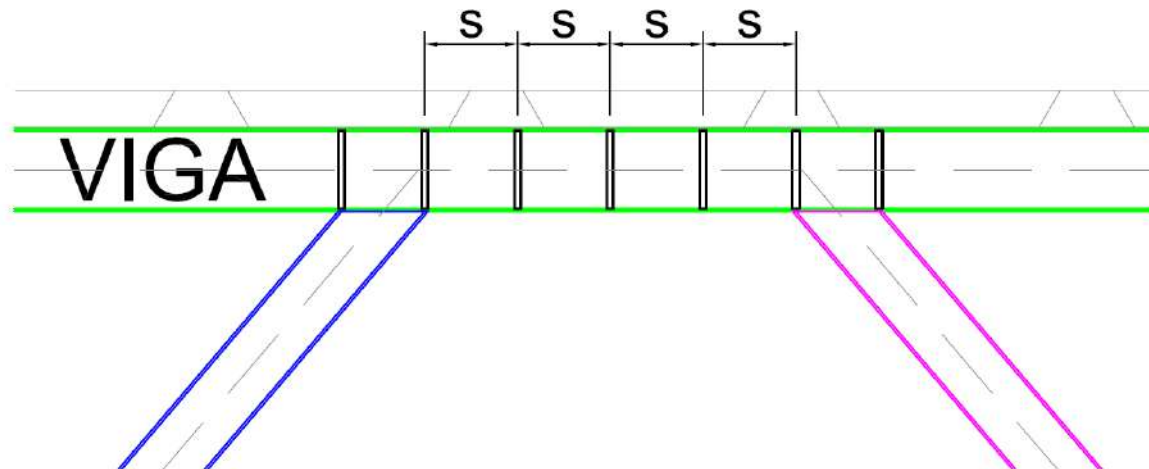
Según Capítulo 15, sección 15.3a de AISC341-2010.

Si, $e \leq 1.6M_p/V_p$ Entonces la separación máxima de los ridigizadores debe ser la siguiente:

$S = 30tw - d/5$ si, $\gamma_p = 0.08$ radianes

$S = 52tw - d/5$ para $\gamma_p = 0.02$ radianes

interpolar para $0.02 < \gamma_p < 0.08$ radianes

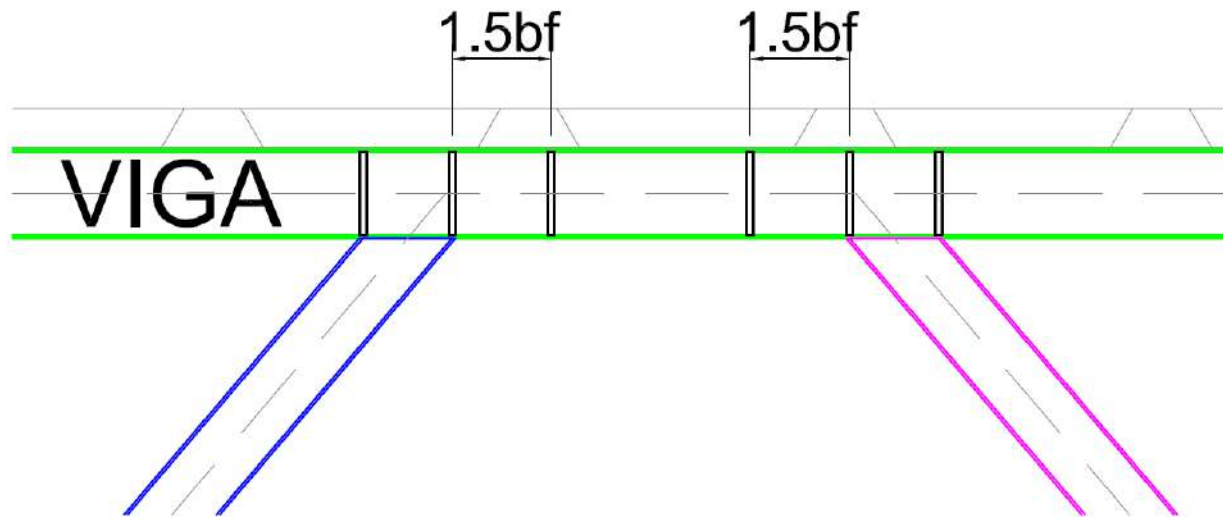


ARRIOSTRAMIENTOS EXCÉNTRICOS

Ridigizadores en el elemento eslabón (Espaciamiento)

Según Capítulo 15, sección 15.3b de AISC341-2010.

Si, $2.6M_p/V_p < e < 5M_p/V_p$ Entonces se debe colocar un ridigizador separado $1.5bf$ de cada extremo del elemento eslabón



ARRIOSTRAMIENTOS EXCÉNTRICOS

Ridigizadores en el elemento eslabón (Espaciamiento)

Según Capítulo 15, sección 15.3c 15.3d de AISC341-2010.

Si, $1.6M_p/V_p < e < 2.6M_p/V_p$ Se debe interpolar linealmente.

Si, $e > 5M_p/V_p$ No requiere Ridigizadores intermedios



ARRIOSTRAMIENTOS EXCÉNTRICOS

Arriostramiento lateral del elemento eslabón

Según Capítulo 15, sección 15.4 de AISC341-2010.

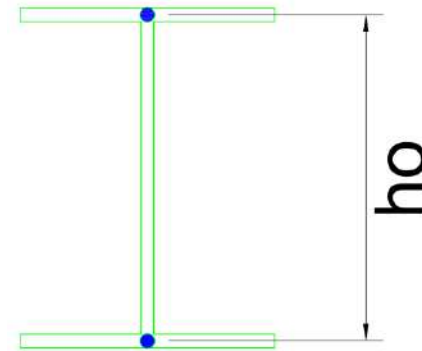
Se debe disponer un arriostramiento lateral en cada extremo del elemento eslabón, que restrinja el desplazamiento lateral tanto del ala superior como inferior.

Este arriostramiento además de satisfacer todas las sollicitaciones a flexión, este debe ser capaz de resistir una carga axial igual a:

$$P_b = 0.06 M_r / h_o$$

$$M_r = M_{u,exp} = R_y Z F_y$$

h_o = Distancia entre los centroides de las alas del eslabón.



ARRIOSTRAMIENTOS EXCÉNTRICOS

Resistencia de las diagonales y la viga fuera del elemento eslabón

Según Capítulo 15, sección 15.6 de AISC341-2010.

Sección 15.6a. La sollicitación combinada de fuerza normal y momentos en el arriostramiento diagonal será igual a las fuerza normal y momentos generados por la resistencia teórica al corte esperado en la viga eslabón multiplicado por 1.25 para tomar en cuenta las deformaciones por endurecimiento en la viga eslabón, es decir:

$$V_a = 1.25R_yV_n$$

Sección 15.6b. Para tomar en cuenta las deformaciones por endurecimiento, la sollicitaciones mayoradas en la viga colectora será por lo menos 1.1 veces las fuerzas generadas por la resistencia teórica al corte esperado, es decir:

$$V_v = 1.10R_yV_n$$

ARRIOSTRAMIENTOS EXCÉNTRICOS

Conexiones de las diagonales

Según Capítulo 15, sección 15.6c de AISC341-2010.

Las conexiones de los arriostramientos deben ser capaces de resistir las fuerzas de cortante originadas en el extremo de los arriostramiento, esta fuerza esta estipulada en la sección 15.6a. Además debe cumplir con los requerimientos estipulados en la sección 13.3c

$$V_a = 1.25R_yV_n$$

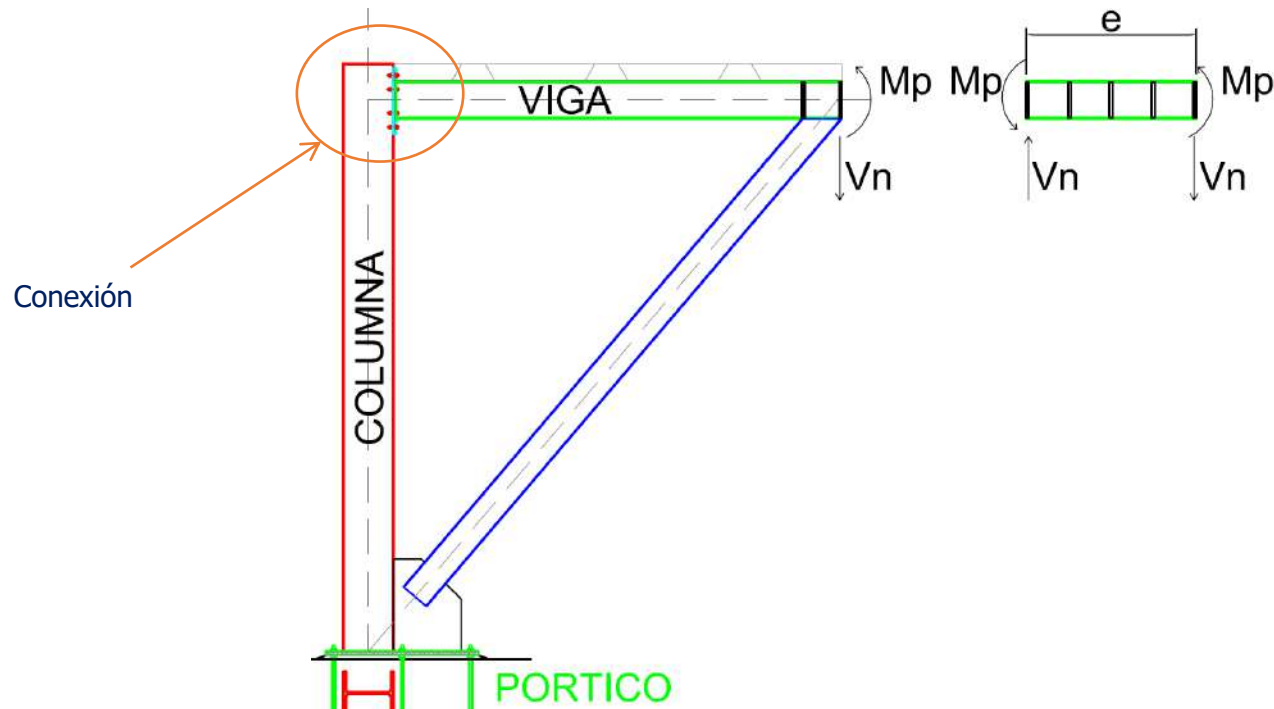
$$P_r < 1.1R_yP_n$$

ARRIOSTRAMIENTOS EXCÉNTRICOS

Conexiones viga columna

Según Capítulo 15, sección 15.7 de AISC341-2010.

Estas conexiones pueden diseñarse tanto a cortante simple como a momento. En caso de que los requerimientos sísmicos normativos indiquen que debe ser una conexión a momento, esta debe diseñarse según las condiciones estipuladas en las secciones 11.2 y 11.5.



ARRIOSTRAMIENTOS EXCÉNTRICOS

Resistencia requerida para las columnas

Según Capítulo 15, sección 15.8 de AISC341-2010.

Adicionalmente a los requisitos de la Sección 8.3, la sollicitación mayorada sobre las columnas se determinará para las combinaciones de diseño estipuladas en las normas de acciones sísmicas de cada región, excepto cuando los momentos y las fuerzas normales introducidas a la columna en la conexión de una viga eslabón o el arriostramiento no serán menores que las generadas por la resistencia teórica esperada de la viga eslabón, amplificadas por 1.1 para tomar en cuenta las deformaciones por endurecimiento. La resistencia teórica esperada en elemento eslabón es:

$$V = R_y V_n$$

V_n es determinado según la sección 15.2b

ARRIOSTRAMIENTOS EXCÉNTRICOS

Resistencia requerida para las columnas

Requerimientos Según Capítulo 8, sección 8.3 de AISC341-2010.

$$\text{Si, } \frac{P_u}{\phi_b P_y} > 0.4$$

(1) La sollicitación mayorada de compresión normal, en ausencia de cualquier momento aplicado, se determinara según las normas de acciones sísmicas de cada región.

(2) Las sollicitaciones mayoradas calculadas anteriormente no excederán ninguno de los siguientes valores:

- a. La máxima carga transferida a la columna considerando 1.1 R_y veces la resistencia teórica de la viga conectada o de los miembros de arriostramiento de la estructura.
- b. El valor límite determinado por la capacidad del sistema de fundación para resistir el levantamiento por volcamiento.