

r_r = radio de giro de la aleta a compresión más 1/3 de la porción comprimida del alma, mm

(b) Para el estado límite de pandeo local de la aleta

$$\lambda = \frac{b_f}{2t_f} \quad (\text{F.2-150})$$

$$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{F_{yf}}} \quad (\text{F.2-151})$$

$$\lambda_r = \frac{600}{\sqrt{F_{yf}/k_c}} \quad (\text{F.2-152})$$

$$C_{PG} = 180700 k_c \quad (\text{F.2-153})$$

$$C_b = 1.0$$

donde $k_c = 4/\sqrt{h/t_w}$ y $0.35 \leq k_c \leq 0.763$

El estado límite de pandeo local del alma en flexión no es aplicable.

F.2.17.3 - RESISTENCIA DE DISEÑO A CORTANTE CON ACCION DEL CAMPO DE TENSION - La resistencia de diseño al cortante será $\phi_v V_n$, kg, en donde $\phi_v = 0.90$ y V_n se calcula como sigue:

$$\text{Para } \frac{h}{t_w} \leq 490 \sqrt{\frac{k_v}{F_{yw}}}$$

$$V_n = 0.6 A_w F_{yw} \quad (\text{F.2-154})$$

$$\text{Para } \frac{h}{t_w} > 490 \sqrt{\frac{k_v}{F_{yw}}}$$

$$V_n = 0.6 A_w F_{yw} \left[C_v + \frac{1 - C_v}{1.15 \sqrt{1 + (a/h)^2}} \right] \quad (\text{F.2-155})$$

en donde

C_v = relación del esfuerzo "crítico" del alma según la teoría de pandeo lineal y el esfuerzo de fluencia por cortante del material del alma

Véanse también F 2 17 4 y F.2.17.5.

Para los tableros extremos de vigas ensambladas no híbridas, para todos los tableros en vigas híbridas y de alma acartelada y cuando a/h exceda 3.0 o $[260/(h/t_w)]^2$, no se permite la acción de campo de tensión y

$$V_n = 0.6 A_w F_{yw} C_v \quad (\text{F.2-156})$$

El coeficiente de pandeo del alma k_v está dado por la expresión

$$k_v = 5 + \frac{5}{(a/h)^2} \quad (\text{F.2-157})$$

excepto que k_v se tomará como 5.0 si a/h excede 3.0 o $[260/(h/t_w)]^2$. El coeficiente por cortante, C_v , se calcula así:

Para $490\sqrt{k_v/F_{yw}} \leq h/t_w \leq 615\sqrt{k_v/F_{yw}}$

$$C_v = \frac{490\sqrt{k_v/F_{yw}}}{h/t_w} \quad (\text{F.2-158})$$

Para $h/t_w > 615\sqrt{k_v/F_{yw}}$:

$$C_v = \frac{304000 k_v}{(h/t_w)^2 F_{yw}} \quad (\text{F.2-159})$$

F.2.17.4 - RIGIDIZADORES TRANSVERSALES - No se requieren rigidizadores transversales en vigas ensambladas cuando $h/t_w \leq 1100/\sqrt{F_{yw}}$, o cuando el cortante requerido, V_u , calculado mediante el análisis estructural con las cargas mayoradas, es menor o igual a $0.6\phi_v A_w F_{yw} C_v$, donde C_v se determina para $k_v=5$ y $\phi_v=0.90$. Se pueden requerir rigidizadores en ciertas partes de una viga ensamblada para desarrollar el cortante que se requiere o para satisfacer las limitaciones dadas en F.2.17.1. Los rigidizadores transversales deberán satisfacer los requisitos de F.2.16.2.2

El área del rigidizador, A_{rt} , cuando se diseña considerando la acción del campo tensionado no deberá ser menor que

$$\frac{F_{yw}}{F_{yst}} \left[0.15Dht_w(t - C_v) \frac{V_u}{\phi_v V_n} - 18t_w^2 \right] \geq 0 \quad (\text{F.2-160})$$

en donde

F_{rt} = esfuerzo de fluencia especificado para el material del rigidizador, MPa

D = 1 para rigidizadores dobles
 = 1.8 para rigidizadores sencillos en ángulos
 = 2.4 para rigidizadores sencillos en platina

C_v y V_n se definen en F.2.17.3. " V_u " es la resistencia al corte requerida en el lugar del rigidizador.

F.2.17.5 - INTERACCION FLEXION-CORTANTE - Para $0.6\phi V_n \leq V_u \leq \phi V_n$ ($\phi = 0.90$) y $0.75\phi M_n \leq M_u \leq \phi M_n$ ($\phi = 0.90$), las vigas ensambladas con almas diseñadas para la acción del campo tensionado deberán satisfacer adicionalmente los criterios de interacción flexión-cortante.

$$\frac{M_u}{\phi M_n} + 0.625 \frac{V_u}{\phi V_n} \leq 1.375 \quad (\text{F.2-161})$$

en donde

M_n = es la resistencia nominal de diseño a la flexión de las vigas ensambladas según F.2.17.2 o F.2.6.1

ϕ = 0.90

V_n = es la resistencia nominal de diseño al corte según F.2.17.3

F.2.18 - MIEMBROS SOLICITADOS POR TORSION Y FUERZAS COMBINADAS

Esta sección suministra ecuaciones alternas de interacción para miembros de sección en I con $b_f/d \leq 1.0$ cargados biaxialmente y miembros en cajón

F.2.18.1 - ECUACIONES ALTERNAS DE INTERACCION PARA MIEMBROS SOLICITADOS POR ESFUERZOS COMBINADOS - Las siguientes ecuaciones de interacción pueden usarse en lugar de las ecuaciones F.2-46 y F 2-47, para los miembros en forma de I con $b_f/d \leq 1.0$ y flexión biaxial y en forma de cajón, empleados en estructuras arriostradas únicamente. Se deben satisfacer las siguientes dos ecuaciones:

$$\left[\frac{M_{ux}}{\phi_b M'_{px}} \right]^{\zeta} + \left[\frac{M_{uy}}{\phi_b M'_{py}} \right]^{\zeta} \leq 1.0 \quad (\text{F.2-162})$$

$$\left[\frac{C_{mx} M_{ux}}{\phi_b M'_{ux}} \right]^{\eta} + \left[\frac{C_{my} M_{uy}}{\phi_b M'_{uy}} \right]^{\eta} \leq 1.0 \quad (\text{F.2-163})$$

Los términos de las anteriores ecuaciones se determinan así:

(a) Para miembros en forma de I:

Para $b_f/d < 0.5$:

$$\zeta = 1.0$$

Para $0.5 \leq b_f/d \leq 1.0$:

$$\zeta = 1.6 - \frac{P_u/P_y}{2 \left[\ln(P_u/P_y) \right]} \quad (\text{F.2-164})$$

Para $b_f/d < 0.3$:

$$\eta = 1.0$$

Para $0.3 \leq b_f/d \leq 1.0$:

$$\eta = 0.4 + \frac{P_u}{P_y} + \frac{b_f}{d} \geq 1.0 \quad (\text{F.2-165})$$

en donde:

b_f = ancho de la aleta, mm

d = altura del miembro, mm

C_m = coeficiente aplicado al término de flexión en la ecuación de interacción para miembros prismáticos y dependiente de la curvatura de la columna causada por los momentos aplicados, véase F.2.3.1.

$$M'_{px} = 1.2M_{px} \left[1 - \frac{P_u}{P_y} \right] \leq M_{px} \quad (\text{F.2-166})$$

$$M'_{py} = 1.2M_{py} \left[1 - \left(\frac{P_u}{P_y} \right)^2 \right] \leq M_{py} \quad (\text{F.2-167})$$

$$M'_{nx} = M_{nx} \left[1 - \frac{P_u}{\phi_c P_n} \right] \left[1 - \frac{P_u}{P_{ex}} \right] \quad (F.2-168)$$

$$M'_{ny} = M_{ny} \left[1 - \frac{P_u}{\phi_c P_n} \right] \left[1 - \frac{P_u}{P_{ey}} \right] \quad (F.2-169)$$

(b) Para miembros con sección en cajón:

$$\zeta = 1.7 - \frac{P_u/P_y}{\ln(P_u/P_y)} \quad (F.2-170)$$

$$\eta = 1.7 - \frac{P_u/P_y}{\ln(P_u/P_y)} - a\lambda_x \left(\frac{P_u}{P_y} \right)^b > 1.1 \quad (F.2-171)$$

Para $P_u/P_y \leq 0.4$, $a = 0.06$ y $b = 1.0$

Para $P_u/P_y > 0.4$, $a = 0.15$ y $b = 2.0$

$$M'_{px} = 1.2M_{px} \left[1 - \frac{P_u}{P_y} \right] \leq M_{px} \quad (F.2-172)$$

$$M'_{py} = 1.2M_{py} \left[1 - \frac{P_u}{P_y} \right] \leq M_{py} \quad (F.2-173)$$

$$M'_{nx} = M_{nx} \left[1 - \frac{P_u}{\phi_c P_n} \right] \left[1 - \frac{P_u}{P_{ex}} \frac{1.25}{(B/H)^{1/3}} \right] \quad (F.2-174)$$

$$M'_{ny} = M_{ny} \left[1 - \frac{P_u}{\phi_c P_n} \right] \left[1 - \frac{P_u}{P_{ey}} \frac{1.25}{(B/H)^{1/2}} \right] \quad (F.2-175)$$

en donde,

P_n = resistencia nominal a la compresión determinada según F.2.5.2, N

P_u = resistencia axial requerida, N

P_y = resistencia de fluencia por compresión $A_g F_y$, N

ϕ_b = coeficiente de resistencia por flexión = 0.90

ϕ_c = coeficiente de resistencia por compresión = 0.85

P_e = carga que produce pandeo según Euler

$$= \frac{A_g F_y}{\lambda_c^2}$$

en donde:

λ_c = es el parámetro de esbeltez de la columna definido por la fórmula F.2-20, N

M_u = momento de flexión requerido, N-mm

M_n = resistencia nominal de diseño a la flexión, calculada según F.2.6.1, N-mm

M_p = momento plástico, $\leq 1.5F_y S$, N-mm.

B = ancho exterior de la sección en cajón, paralelo al mayor eje principal, x, mm

H = altura exterior de la sección en cajón, perpendicular al mayor eje principal, x, mm

F.2.19 - CONEXIONES, UNIONES Y PASADORES

El numeral F.2 19 1 brinda una resistencia de diseño alternativa para soldaduras de filete. El numeral F.2.19.2 atañe al diseño de conexiones por fricción usando cargas mayoradas

F.2.19.1 - SOLDADURAS

F.2.19.1.1 - Resistencia de diseño - En lugar de la resistencia de diseño constante para soldaduras de filete dada en la tabla F 2.7 se permite usar el siguiente procedimiento

(a) La resistencia de diseño de un grupo de soldaduras lineal cargado en su plano a través de su centro de gravedad es $\phi F_w A_w$:

$$F_w = 0.60F_{\text{cex}} \left(1.0 + 0.50 \text{sen}^{1.5} \theta \right)$$

en donde:

ϕ = 0.75

F_w = esfuerzo nominal, MPa

F_{cex} = número de clasificación del electrodo, esto es, resistencia mínima especificada, MPa

θ = ángulo de la carga medido desde el eje longitudinal de la soldadura, grados

A_w = área efectiva de la garganta de la soldadura, mm²

(b) La resistencia de diseño de elementos de soldadura ubicados dentro de un grupo de soldadura que está cargado en su plano y se analizó siguiendo un método de centro de rotación instantáneo para mantener la compatibilidad de deformaciones y comportamiento no lineal de deformación para la carga de soldaduras cargadas con ángulo variable es $\phi F_{wx} A_w$ y $\phi F_{wy} A_w$.

en donde.

$F_{wx} = \sum F_{wix}$

$F_{wy} = \sum F_{wiy}$

$F_{wi} = 0.60F_{\text{cex}} \left(1.0 + 0.50 \text{sen}^{1.5} \theta \right) f(p)$

$f(p) = [p(1.9 - 0.9p)]^{0.3}$

$\phi = 0.75$

F_{wi} = esfuerzo nominal en cualquier i-ésimo elemento, MPa

F_{wix} = componente en x del esfuerzo F_{wi}

F_{wiy} = componente en y del esfuerzo F_{wi}

$p = \Delta_i / \Delta_m$, relación entre la deformación de un elemento i y su deformación ante el esfuerzo máximo

$\Delta_m = 0.209(\theta + 2)^{-0.32} D$, deformación del elemento de soldadura con el esfuerzo máximo, mm

Δ_i = deformación de los elementos de soldadura con niveles intermedios de esfuerzos, linealmente proporcional a la deformación crítica con base en la distancia desde el centro instantáneo de rotación (r_i), mm

$$\frac{r_i \Delta_u}{r_{\text{crit}}}$$

- Δ_u = $1.087(\theta + 6)^{-0.65} D \leq 0.17D$, deformación de un elemento de soldadura sometido al esfuerzo último (rotura), generalmente en el elemento más distante del centro instantáneo de rotación, mm
- D = tamaño del lado de una soldadura de filete, mm
- r_{crit} = distancia desde el centro instantáneo de rotación hasta el elemento de soldadura con la relación Δ_u/r_i mínima

F.2.19.2 - PERNOS Y ELEMENTOS ROSCADOS

F.2.19.2.1 - Pernos de alta resistencia en conexiones por fricción

(a) Conexiones por fricción diseñadas con cargas mayoradas - Se permite proporcionar las conexiones por fricción para cargas mayoradas. La resistencia a la fricción de diseño que se usará con cargas mayoradas, ϕR_{str} , deberá ser mayor o igual que la fuerza requerida debida a las cargas mayoradas, en donde:

$$R_{str} = 1.13\mu T_m N_b N_s \quad (F.2-176)$$

en donde.

T_m = tensión mínima del conector dada en la tabla F.2.8, MPa

N_b = número de pernos en la unión

N_s = número de planos de fricción

μ = coeficiente medio de fricción para superficies clase A, B o C, el que sea aplicable o determinado mediante ensayos

- Para superficies Clase A (superficies de acero libres de escamas de laminación sin pintar o superficies de acero limpiado con chorro con un recubrimiento Clase A), $\mu = 0.33$.
- Para superficies Clase B (superficies de acero limpiado con chorro sin pintar o superficies de acero limpiado con chorro con un recubrimiento Clase B), $\mu = 0.50$.
- Para superficies Clase C (superficies galvanizadas por inmersión en caliente y superficies ásperas), $\mu = 0.40$

ϕ = coeficiente de resistencia

- Para agujeros estándar, $\phi = 1.0$
- Para agujeros agrandados y de ranura corta, $\phi = 0.85$
- Para agujeros de ranura larga transversales a la dirección de la carga, $\phi = 0.70$
- Para agujeros de ranura larga paralelos a la dirección de la carga, $\phi = 0.60$

F.2.19.2.2 - Tensión y corte combinados en conexiones por fricción

(a) Conexiones por fricción diseñadas con cargas mayoradas - Cuando se usen cargas mayoradas para el diseño de conexiones por fricción sujetas a una tensión T que reduzca la fuerza neta de atenazamiento la resistencia por fricción ϕR_{str} , de acuerdo con F.2.19.2.1 deberá multiplicarse por el siguiente factor en el cual T_u es la resistencia a tensión requerida bajo cargas mayoradas:

$$\left[\frac{1 - T_u}{1.13T_m N_b} \right] \quad (F.2-177)$$

F.2.20 - CONSIDERACIONES SOBRE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

F.2.20.1 - EMPOZAMIENTO DE AGUA - Las estipulaciones de este numeral pueden utilizarse cuando se necesita un cálculo más exacto de la rigidez de la estructura de una cubierta plana que aquel dado en F.2.11.2 para el cual $C_p + 0.9C_s \leq 0.25$.

Para cualquier combinación de estructura primaria y secundaria, el índice del esfuerzo se calcula como

$$U_p = \left[\frac{F_y - f_o}{f_o} \right]_p \text{ para el miembro principal} \quad (\text{F.2-178})$$

$$U_s = \left[\frac{F_y - f_o}{f_o} \right]_s \text{ para el miembro secundario} \quad (\text{F.2-179})$$

en donde:

f_o = el esfuerzo debido a 1.2D+1.2R (D = carga muerta nominal, R = carga nominal debida al agua lluvia o al granizo excluyendo la contribución del empozamiento de agua)*

Al nivel del índice de esfuerzo, U_p , calculado para las vigas principales, entre a la figura F.2-1, desplácese horizontalmente hasta el valor, C_p , calculado para las vigas secundarias y luego verticalmente hacia abajo hasta el eje de las abcisas. La rigidez combinada de los miembros principales y secundarios de la estructura es suficiente para evitar el empozamiento de agua si la constante de flexibilidad determinada en la abcisa es mayor que el valor, C_p , calculado para el miembro primario dado. De lo contrario se requiere una viga principal o una secundaria más rígida o una combinación de las dos. De lo anterior

$$C_p = \frac{500 L_s L_p^4}{I_p} \quad (\text{F.2-180})$$

$$C_p = \frac{500 S L_p^4}{I_s} \quad (\text{F.2-181})$$

en donde:

- L_p = espaciamiento entre columnas en dirección de la viga (longitud de los miembros principales), m
- L_s = espaciamiento entre columnas perpendicular a la viga (longitud de los miembros secundarios), m
- S = espaciamiento entre miembros secundarios, m
- I_p = momento de inercia de los miembros principales, mm^4
- I_s = momento de inercia de los miembros secundarios, mm^4

Las estructuras de cubierta que consistan en una serie de vigas uniformemente espaciadas, apoyadas en muros portantes, se consideran como miembros secundarios apoyados sobre un miembro principal infinitamente rígido. En este caso, se entra en la figura F 2-2 con el índice del esfuerzo calculado, U_s . El valor límite, C_p , se determina interceptando la línea horizontal que representa el valor de, U_s , con la curva para $C_p=0$

La deflexión por empozamiento de agua generada en una teja metálica es generalmente una parte tan pequeña de la deflexión total causada por el empozamiento en una zona de la cubierta que es suficiente limitar su momento de inercia en mm^4 , (por metro de ancho normal a la luz) a 3950 veces la cuarta potencia de la luz, m. Sin embargo, se puede requerir alguna investigación para asegurar la estabilidad bajo condiciones de empozamiento de un sistema de cubierta en teja metálica compuesta por miembros relativamente esbeltos sostenidos por vigas que se apoyan directamente sobre columnas. Esta puede realizarse por medio de las figuras F 2-1 o F 2-2 utilizando, C_p , como el coeficiente de flexibilidad para el ancho de 1 metro de la cubierta ($S=1.0$)

Puesto que la rigidez por corte del diagonalado de las viguetas y cerchas de celosía es menor que el de almas sólidas, el momento de inercia debe tomarse como el 85% del de sus cuchillos

* Dependiendo de la situación geográfica, esta carga debera incluir la cantidad de granizo que pueda presentarse

NSR-98 – Capítulo F.2 – Estructuras de acero hechas con perfiles laminados o miembros armados: diseño para estados límites

F.2.20.2 - FATIGA - Los miembros y las conexiones solicitada por esfuerzos de fatiga se diseñaran de acuerdo con lo establecido en el presente numeral

La fatiga tal como se emplea en esta especificación se define como el daño que puede convertirse en fractura después de un número determinado de fluctuaciones de esfuerzos repetidos. Se define el rango de esfuerzos como la magnitud de las fluctuaciones. En el caso de inversión de esfuerzos, el rango de éstos se calculará como la suma numérica de los máximos esfuerzos repetidos de tensión y compresión, o como la suma de los valores máximos de esfuerzos cortantes de dirección opuesta en un punto dado, resultantes de las diversas posiciones de la carga viva

F.2.20.2.1 - Condiciones de carga: tipo y localización del material - Para el diseño de los miembros y las conexiones solicitadas por variaciones repetidas de esfuerzos producidos por la carga viva, se deben considerar el número de veces que ocurran las variaciones (número de ciclos), el rango de esfuerzos esperados y el tipo y localización del miembro o detalle

Las condiciones de carga se clasificarán de acuerdo con la tabla F.2-18

El tipo y localización del material se clasificará de acuerdo con la tabla F 2-19

**Tabla F.2-18
Número de ciclos**

Condición de carga	Número de ciclos	
	De	Hasta
1	20 000(a)	100 000 (b)
2	100.000	500.000 (c)
3	500.000	2'000 000 (d)
4	más de 2'000.000	

(a) Aproximadamente equivalente a dos aplicaciones diarias durante 25 años

(b) Aproximadamente equivalente a 10 aplicaciones diarias durante 25 años

(c) Aproximadamente equivalente a 50 aplicaciones diarias durante 25 años

(d) Aproximadamente equivalente a 200 aplicaciones diarias durante 25 años

F.2.20.2.2 - Rango de esfuerzos de diseño - El máximo rango de esfuerzos correspondiente a las cargas de servicio no deberá exceder el rango de esfuerzos de diseño especificados en la tabla F.2-20

F.2.20.2.3 - Resistencia de diseño de pernos en tensión - El esfuerzo de tensión en pernos Grado 5 o Grado 8 ASTM A325 o NTC 4028 (ASTM A490), sometidos a cargas de fatiga por tensión, producido por la combinación de la carga aplicada y la acción de tenaza no debe exceder los valores especificados en la tabla F 2-21. La fuerza debida al efecto de tenaza no debe exceder el 60% de la carga externa aplicada

Los pernos se apretarán conforme a la tabla F 2-8.

No se recomienda el uso de otros pernos y partes roscadas cuando estén sometidos a cargas de tensión que causen fatiga.

Figura F.2-1
Coeficientes de flexibilidad límites para sistemas de miembros principales

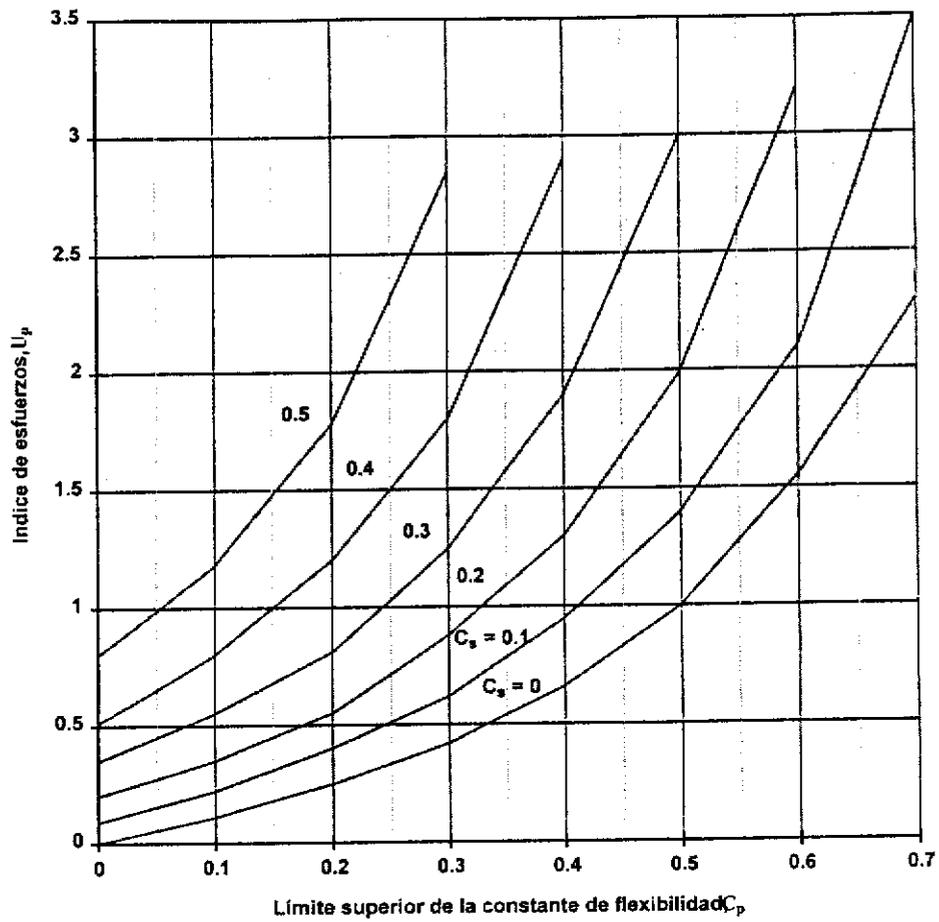
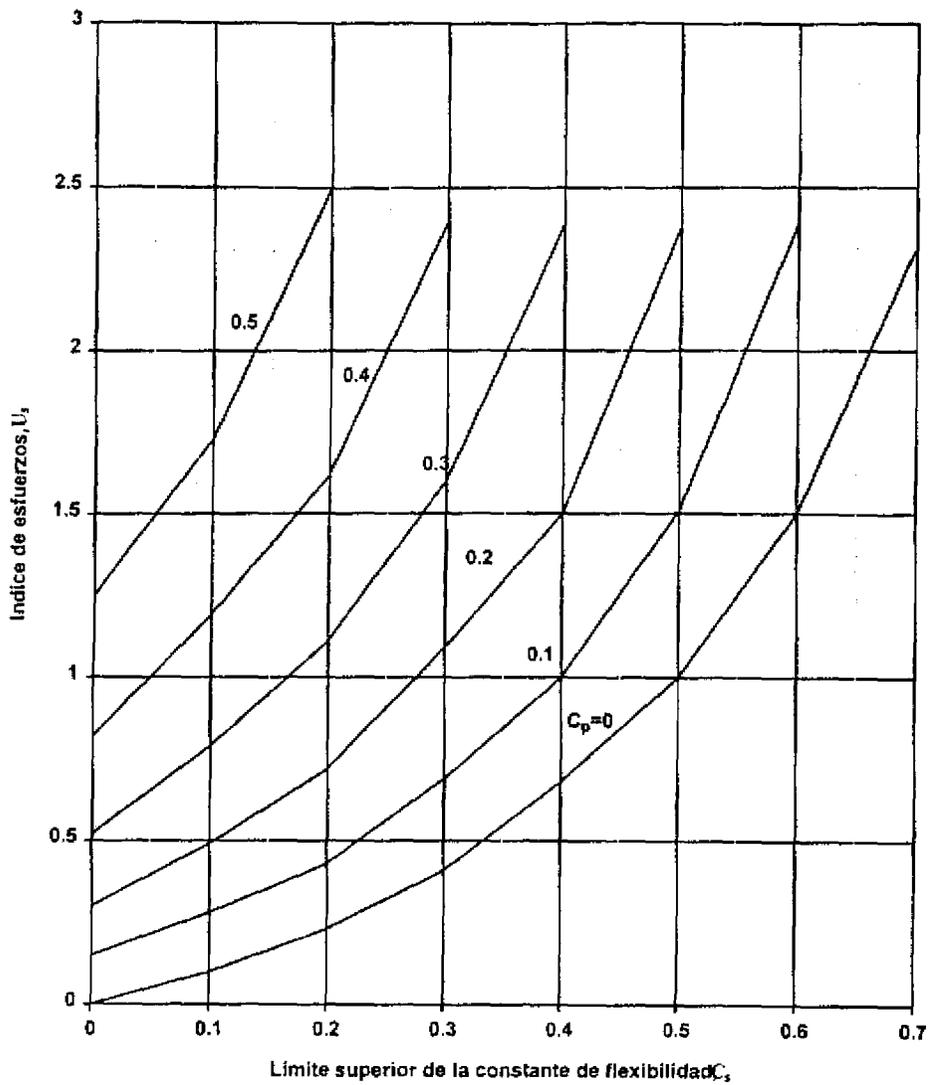


Figura F.2-2
Coeficientes de flexibilidad límites para sistemas secundarios



**Tabla F.2-19
Tipo y localización de material**

Condición general	Situación	Clase de esfuerzo (a)	Categoría de esfuerzo tabla F.2-20	No. de los ejemplos ilustrativos véase fig F2-3
Material liso	Metal base con superficies laminadas o limpiadas. Bordes cortados por fusión con tersura ANSI de 1000 o menos.	T o Rev.	A	1, 2
Miembros ensamblados	Metal base y metal de soldadura en miembros sin uniones, platinas ensambladas o perfiles ensamblados conectados por soldaduras acanaladas continuas de penetración completa, o soldaduras continuas de filete paralelas a la dirección del esfuerzo aplicado.	T o Rev	B	3, 4, 5, 6
	Metal base y metal de soldadura en miembros sin uniones, platinas ensambladas perfiles ensamblados conectados por soldaduras acanaladas de penetración completa con platinas de respaldo sin remover o por soldaduras acanaladas de penetración parcial paralelas a la dirección del esfuerzo aplicado.	T o Rev.	B'	3, 4, 5, 6
	En vigas, el metal base en la raíz de las soldaduras en el alma o en aletas adyacentes a los atiesadores transversales soldados.	T o Rev.	C	7
	Metal base en los extremos de platabandas parcialmente soldadas más angostas que la aleta, con los extremos a escuadra o acartelados, con o sin soldaduras a través de éstos o más anchas que la aleta con soldaduras a través de los extremos. Aletas con espesor ≤ 20 mm. Aletas con espesor > 20 mm.	T o Rev. T o Rev.	E E'	5 5
	Metal base en el extremo de platabandas parcialmente soldadas, más anchas que la aleta, sin soldaduras a través de los extremos.		E'	5
Soldaduras acanaladas o de surco	Metal base y metal de soldadura en empalmes de partes de secciones transversales similares, pulidas a ras, con soldaduras acanaladas de penetración completa con el pulimento en la dirección del esfuerzo aplicado y con la calidad de la soldadura controlada por medio de inspecciones radiográficas o ultrasónicas que cumplan con los requisitos de 9.25.2 o 9.25.3 del código de soldadura de Fedestructuras D1.1-85	T o Rev.	B	10, 11
	Metal base y metal de soldadura en empalmes con soldadura acanalada de penetración completa, en transiciones de ancho o espesor, con soldaduras pulidas para proporcionar pendientes no mayores de 1 a 2 1/2 con el pulimento en la dirección del esfuerzo aplicado y con la calidad de la soldadura controlada por inspecciones radiográficas o ultrasónicas que cumplan con los requisitos de las secciones 9.25.2 o 9.25.3 del código de soldadura de Fedestructuras D1.1-85 Metal base NTC 4014 (ASTM A514) Otros metales base	T o Rev. T o Rev.	B' B	12, 13 12, 13

**Tabla F.2-19 (continuación)
Tipo y localización de material**

Soldaduras acanaladas o de surco (continuación)	Metal base y metal de soldadura en empalmes con soldadura acanalada de penetración completa, con o sin transiciones que tengan pendientes no mayores de 1 a 2 1/2, cuando no se pule la soldadura pero su calidad se controla por medio de inspecciones radiográficas o ultrasónicas que cumplan con los requisitos de las secciones 9 25 2 o 9 25 3 del código de soldadura de Fedestructuras	T o Rev.	C	10,11,12,13
Soldaduras acanaladas de penetración parcial	Metal de soldadura en soldaduras acanaladas transversales de penetración parcial, con base en el área efectiva de la garganta de la soldadura	T o Rev.	F (c)	
Condición general	Situación	Clase de esfuerzo (a)	Categoría de esfuerzo tabla F.2-20	No de los ejemplos ilustrativos véase fig F2-3
Conexiones con soldadura de filete	Metal base en soldaduras de filete intermitentes	T o Rev	E	
	Metal base en la unión de miembros cargados axialmente y conectados en sus extremos con soldadura de filete La soldadura se distribuirá con respecto al eje de los miembros, de tal modo que equilibre los esfuerzos en las soldaduras b ≤ 25 mm b > 25 mm	T o Rev T o Rev.	E E'	17, 18 17, 18
	Metal base en miembros conectados con soldaduras transversales de filete. b ≤ 13 mm b > 13 mm	T o Rev	C (c)	20, 21
Soldaduras de filete	Metal de soldadura en soldaduras longitudinales o transversales de filete, continuas o intermitentes	S	F (c)	15,17,18,20, 21
Soldaduras de tapón o de ranura	Metal base en las soldaduras de tapón o de ranura	T o Rev	E	27
	Cortante en las soldaduras de tapón o de ranura	S	F	27
Uniones conectadas mecánicamente	Metal base en la sección total de conexiones tipo fricción con pernos de alta resistencia, excepto en uniones cargadas axialmente que induzcan flexión fuera del plano en el material conectado	T o Rev	B	8
	Metal base en la sección neta de otras uniones conectadas mecánicamente.	T o Rev.	D	8, 9
	Metal base en la sección neta de conexiones tipo aplastamiento con pernos de alta resistencia totalmente tensionados	T o Rev.	B	8,9
Platinas para pasadores y barras de ojo	Metal base en la sección neta de la cabeza de la barra de ojo o de la platina para pasadores	T o Rev.	E	28,29

NSR-98 – Capítulo F.2 – Estructuras de acero hechas con perfiles laminados o miembros armados: diseño para estados límites

**Tabla F.2-19 (continuación)
Tipo y localización de material**

Uniones varias	Metal base en piezas conectadas con soldaduras acanaladas de penetración completa solicitadas por cargas longitudinales y/o transversales cuando la pieza incorpora un radio de transición R con la terminación de la soldadura de acabado liso y para cargas transversales, siendo la calidad de la soldadura controlada por medio de inspecciones radiográficas o ultrasónicas que cumplan con los requisitos de las secciones 9.25.2 o 9.25.3 del código de soldadura de Fedestructuras D1 1-85			
	Cargas longitudinales R ≥ 600 mm	T o Rev.	B	14
	600 mm > R ≥ 150 mm	T o Rev.	C	14
	150 mm > R ≥ 50 mm	T o Rev.	D	14
	50 mm > R	T o Rev.	E	14
	Metal base en piezas solicitadas por cargas transversales de igual espesor y soldaduras pulidas.			
	R ≥ 600 mm	T o Rev.	B	14
	600 mm > R ≥ 150 mm	T o Rev.	C	14
	150 mm > R ≥ 50 mm	T o Rev.	D	14
	50 mm > R	T o Rev.	E	14, 15
	Metal base en piezas solicitadas por cargas transversales de igual espesor y soldaduras sin pulir			
	R ≥ 600 mm	T o Rev.	C	14
	600 mm > R ≥ 150 mm	T o Rev.	C	14
150 mm > R ≥ 50 mm	T o Rev.	D	14	
50 mm > R	T o Rev.	E	14, 15	
Metal base en piezas solicitadas por cargas transversales espesor desigual y soldadura pulida				
R ≥ 50 mm	T o Rev.	D	14	
50 mm > R	T o Rev.	E	14, 15	
Metal base en piezas solicitadas por cargas transversales espesor desigual y soldadura sin pulir				
Todos los R	T o Rev.	E	14, 15	
Metal base en piezas solicitadas por cargas transversales				
R ≥ 150 mm	T o Rev.	C	19	
150 mm > R ≥ 50 mm	T o Rev.	D	19	
50 mm > R	T o Rev.	E	19	
Condición general	Situación	Clase de esfuerzo (a)	Categoría de esfuerzo tabla F 2-20	No. de los ejemplos ilustrativos véase fig F2-3
Uniones varias	Metal base en piezas conectadas con soldaduras acanaladas de penetración completa solicitadas por cargas longitudinales			
	60 mm < a ≤ 12b o 100 mm	T o Rev.	D	15
	a > 12b ó 100 mm, cuando b ≤ 25 mm	T o Rev.	E	15
a > 12b ó 100 mm, cuando b > 25 mm	T o Rev.	E'	15	

NSR-98 – Capítulo F.2 – Estructuras de acero hechas con perfiles laminados o miembros armados: diseño para estados límites

**Tabla F.2-19 (continuación)
Tipo y localización de material**

Uniones varias (continuación)	Metal base en piezas conectadas por soldaduras de filete o soldaduras acanaladas de penetración parcial solicitadas por cargas longitudinales.				
	a < 50 mm	T o Rev.	C	15,23,24,25,26	
	50 mm < a ≤ 12b ó 100 mm	T o Rev.	D	15,23,24,26	
	a > 12b ó 100 mm cuando b ≤ 25 mm	T o Rev.	E	15,23,24,26	
	a > 12b ó 100 mm, cuando b > 25 mm	T o Rev.	E'	15,23,24,26	
	Metal base conectado por soldaduras de filete o soldaduras acanaladas de penetración parcial solicitadas por cargas longitudinales cuando el terminado de la soldadura incorpora un radio de transición y tiene un acabado pulido liso	R > 50 mm	T o Rev.	D	19
		R ≤ 50 mm	T o Rev.	E	19
	Metal base en uniones varias con soldadura de filete cuando el terminado de la soldadura incorpora un radio de transición, un acabado pulido liso y el material principal está solicitado por cargas longitudinales				
	Metal base en piezas solicitadas por carga transversal	R > 50 mm	T o Rev.	D	19
		R ≤ 50 mm	T o Rev.	E	19
	Metal base en conectores de cortante tipo espigo unidos por soldadura de filete o soldadura final automática	T o Rev.	C	22	
	Esfuerzo cortante sobre el área nominal de los conectores de cortante tipo espigo	S	F		

Notas:

- (a) "T" significa el rango de los esfuerzos a tensión únicamente, "Rev" significa un rango que comprende inversión de esfuerzos de tensión o compresión "S" significa el rango en los esfuerzos de cortante, incluyendo la inversión de esfuerzo cortante.
 - (b) Estos ejemplos se dan como guía general y no pretenden excluir otros casos razonablemente similares
 - (c) El rango de esfuerzos permisibles de fatiga para soldaduras transversales de filete y de penetración parcial es una función de la garganta efectiva, de la profundidad de penetración y del espesor de la platina
- Véase el estudio de Frank y Fisher en el Journal of the Structural Division, ASCE Vol 105 No ST9 septiembre 1979 de Frank y Fisher

**Tabla F.2-20
Rango de esfuerzos admisibles**

Categoría según la tabla F 2-19	Condición de carga			
	(1)	(2)	(3)	(4)
A	430	255	165	165
B	340	200	125	110
B'	270	160	105	80
C	240	145	90	70 (vease nota)
D	190	110	70	50
E	150	90	55	30
E'	110	65	40	20
F	100	80	60	55

Nota:

Se permite un rango de esfuerzos a flexión de 80 MPa en el pie de soldaduras de atesadores o aletas

**Tabla F.2-21
Resistencia de diseño de pernos Grado 5 o Grado 8
ASTM A325 o NTC 4028 (ASTM A490) sometidos a tensión**

Número de ciclos	Resistencia de diseño
No más de 20 000	según se especifica en de F.2.10.3
De 20 000 a 500 000	0.30A _b F _u (véase la nota)
mas de 500 000	0.25A _b F _u (véase la nota)

Nota. Para cargas de servicio

Figura F.2-3
Ejemplos ilustrativos

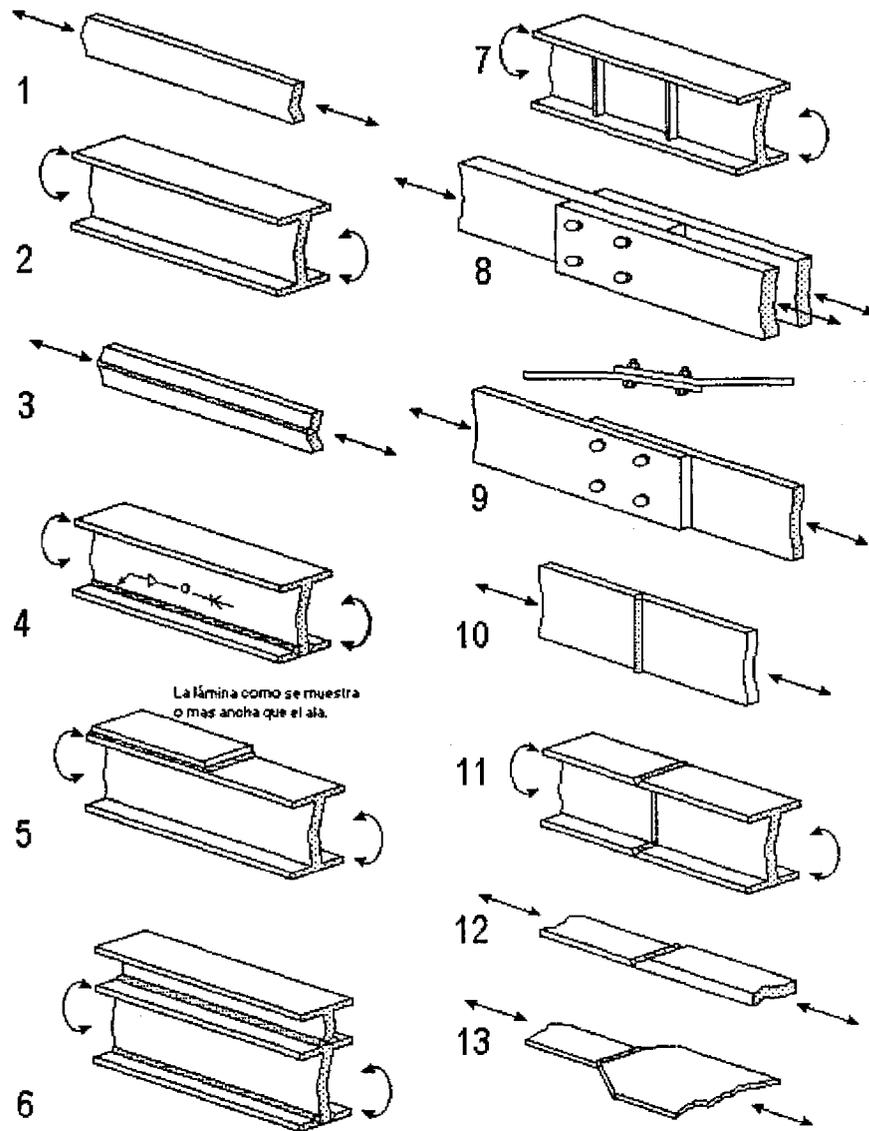


Figura F.2-3 (Continuación)
Ejemplos ilustrativos

