

## LECCIÓN 10

### **UNIONES. COMPORTAMIENTO Y TIPOS**

CE, Anejo 26, Apdo. 5 “Análisis, clasificación y modelización”

1. INTRODUCCIÓN
2. CLASIFICACIÓN DE LAS UNIONES
3. UNIONES ARTICULADAS
4. UNIONES RÍGIDAS
5. BROCHALES
6. NUDOS ACARTELADOS

# 1. INTRODUCCIÓN

- Importancia **conceptual** ⇒ Zonas críticas de la estructura (accidentes por mal proyecto o ejecución) principalmente por:
  - de ellas depende que la estructura se ajuste al modelo teórico de análisis
  - han de garantizar la continuidad de la estructura y su resistencia al colapso
  - están menos estandarizadas que los perfiles
- Importancia **económica** ⇒  $\approx 40\%$  coste de la estructura metálica
- Recomendaciones:
  - Diseñar uniones **sencillas**
  - Eliminar elementos innecesarios
  - Unificar y tipificar los diferentes modelos
- Análisis complejo:
  - Alta concentración de esfuerzos
  - Evaluación de las tensiones y deformaciones:
    - Experimental
    - Métodos numéricos en el campo elastoplástico
- En la práctica se utilizan procedimientos **simplificados** de cálculo
- Etapas en el diseño de uniones:
  - 1) Concepción
  - 2) Análisis de esfuerzos
  - 3) Comprobación de los elementos y medios de unión que la componen (cartelas, casquillos, cordones de soldadura, tornillos, etc.)

## 2. CLASIFICACIÓN DE LAS UNIONES

Respecto a su **CAPACIDAD RESISTENTE**:

- **Nominalmente articuladas:**

Mom. resistente  $\leq 1/4$  Mom. resistente del elemento más débil de la unión

- **De resistencia total (o rígidas con capacidad para transmitir la resistencia última de los elementos unidos):**

Resistencia unión  $\geq$  Resistencia del elemento más débil de la unión

- **De resistencia parcial:**

Resistencia unión  $<$  Resistencia del elemento más débil de la unión

> Esfuerzos de cálculo

>  $1/3$  Resistencia del elemento más débil de la unión

Respecto a su **RIGIDEZ ROTACIONAL** (curva  $M_{tr}-\theta_{rel}$ ):

- **Rígidas:** Transmiten todo el  $M$

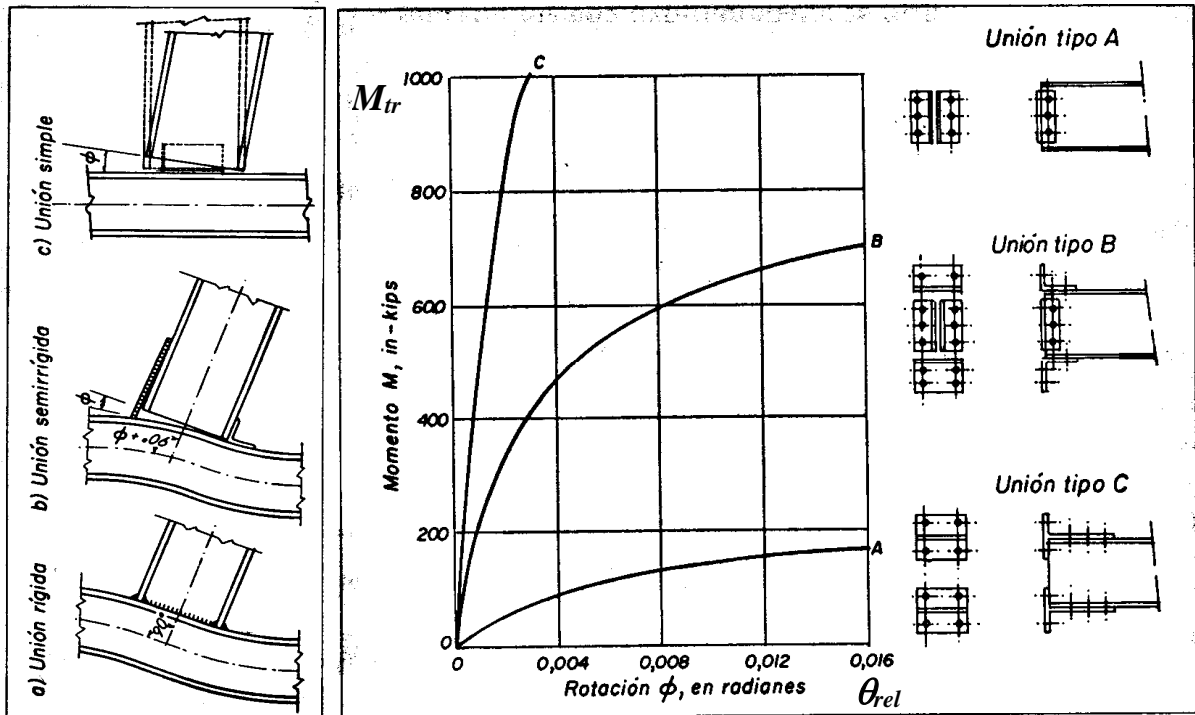
$$\theta_{viga} = \theta_{pilar} \Rightarrow \theta_{relativo} = \theta_{viga} - \theta_{pilar} = 0$$

- **Semi-rígidas:** Transmiten parte del  $M$

$$\theta_{viga} \neq \theta_{pilar} \Rightarrow \theta_{relativo} \neq 0$$

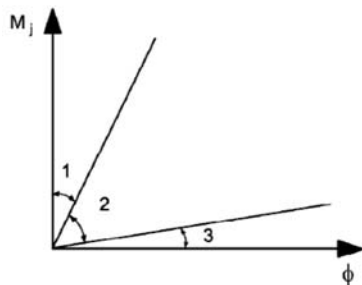
- **Nominalmente articuladas:** No transmiten  $M$

$$\theta_{pilar} = 0 \Rightarrow \theta_{relativo} = \theta_{viga} \neq 0$$



Fuente: Argüelles R et al, 2007

**LÍMITES DE CLASIFICACIÓN:** función de su rigidez inicial al giro  $S_{j,ini}$



Zona 1: rígidas, si  $S_{j,ini} \geq k_b EI_b / I_b$

donde:

$k_b = 8$  para pórticos donde el arriostramiento reduce el desplazamiento horizontal al menos un 80%

$k_b = 25$  para otros pórticos, siempre que cumpla en todas las plantas  $K_b / K_c \geq 0,1$ <sup>1)</sup>

Zona 2: semi-rígidas

Todas las uniones en la zona 2 deberán clasificarse como semirrígidas. Las uniones en zonas 1 o 3 pueden opcionalmente tratarse también como semi-rígidas.

Zona 3: nominalmente articuladas, si  $S_{j,ini} \leq 0,5 EI_b / L_b$

<sup>1)</sup> Para entramados donde  $K_b / K_c < 0,1$ , las uniones deberán clasificarse como semi-rígidas

$K_b$  es el valor medio de  $I_b / L_b$  para todas las vigas en la parte superior de la planta

$K_c$  es el valor medio de  $I_c / L_c$  para todos los pilares de la planta

$I_b$  es el momento de inercia de la viga

$I_c$  es el momento de inercia del pilar

$L_b$  es la luz del vano de la viga (entre centros de pilares)

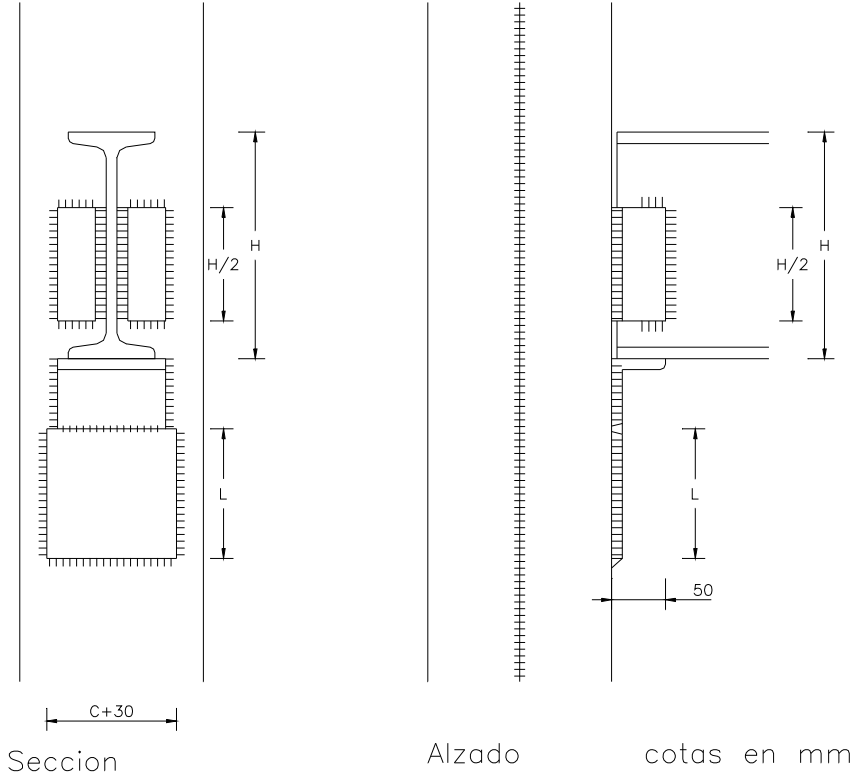
$L_c$  es la altura entre plantas de un pilar.

Figura A26.5.4 Clasificación de uniones según su rigidez

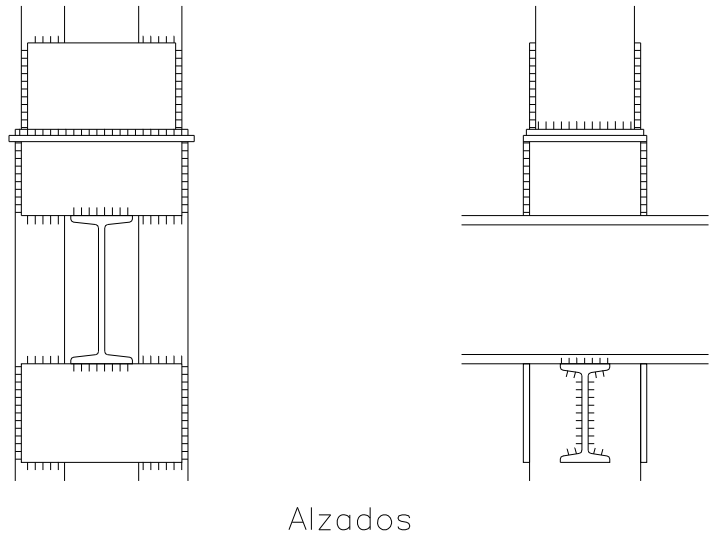
Fuente: CE, Anejo 26, 2021

### 3. UNIONES ARTICULADAS

#### Apoyo en soporte de acero

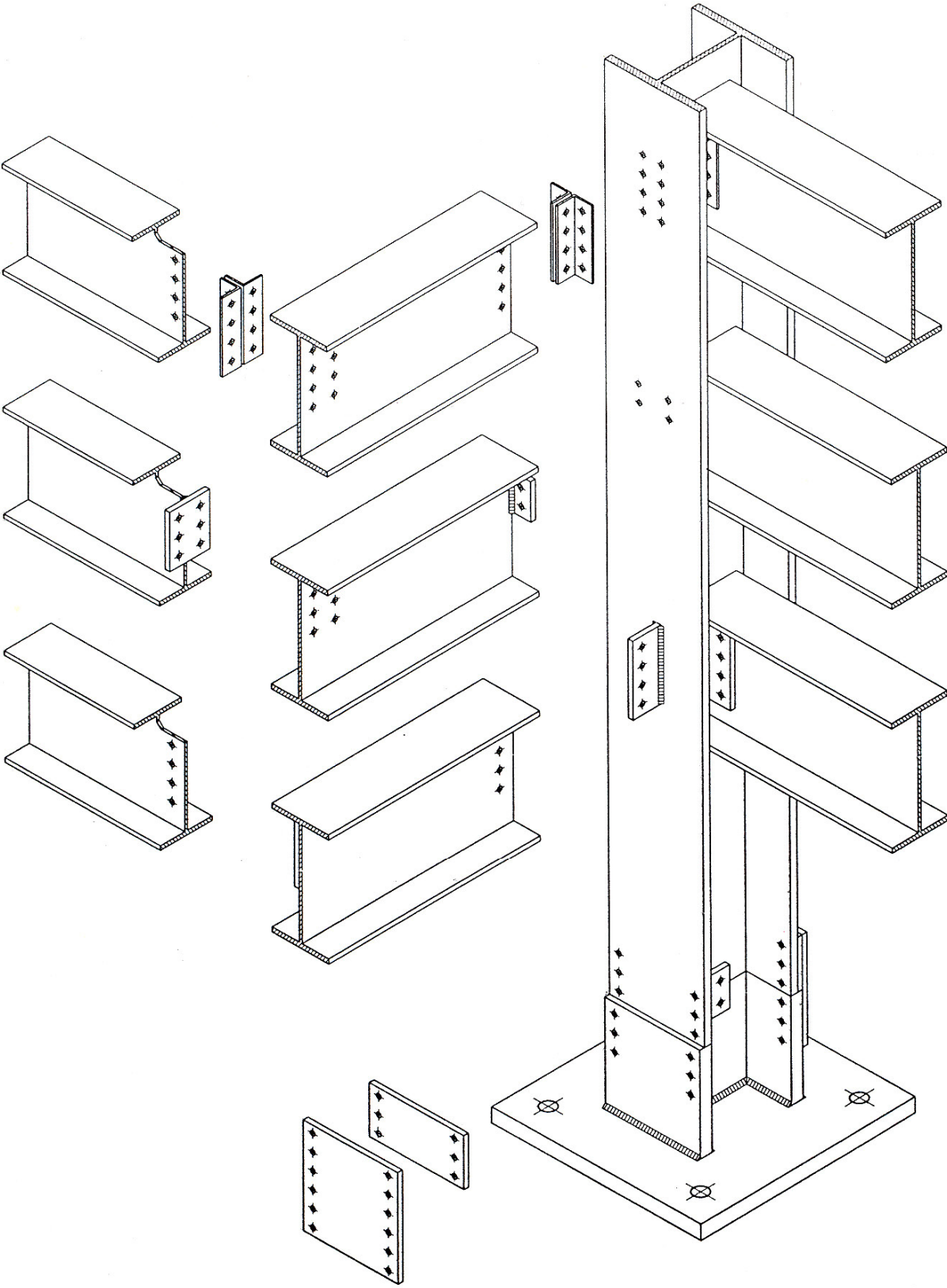


#### Apoyo de viga continua en soporte de acero



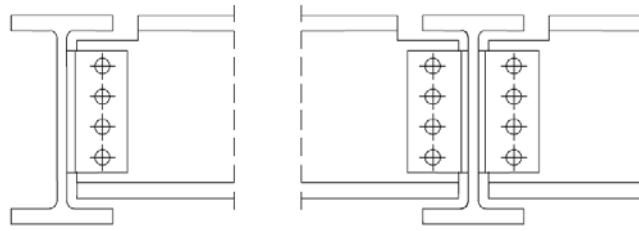
Fuente: NTE EA, 1997

Varias uniones articuladas en un soporte

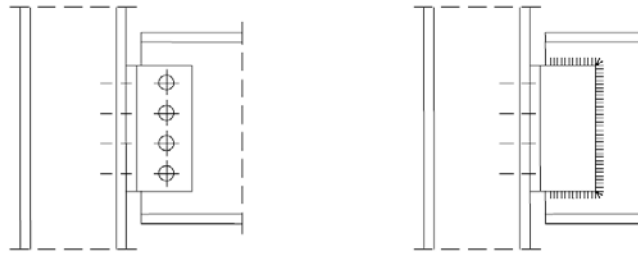


Fuente: ITEA, 1999

**Uniones de viga a viga o soporte con doble casquillo de angular atornillado (apdo. 8.8.5 CTE DB SE-A)**



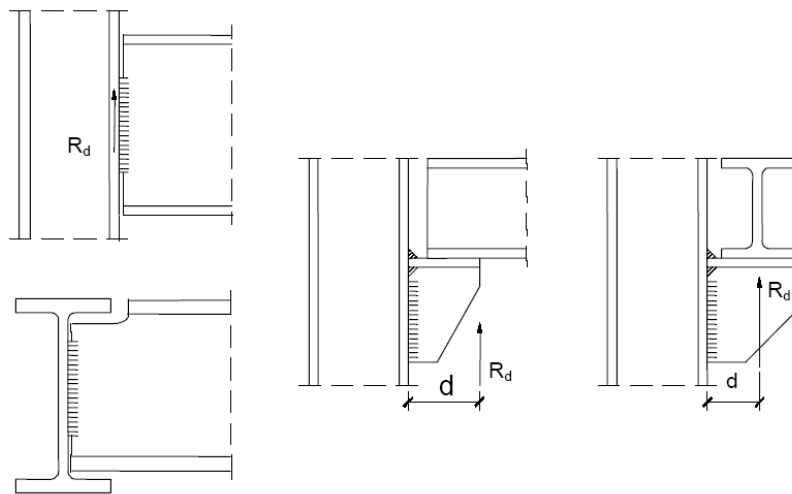
Viga-viga



Viga-soporte

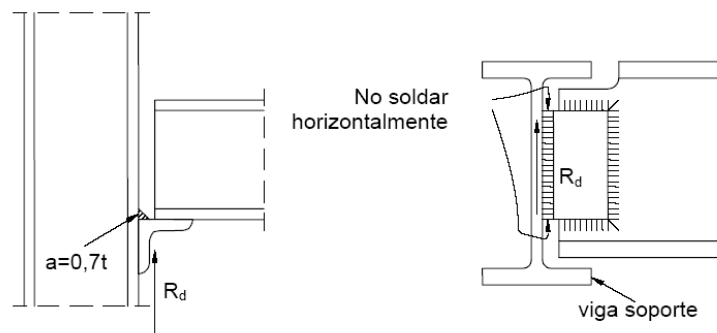
Fuente: CTE DB SE-A, 2006

**Articulaciones con soldadura (apdo. 8.8.7 CTE DB SE-A)**



a) soldadura de alma

b) casquillo rigidizado



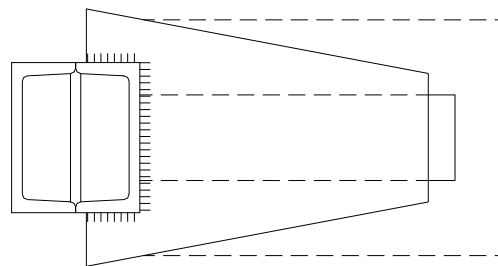
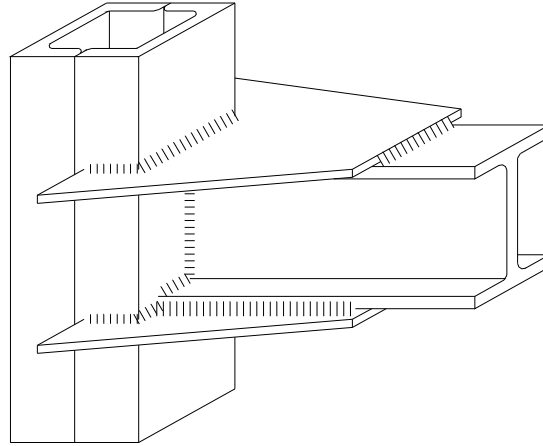
c) casquillo sin rigidizador

d) doble casquillo soldado

Fuente: CTE DB SE-A, 2006

## 4. UNIONES RÍGIDAS

### Empotramiento en soporte de acero



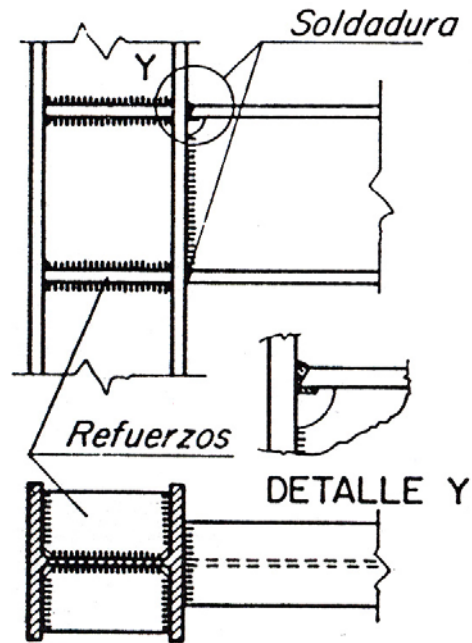
Planta

**Fuente:** NTE EA, 1997



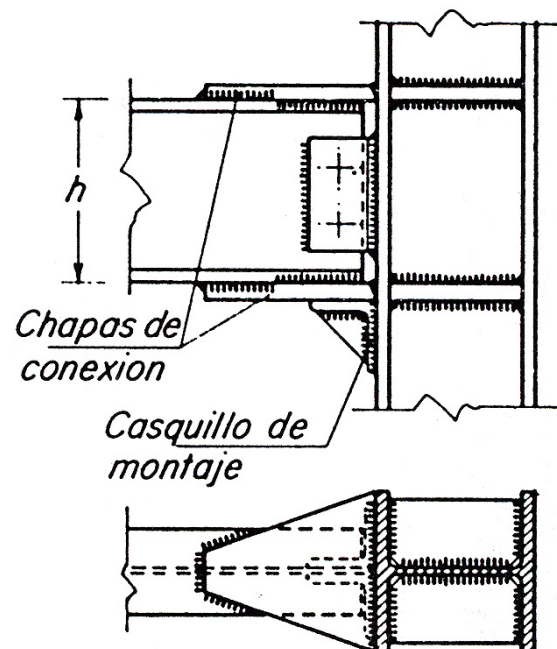
## Unión rígida viga-soporte (1)

Con soldaduras a tope para evitar cordones de techo en obra



Fuente: Argüelles R, 1975

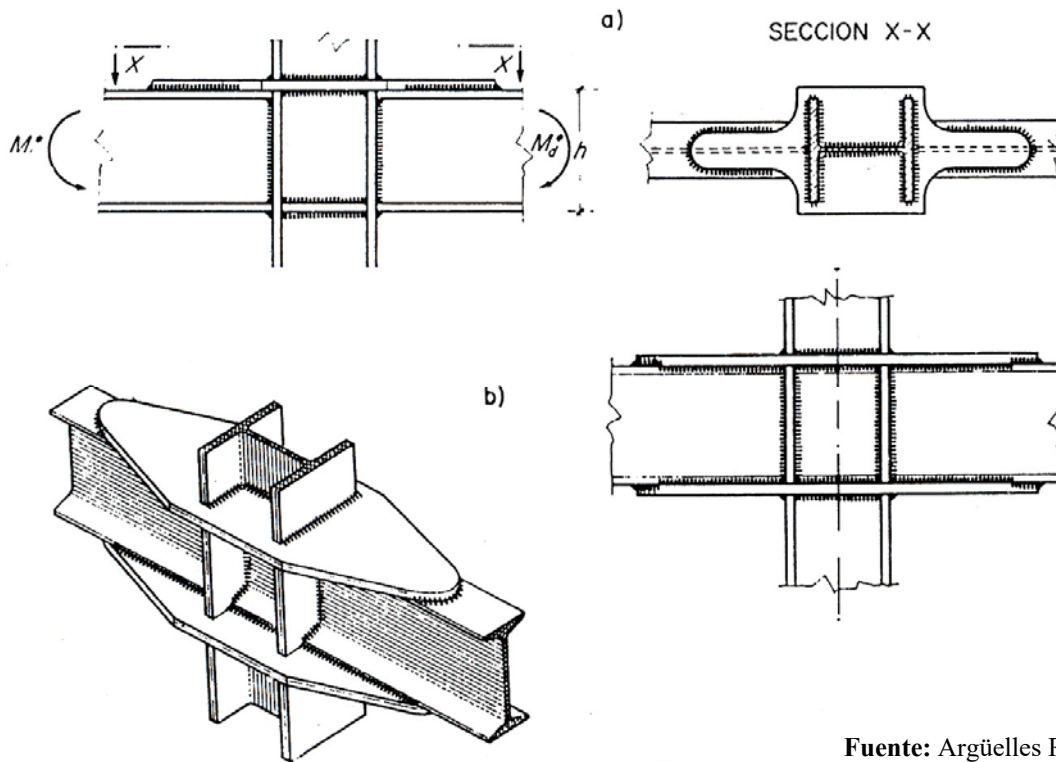
## Unión rígida viga-soporte (2)



Fuente: Argüelles R, 1975

### Unión rígida viga-soporte (3)

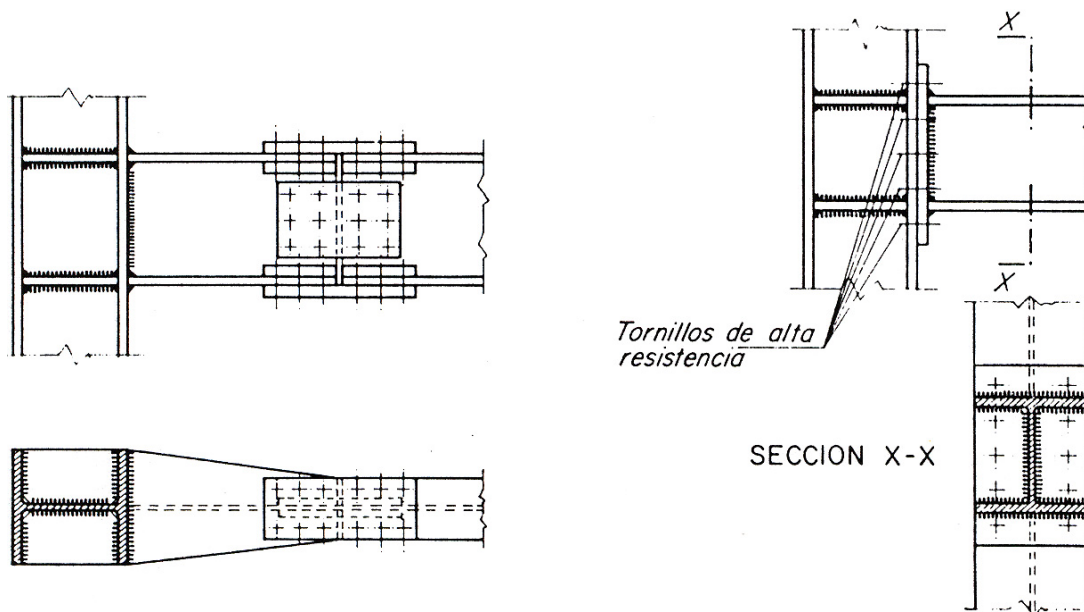
Transmite las tensiones de tracción provocadas por el momento flector



Fuente: Argüelles R, 1975

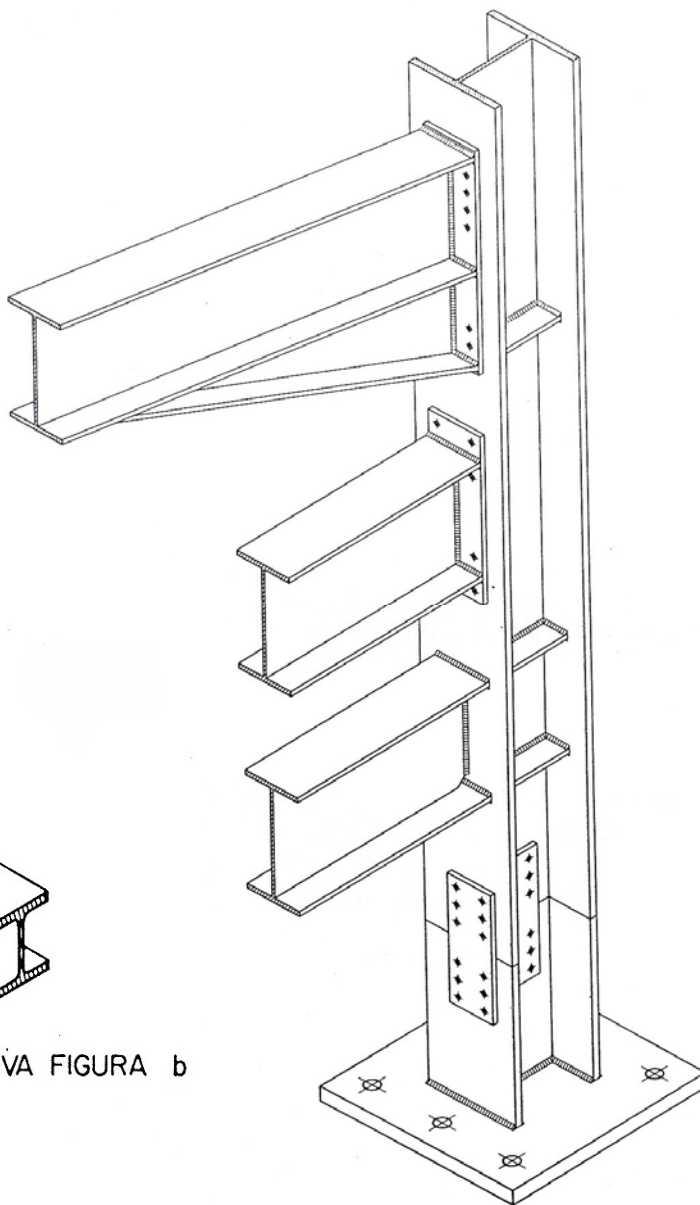
### Unión rígida viga-soporte (4)

Unión soldada fabricada en taller y empalme atornillado montado en obra

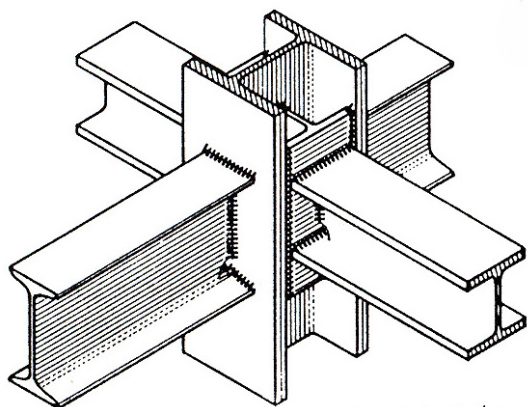


Fuente: Argüelles R, 1975

**Varias uniones rígidas en un soporte**

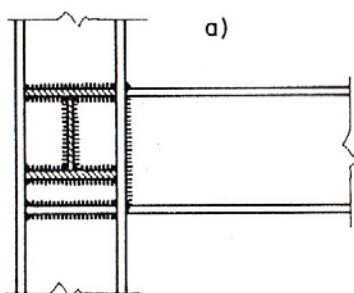


**Unión rígida viga-soporte en dos direcciones (5)**

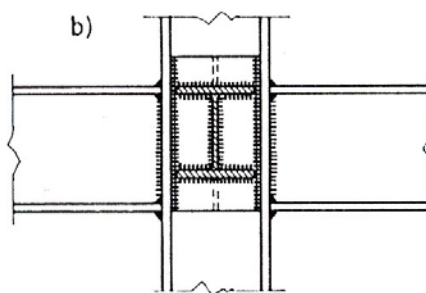


PERSPECTIVA FIGURA b

ALZADO

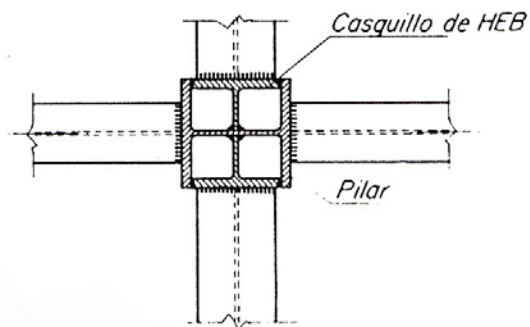
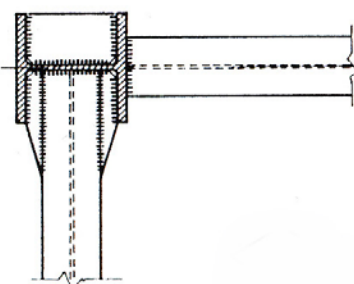


a)



b)

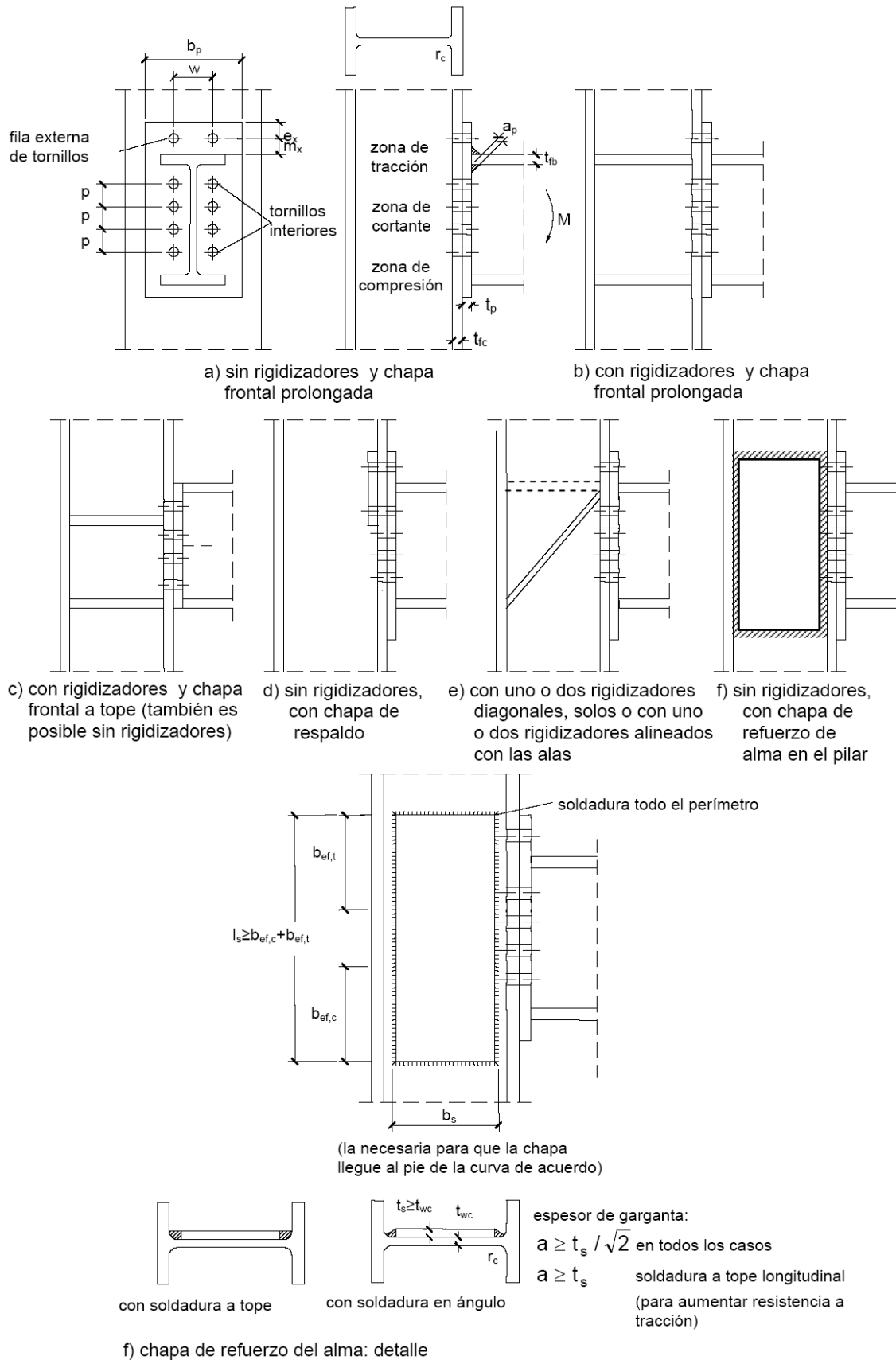
PLANTA



Fuente: ITEA, 1999

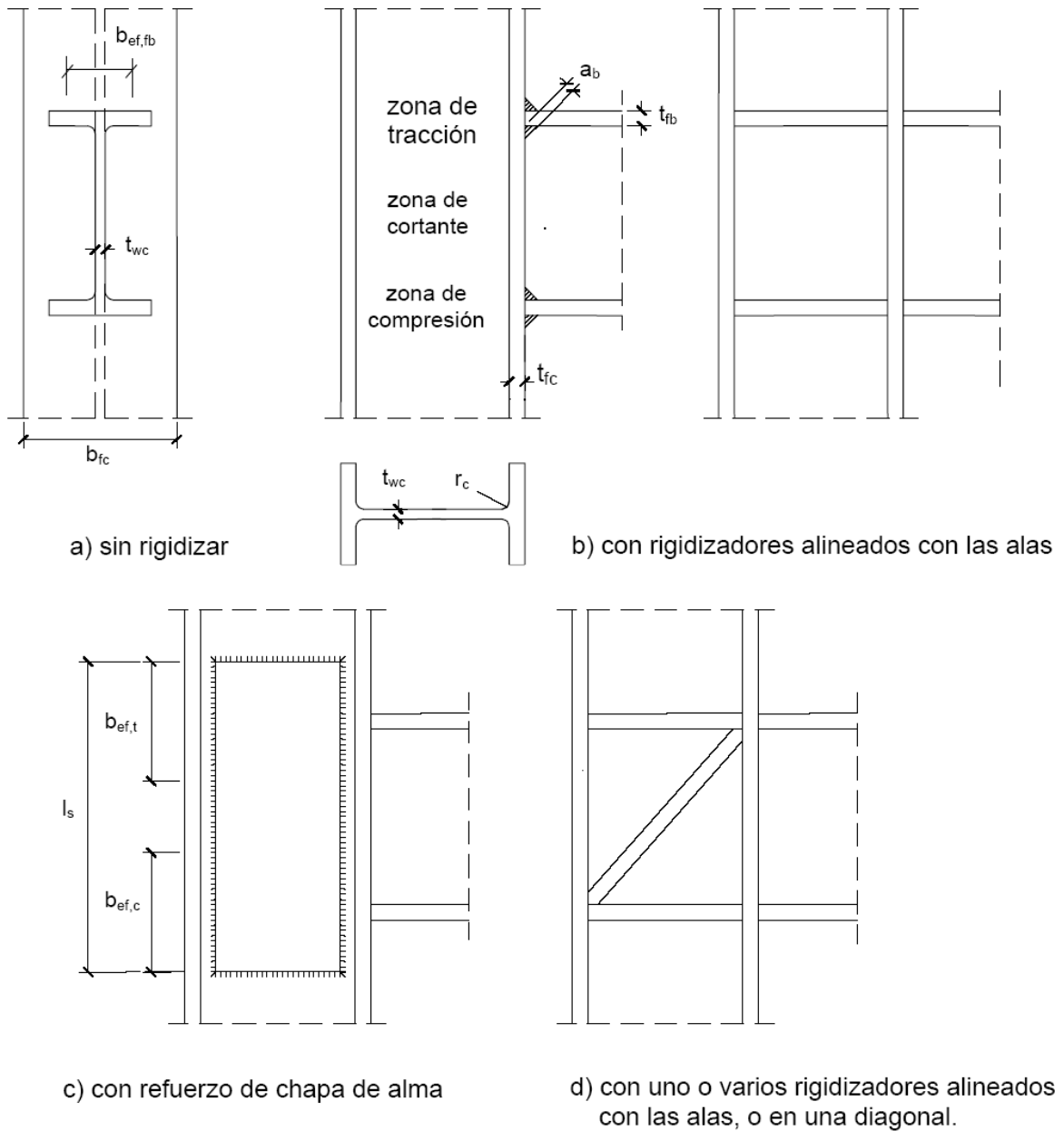
Fuente: Argüelles R, 1975

## Uniones viga-pilar atornilladas con chapa frontal (apdo. 8.8.6 CTE SE-A)



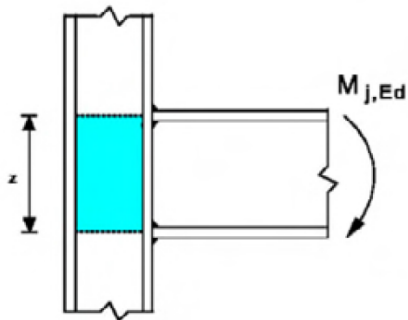
Fuente: CTE DB SE-A, 2006

**Uniones viga-pilar soldadas (apdo. 8.8.8 CTE DB SE-A)**

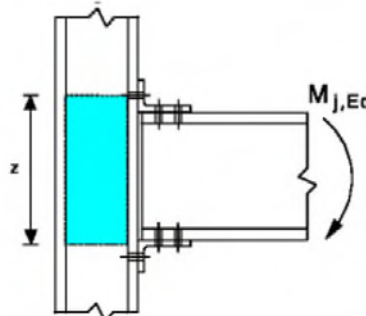


Fuente: CTE DB SE-A, 2006

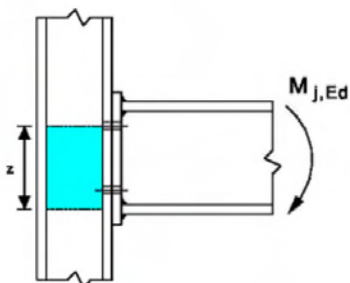
a) Uniones soldadas



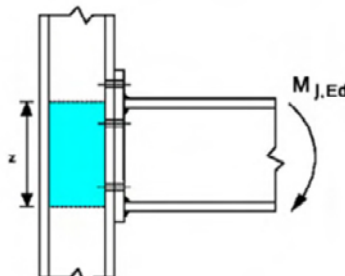
b) Uniones atornilladas con angulares de empalme en las alas



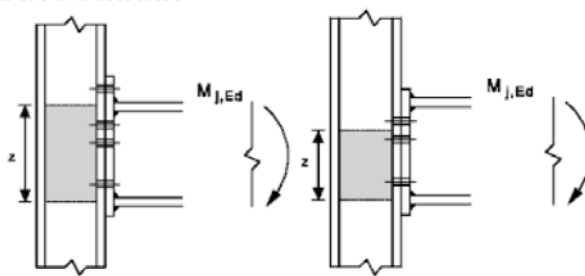
c) Unión atornillada con chapa frontal y una única fila de tornillos activa traccionada



d) Unión atornillada en chapa frontal con un canto superior al de la viga con solo dos filas de tornillos activas traccionadas



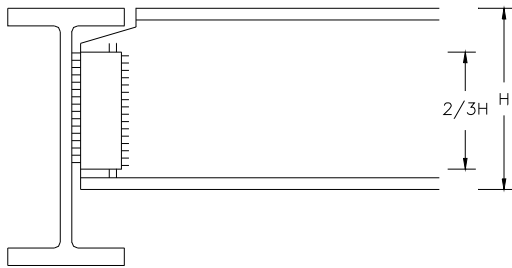
e) Otras uniones atornilladas con chapa frontal con dos o más filas de tornillos traccionadas



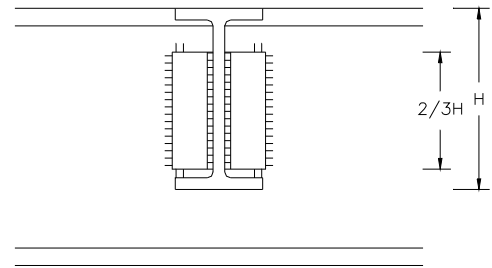
Fuente: CE, Anejo 26, 2021

## 5. BROCHALES

### Embrochalado en viga de acero

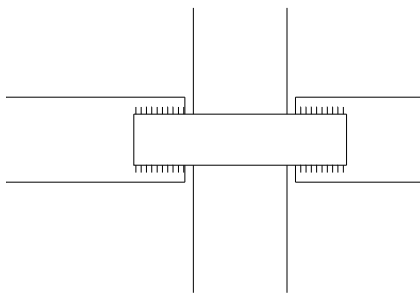


Seccion vertical

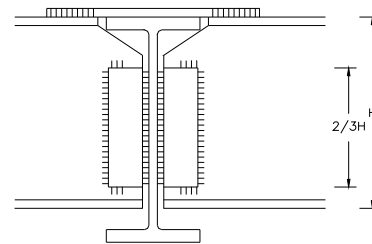


Seccion vertical

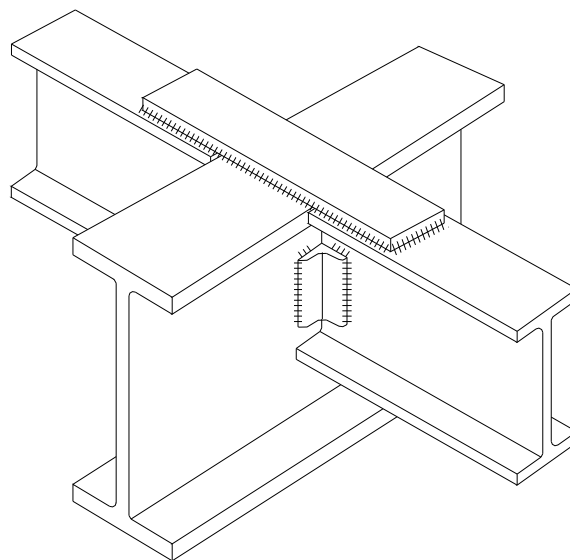
### Embrochalado de viga continua en viga de acero



Planta



Alzado



Fuente: NTE EA, 1997

## 6. NUDOS ACARTELADOS

- Es la forma tradicional de resolver los nudos de las estructuras trianguladas
- Se usa un plano de cartelas en celosías ligeras y dos planos en pesadas
- El uso de cartelas es necesario en uniones atornilladas, mientras que las uniones soldadas pueden ser directas o acarteladas.
- Tipos de nudos acartelados en celosías:
  - Nudo en cordón continuo  $\Rightarrow$  La cartela resiste el incremento de esfuerzos
  - Nudo con cambio de dirección del cordón  $\Rightarrow$  La cartela no resiste  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  Suplemento con cubrejuntas
- Dimensionamiento mediante criterios empíricos. Dos métodos:
  - Fórmula de la Teoría de Vigas

$$\sigma_{nom} = \frac{N}{A} + \frac{M}{I} \frac{b}{2} \leq f_{yd}$$

- Método de la anchura eficaz

$$\sigma_{nom} = \frac{N}{tb_{ef}} \leq f_{yd}$$

Aplicando el MEF puede demostrarse que  $\sigma_{real} < \sigma_{nom}$  (aunque ambas distribuciones de tensiones no tienen ningún parecido)