

8 Uniones

8.1 Bases de cálculo

- 1 Las uniones se proyectarán de forma coherente con el conjunto de la estructura, lo que supone un comportamiento acorde a las hipótesis supuestas en el análisis global.

8.2 Criterios de comprobación

- 1 Las uniones se comprobarán a resistencia. Además se comprobará la capacidad de rotación de las uniones en las que se prevea la formación de rótulas plásticas en el análisis global.
- 2 En toda unión debe verificarse que los valores de cálculo de los efectos de las acciones, E_d para cualquiera de las situaciones de cálculo (o combinaciones de acciones relevantes), no superan la correspondiente resistencia de cálculo, R_d , obtenida según el apartado 8.4, esto es:

$$E_d \leq R_d \quad (8.1)$$

debiéndose dimensionar con capacidad para resistir los mínimos siguientes:

- a) en el caso de nudos rígidos y empalmes la mitad de la resistencia última de cada una de las piezas a unir;
 - b) en el caso de uniones articuladas la tercera parte del axil o el cortante último (según el caso) de la pieza a unir.
- 3 El reparto de los esfuerzos sobre la unión entre los elementos que la componen puede realizarse mediante métodos elásticos o plásticos. En cualquier caso:
 - a) los esfuerzos sobre los elementos de la unión equilibrarán los aplicados a la propia unión;
 - b) la distribución de esfuerzos será coherente con la de rigideces;
 - c) si se utilizan criterios de distribución en régimen plástico, se supondrán mecanismos de fallo razonables, por ejemplo los basados en la rotación como sólido rígido de una de las partes de la unión;
 - d) si se utilizan criterios de distribución en régimen plástico, se comprobará la capacidad de deformación de los elementos.
 - 4 Debe tenerse en cuenta la excentricidad existente en una unión. En el caso de uniones de angulares atornilladas con al menos dos tornillos en una de las alas se podrán considerar las líneas de gramil de los tornillos como ejes de gravedad, considerando sólo la parte de sección de los angulares cuyo eje de gravedad coincide con ellos.
 - 5 Se deben considerar las tracciones adicionales debidas al "efecto palanca" (véase figura 8.1.a)) si la naturaleza de la unión hace que éstas aparezcan. En la evaluación de las tracciones debidas al efecto palanca, Q , se considerarán las rigideces relativas de las chapas de la unión y la geometría de la misma. El efecto palanca puede evitarse aumentando la rigidez de los elementos (chapa frontal) de la unión (figura 8.1.b)). Se admite convencionalmente que no hay efecto palanca si la longitud de alargamiento del tornillo o perno L_b (igual a la distancia entre la mitades de la cabeza y la tuerca, -o en caso de anclajes a cimientos, el punto a 8 diámetros desde la superficie de inserción en la zapata-) supera el valor siguiente:

$$L_b \geq \frac{6,9 d^2 m^3}{I_{ef} t^3} \quad (8.2)$$

siendo (ver figura 8.1.b):

- I_{ef} la longitud eficaz en flexión de ala de la T, correspondiente al tornillo considerado.
- d diámetro del tornillo o perno

t espesor de ala de la T

m distancia del tornillo a la línea de formación de la rótula plástica (o charnela).

En la figura 8.1.c. se representa dicha condición límite para tornillos en uniones con chapa frontal, de espesor de ala y chapa frontal similares, y para pernos de anclaje a cimentación. Los métodos de comprobación establecidos en 8.8.3, y siguientes, tienen en cuenta implícitamente el efecto palanca.

- 6 En las uniones soldadas sólo se considerarán las tensiones que intervienen en la transmisión de esfuerzos y no las residuales, como, por ejemplo, aquellas tensiones normales paralelas al cordón de soldadura.
- 7 En las uniones de perfiles conformados y chapas plegadas es admisible el empleo de elementos no contemplados en este DB (tornillos autorroscantes, soldaduras por puntos, fijación mediante conectadores de estructuras mixtas, etc.) siempre que:
 - a) cuenten con el respaldo experimental suficiente, garantizado por el correspondiente sello;
 - b) se respeten las prescripciones de uso (distancias al borde, densidad de puntos, etc.);
 - c) aseguren una forma dúctil de fallo (por ejemplo, que la capacidad del tornillo supere la de la chapa a desgarro).

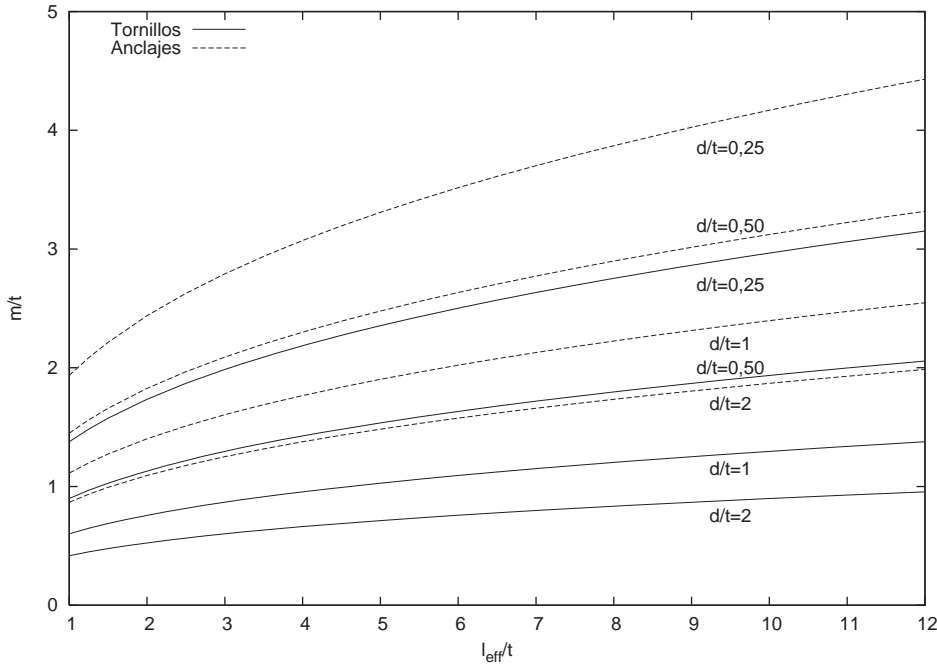
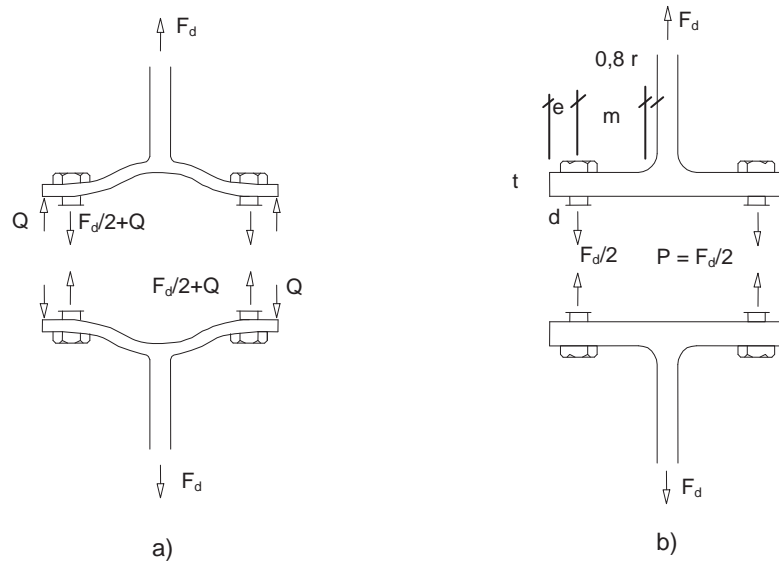


Figura 8.1 Efecto palanca (condición límite)

8.3 Rigidez

- 1 Se podrá establecer la rigidez de una unión mediante ensayos o a partir de experiencia previa contrastada, aunque en general se calculará a partir de la flexibilidad de sus componentes básicos, determinada mediante ensayos previos.
- 2 Una vez obtenida la rigidez inicial, se comparará con los límites establecidos (apartado 8.3.2) para cada una de las categorías definidas en el apartado 8.3.1. En cualquier caso, todas las uniones podrán ser tratadas como semirrígidas.

8.3.1 Clasificación de las uniones por rigidez.

1 Nominalmente articuladas.

Son aquellas en las que no se desarrollan momentos significativos que puedan afectar a los miembros de la estructura. Serán capaces de transmitir las fuerzas y de soportar las rotaciones obtenidas en el cálculo.

2 Rígidas.

Son aquellas cuya deformación (movimientos relativos entre los extremos de las piezas que unen) no tiene una influencia significativa sobre la distribución de esfuerzos en la estructura ni sobre su deformación global. Deben ser capaces de transmitir las fuerzas y momentos obtenidos en el cálculo.

3 Semirrígidas.

Son aquellas que no corresponden a ninguna de las categorías anteriores. Establecerán la interacción prevista (basada, por ejemplo en las características momento rotación de cálculo) entre los miembros de la unión y serán capaces de transmitir las fuerzas y momentos obtenidas en el cálculo.

8.3.2 Límites establecidos para algunos tipos de unión.

1 Para uniones viga-pilar:

a) Unión rígida. Si la rigidez inicial de la unión, $S_{j,ini}$, cumple:

$$S_{j,ini} \geq \frac{k_b E I_b}{L_b} \quad (8.3)$$

siendo

$k_b = 8$ para pórticos de estructuras arriostradas frente a acciones horizontales (Ver 5.3.5);

$k_b = 25$ para otros pórticos, siempre que en cada planta se verifique $K_b/K_c \geq 0,1$;

K_b valor medio de la relación $E I_b/L_b$ de todas las vigas en la planta en que se encuentra la unión;

K_c valor medio de la relación $E I_c/L_c$ de todos los pilares de la planta;

I_b momento de inercia de cada viga;

I_c momento de inercia de cada pilar en la dirección de flexión considerada;

L_b luz (entre ejes de pilar) de cada viga;

L_c altura de la planta.

b) Uniones nominalmente articuladas. Si la rigidez inicial de la unión, $S_{j,ini}$, cumple:

$$S_{j,ini} \leq \frac{0,5 E I_b}{L_b} \quad (8.4)$$

c) Uniones semirrígidas. La rigidez inicial de la unión se encuentra en la zona intermedia entre los límites establecidos para uniones rígidas y articulaciones.

d) En defecto de análisis más precisos se considerarán:

- i) articuladas (excéntricamente), las uniones por soldadura del alma de una viga metálica en doble T sin unión de las alas al pilar,
- ii) articuladas (viga continua sobre apoyo posiblemente excéntrico), las uniones de vigas planas de hormigón armado en continuidad sobre pilar metálico,
- iii) rígidas, las uniones soldadas de vigas en doble T a soportes en las que se materialice la continuidad de las alas a través del pilar mediante rigidizadores de dimensiones análogas a las de las alas.

- iv) rígidas, las uniones de pilares interiores realizados con perfiles laminados I o H en pórticos de estructuras arriostradas, en las que las vigas que acometen a ambos lados del nudo, realizadas también con perfiles I o H y de luces no muy diferentes entre sí y esbeltez geométrica mayor a 24, se unen a las alas del pilar mediante soldadura de resistencia completa, aun cuando no se precise disponer rigidizadores en el pilar.

2 Basas de pilares. Se podrán considerar rígidas en los casos siguientes:

- a) Para estructuras arriostradas frente a acciones horizontales, si se cumple alguna de las tres condiciones siguientes:

$$\begin{aligned} \lambda_0 &\leq 0,5 \\ 0,5 < \lambda_0 \leq 3,93 & \quad \text{y} \quad S_{j,\text{ini}} \geq \frac{7(2\lambda_0 - 1)EI_c}{L_c} \\ \lambda_0 > 3,93 & \quad \text{y} \quad S_{j,\text{ini}} \geq \frac{48EI_c}{L_c} \end{aligned} \quad (8.5)$$

siendo

λ_0 la esbeltez relativa del pilar supuesto biarticulado.

- b) En cualquier otro caso, si:

$$S_{j,\text{ini}} \geq \frac{30EI_c}{L_c} \quad (8.6)$$

8.4 Resistencia

8.4.1 Principios de cálculo.

- 1 La resistencia última de una unión se determinará a partir de las resistencias de los elementos que componen dicha unión.

8.4.2 Clasificación de las uniones por resistencia.

- 1 Nominalmente articuladas.

Son aquellas capaces de transmitir los esfuerzos obtenidos en el análisis global de la estructura y su resistencia de cálculo a flexión no es mayor de la cuarta parte del momento resistente plástico de cálculo de la pieza de menor resistencia unida y siempre que exista una capacidad de giro suficiente para permitir que en la estructura se formen todas las rótulas plásticas necesarias en el modelo de análisis adoptado bajo las cargas consideradas.

- 2 Totalmente resistentes (o de resistencia completa).

Su resistencia es mayor o igual que la de los elementos que conecta. Si en una unión con resistencia completa la relación entre su momento resistente, $M_{j,\text{Rd}}$, y el momento resistente plástico, $M_{\text{pl},\text{Rd}}$, de la menor de las barras que conecta, es superior a 1,20, no es necesario considerar la capacidad de rotación de la unión.

- 3 Parcialmente resistentes.

Su resistencia es menor que la de los elementos unidos, aunque debe ser capaz de transmitir las fuerzas y momentos determinados en el análisis global de la estructura. La rigidez de estas uniones debe ser suficiente para evitar que se supere la capacidad de rotación de las rótulas plásticas que se deban formar en la estructura bajo las cargas consideradas. Si se requieren rótulas plásticas en las uniones parcialmente resistentes, éstas deben tener capacidad de rotación suficiente para permitir la formación en la estructura de todas las rótulas plásticas necesarias.