

CAPÍTULO D

DISEÑO DE MIEMBROS EN TRACCIÓN

Este capítulo abarca el diseño de miembros solicitados a tracción causados por fuerzas estáticas a lo largo de su eje central.

El capítulo está organizado de la siguiente manera:

- D1. Límites de Esbeltez
- D2 Resistencia en Tracción
- D3 Área Efectiva Neta
- D4 Miembros Armados
- D5 Miembros Conectados por Pasadores
- D6 Bielas

Nota: Para los casos que no se incluyen en este capítulo, aplican las siguientes secciones:

- B3.11 Miembros sometidos a *fatiga*.
- Capítulo H Miembros sometidos a combinación de tracción axial y flexión.
- J3 Barras con Hilo.
- J4.1 Elementos de conexión en tracción.
- J4.3 Resistencia de *ruptura de bloque de corte* en conexiones extremas de miembros en tracción.

D1. LÍMITES DE ESBELTEZ

No existe límite de esbeltez máxima para miembros en tracción.

Nota: Para miembros diseñados básicamente en tracción, la razón de esbeltez L/r es preferible que no exceda de 300. Esta sugerencia no se aplica a barras o colgadores en tracción.

D2. RESISTENCIA EN TRACCIÓN

La resistencia de diseño en tracción, $\phi_t P_n$, o la resistencia admisible en tracción, P_n/Ω_t , de miembros traccionados debe ser el menor valor obtenido de acuerdo con los estados límites de fluencia en tracción calculado en la sección bruta y ruptura en tracción calculado en la sección neta.

(a) Para fluencia en tracción en la sección bruta:

$$P_n = F_y A_g \quad (D2-1)$$

$$\phi_t = 0,90 \text{ (LRFD)} \quad \Omega_t = 1,67 \text{ (ASD)}$$

(b) Para ruptura en tracción en la sección neta:

$$P_n = F_u A_e \quad (D2-2)$$

$$\phi_t = 0,75 \text{ (LRFD)} \quad \Omega_t = 2,00 \text{ (ASD)}$$

Donde:

A_e = área neta efectiva, cm^2 (mm^2).

A_g = área bruta del miembro, cm^2 (mm^2).

F_y = tensión de fluencia mínima especificada, kgf/cm^2 (MPa).

F_u = tensión última mínima especificada, kgf/cm^2 (MPa).

Cuando miembros sin perforaciones están completamente conectados por soldadura, el área neta efectiva usada en la Ecuación D2-2 debe ser la definida en Sección D3. Cuando se presentan perforaciones en el miembro con conexiones soldadas en sus extremos, o en conexiones soldadas mediante soldadura de ranura o tapón, debe usarse el área neta efectiva a través de las perforaciones en la Ecuación D2-2.

D3. ÁREA NETA EFECTIVA

El área bruta, A_g , y el área neta, A_n , de elementos traccionados debe ser determinada de acuerdo con las disposiciones de Sección B4.3.

El área neta efectiva de los miembros traccionados debe ser determinado de la siguiente forma:

$$A_e = A_n U \quad (D3-1)$$

Donde U , el factor de corte diferido (*shear lag*), es determinado como se muestra en la Tabla D3.1.

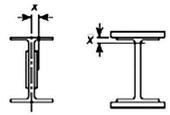
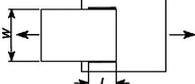
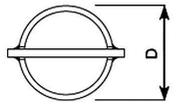
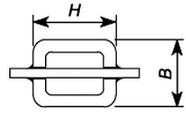
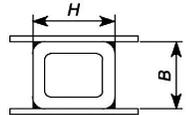
Para secciones transversales abiertas, tales como secciones W, M, S, C o HP, WTs, STs, y ángulos simples y dobles, el factor de corte diferido, U , no requiere ser menor que la razón entre el área bruta del elemento(s) conectado(s) y el área bruta del elemento. Esta disposición no se aplica en secciones cerradas, tales como HSS, ni en planchas.

Nota: Para planchas de empalme apernadas $A_e = A_n \leq 0,85A_g$, de acuerdo con Sección J4.1

D4. MIEMBROS ARMADOS

Para límites en el espaciamiento longitudinal de conectores entre elementos en contacto continuo consistentes en una plancha y un perfil o dos planchas, ver Sección J3.5.

Tanto las planchas de cubierta perforadas como planchas de asiento sin enlaces están permitidos para ser utilizados en los lados abiertos de miembros armados en tracción.

<p align="center">TABLA D3.1 Factor de Corte Diferido para Conexiones de Miembros en Tracción</p>				
Caso	Descripción del Miembro		Factor de Corte Diferido, U	Ejemplo
1	Todos los miembros en tracción donde la carga es transmitida directamente a cada uno de los elementos de la sección por conectores o soldaduras (excepto en los Casos 3, 4, 5 y 6)		$U = 1.0$	—
2	Todos los miembros en tracción, excepto las planchas y tubos, donde la carga es transmitida por sólo algunos de los elementos de la sección por conectores o soldaduras (Alternativamente, el Caso 7 puede ser utilizado para perfiles W, M, S y HP)		$U = 1 - \bar{x}/l$	
3	Todos los miembros en tracción donde la carga es transmitida por soldaduras transversales a sólo algunos elementos de la sección.		$U = 1.0$ y $A_n = \text{área de los elementos conectados directamente}$	—
4	Planchas donde la carga de tracción es transmitida solamente por soldaduras longitudinales.		$l \geq 2w \dots U = 1.0$ $2w > l \geq 1.5w \dots U = 0.87$ $1.5w > l \geq w \dots U = 0.75$	
5	Tubos redondos con sólo una plancha gusset concéntrica.		$l \geq 1.3D \dots U = 1.0$ $D \leq l < 1.3D \dots U = 1 - \bar{x}/l$ $\bar{x} = D/\pi$	
6	Tubo Rectangular	con sólo una plancha gusset concéntrica	$l \geq H \dots U = 1 - \bar{x}/l$ $\bar{x} = \frac{B^2 + 2BH}{4(B+H)}$	
		con dos placas gusset concéntricas	$l \geq H \dots U = 1 - \bar{x}/l$ $\bar{x} = \frac{B^2}{4(B+H)}$	
7	Perfiles W, M, S o HP, o T cortadas a partir de estos perfiles (Si U es calculado según Caso 2, se permite utilizar el mayor valor)	con ala conectada con 3 o más conectores por línea en la dirección de carga	$b_f \geq 2/3d \dots U = 0.90$ $b_f < 2/3d \dots U = 0.85$	—
		con alma conectada con 4 o más conectores en la dirección de carga	$U = 0.70$	—
8	Ángulos simples (Si U es calculado según Caso 2, se permite utilizar el mayor valor)	con 4 o más conectores por línea en la dirección de carga	$U = 0.80$	—
		con 2 o 3 conectores por línea en la dirección de carga	$U = 0.60$	—

l = longitud de conexión, cm (mm); w = ancho plancha, cm (mm); \bar{X} = excentricidad de conexión, cm (mm); B = ancho total del tubo rectangular, medido 90° respecto al plano de conexión, cm (mm); H = altura total del tubo rectangular, medido en el plano de conexión, cm (mm)

Planchas de asiento deben tener una longitud no menor que dos tercios de la distancia entre las líneas de soldadura o sujetadores conectándolas a los componentes del miembro. El espesor de tales planchas de asiento no debe ser menor que un quinto de la distancia entre éstas líneas. El espaciamiento longitudinal de soldaduras o sujetadores intermitentes en planchas de asiento no debe exceder de 15 cm (150 mm).

Nota: El espaciamiento longitudinal de conectores entre componentes, de preferencia, debería limitar la razón de esbeltez en cualquier componente entre conectores al valor de 300.

D5. MIEMBROS CONECTADOS POR PASADORES

1. Resistencia a Tracción

La resistencia de diseño en tracción, $\phi_t P_n$, o la resistencia admisible en tracción, P_n/Ω , de miembros conectados por pasadores, debe ser el menor valor determinado de acuerdo con los estados límites de rotura en tracción, rotura en corte, aplastamiento, y fluencia.

(a) Para rotura en tracción en el área neta efectiva será:

$$P_n = F_u(2tb_c) \quad (D5-1)$$

$$\phi_t = 0,75 \text{ (LRFD)} \quad \Omega_t = 2,00 \text{ (ASD)}$$

(b) Para rotura en corte en el área efectiva:

$$P_n = 0,6 F_u A_{sf} \quad (D5-2)$$

$$\phi_t = 0,75 \text{ (LRFD)} \quad \Omega_t = 2,00 \text{ (ASD)}$$

Donde

A_{sf} = área en la ruta de falla por corte = $2t(a + d/2)$, cm² (mm²).

a = distancia más corta desde el borde de la perforación del pasador hasta el borde del miembro medido paralelamente a la dirección de la fuerza, cm (mm).

b_c = $2t + 1,6$, cm (= $2t + 16$, mm) pero no más que la distancia actual entre el borde de la perforación hasta el borde de la parte medida en la dirección normal a la fuerza aplicada, cm (mm).

d = diámetro del pasador, cm (mm).

t = espesor de la plancha, cm (mm).

(c) Para aplastamiento en el área proyectada del pasador, ver Sección J7.

(d) Para fluencia en la sección bruta, usar Sección D2(a).

2. Requerimientos Dimensionales

La perforación del pasador debe estar localizada a media distancia entre los bordes del miembro en la dirección normal a la fuerza aplicada. Cuando se espera que el pasador permita el movimiento relativo entre las partes conectadas bajo máxima carga, el diámetro de la perforación del pasador no debe ser 1 mm más grande que el diámetro del pasador.

El ancho de la plancha donde se encuentra la perforación del pasador no debe ser menor que $2b_e + d$. La mínima extensión, a , más allá del extremo sometido a aplastamiento de la perforación del pasador, paralelo al eje del miembro, no debe ser menor que $1,33b_e$.

Las esquinas más allá de la perforación del pasador están permitidas de ser cortadas en 45° al eje del miembro, siempre que el área neta más allá de la perforación del pasador, en un plano perpendicular al corte, no sea menor que la requerida más allá de la perforación del pasador paralelo al eje del miembro.

D6. BIELAS

1. Resistencia en Tracción

La resistencia disponible en tracción de bielas debe ser determinada de acuerdo con la Sección D2, con A_g tomado como el área de la sección del cuerpo.

Para propósitos de cálculo, el ancho del cuerpo de las bielas no debe exceder 8 veces su espesor.

2. Requerimientos Dimensionales

Bielas deben ser de espesor uniforme, sin refuerzo en las perforaciones de pasadores, y con una cabeza circular con la periferia concéntrica a la perforación del pasador.

El radio de transición entre la cabeza circular y el cuerpo del biela no debe ser menor que el diámetro de la cabeza.

El diámetro del pasador no debe ser menor que $7/8$ veces el ancho del cuerpo de la biela, y el diámetro de la perforación del pasador no debe ser 1 mm mayor que el diámetro del pasador.

Para aceros que poseen F_y mayores que 4950 kgf/cm^2 (485 MPa), del diámetro de la perforación no debe exceder cinco veces el espesor de plancha, y el ancho del cuerpo de la biela debe ser reducido de acuerdo con esto.

Un espesor de menos de 12 mm es permitido solamente si son provistas tuercas extremas para fijar planchas de pasador y planchas de relleno en zonas de contacto estrecho. El ancho desde el borde de la perforación hasta el borde de la plancha perpendicular en la dirección de la carga aplicada debe ser mayor que dos tercios del cuerpo de la biela, y, para propósitos de cálculo, no mayor que tres cuartas veces el ancho del cuerpo de la biela.