



[www.rothoblaas.com](http://www.rothoblaas.com)

# Estructuras de madera

## 9.1. Tipos de uniones

FACULTAD DE  
INGENIERIA



## **1. Tipos de uniones**

2. Uniones tradicionales

3. Elementos de fijación tipo clavija

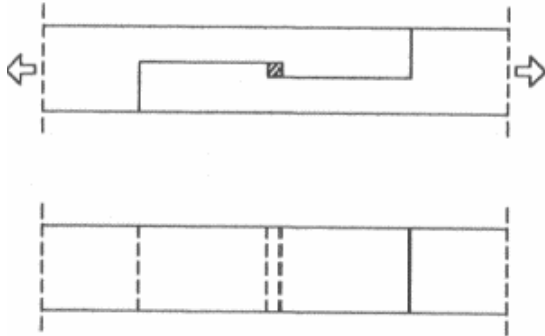
4. Uniones encoladas

## **9.1. Tipos de uniones**

## TIPOS DE UNIONES

Clasificación por el medio de unión empleado

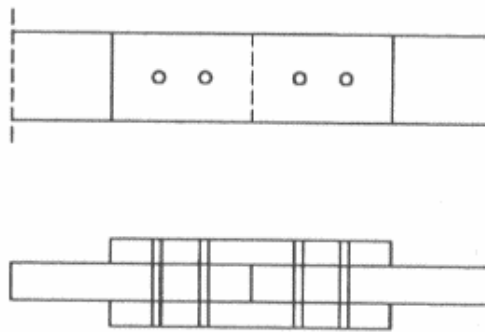
## tradicionales



Piezas unidas mediante un trabajo de **carpintería**:

- Ensamblés
- Empalmes
- Acoplamientos

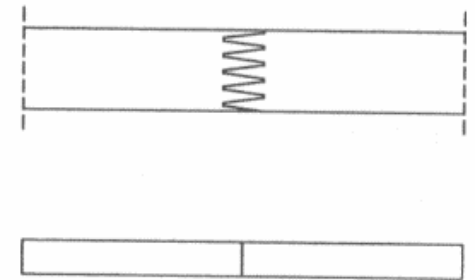
## mecánicas



Piezas unidas mediante **conectores** y **herrajes** para la transmisión de esfuerzos:

- **Tipo clavija**: clavos, pernos, tirafondos, conectores
- **De superficie**: Conectores de anillo, de placa, de placa dentada, etc
- **Herrajes**

## encoladas



Utilizan **adhesivos** para la transmisión de esfuerzos:

- MLE
- Barras encoladas
- etc

1. Tipos de uniones

**2. Uniones tradicionales**

3. Elementos de fijación tipo clavija

4. Uniones encoladas

## 9.1. Tipos de uniones

## TIPOS DE UNIONES

Clasificación por el medio de unión empleado

tradicionales

mecánicas

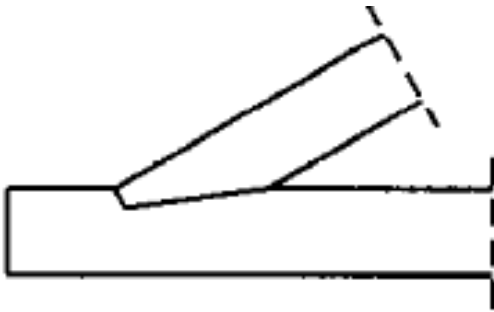
encoladas

Clasificación en función de la forma de encuentro

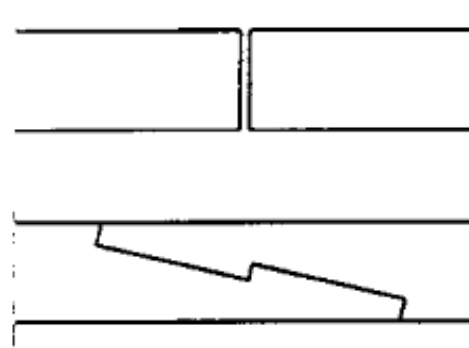
ensamble

empalme

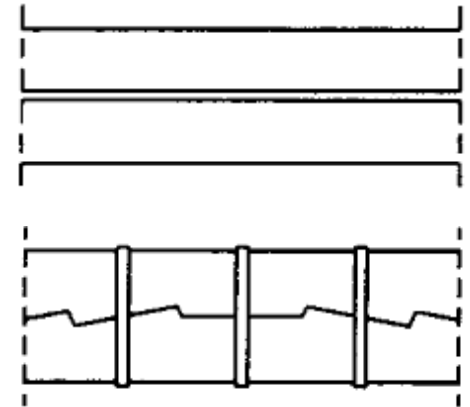
acoplamiento



Piezas cortadas formando un determinado ángulo



Piezas enlazadas por las testas



Piezas superpuestas por las caras

## TIPOS DE UNIONES

Clasificación por el medio de unión empleado

tradicionales

mecánicas

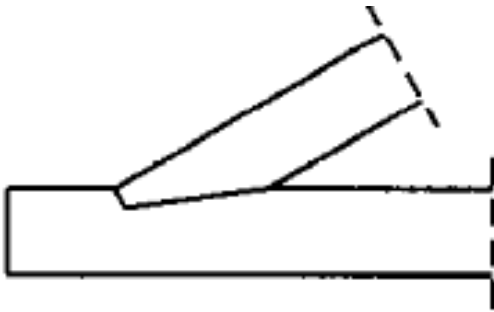
encoladas

Clasificación en función de la forma de encuentro

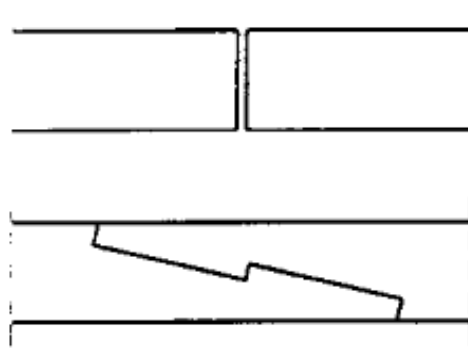
ensamble

empalme

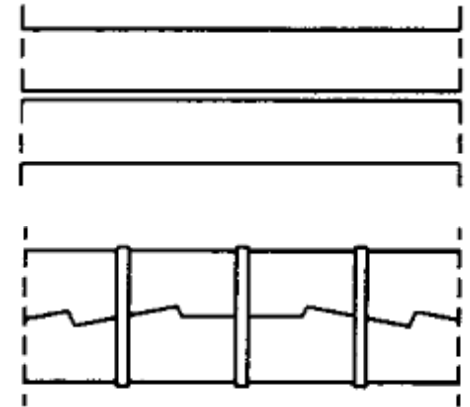
acoplamiento



Piezas cortadas formando un determinado ángulo



Piezas enlazadas por las testas



Piezas superpuestas por las caras

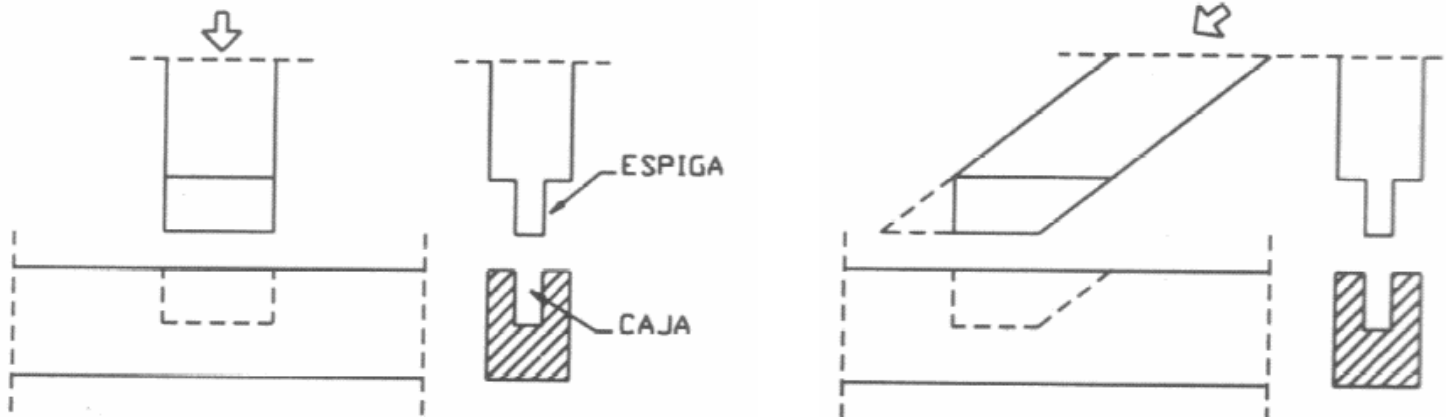
## UNIONES TRADICIONALES: Ensambles

## 1. Ensambles a compresión:

- Transmiten esfuerzos de compresión
- No funcionan si hay inversión de esfuerzos

- Transmisión del esfuerzo: tensiones en las superficies de contacto
- Las cajas evitan el deslizamiento de una pieza sobre la otra

## 1.1. Caja y espiga



CTE-SE-M,2009

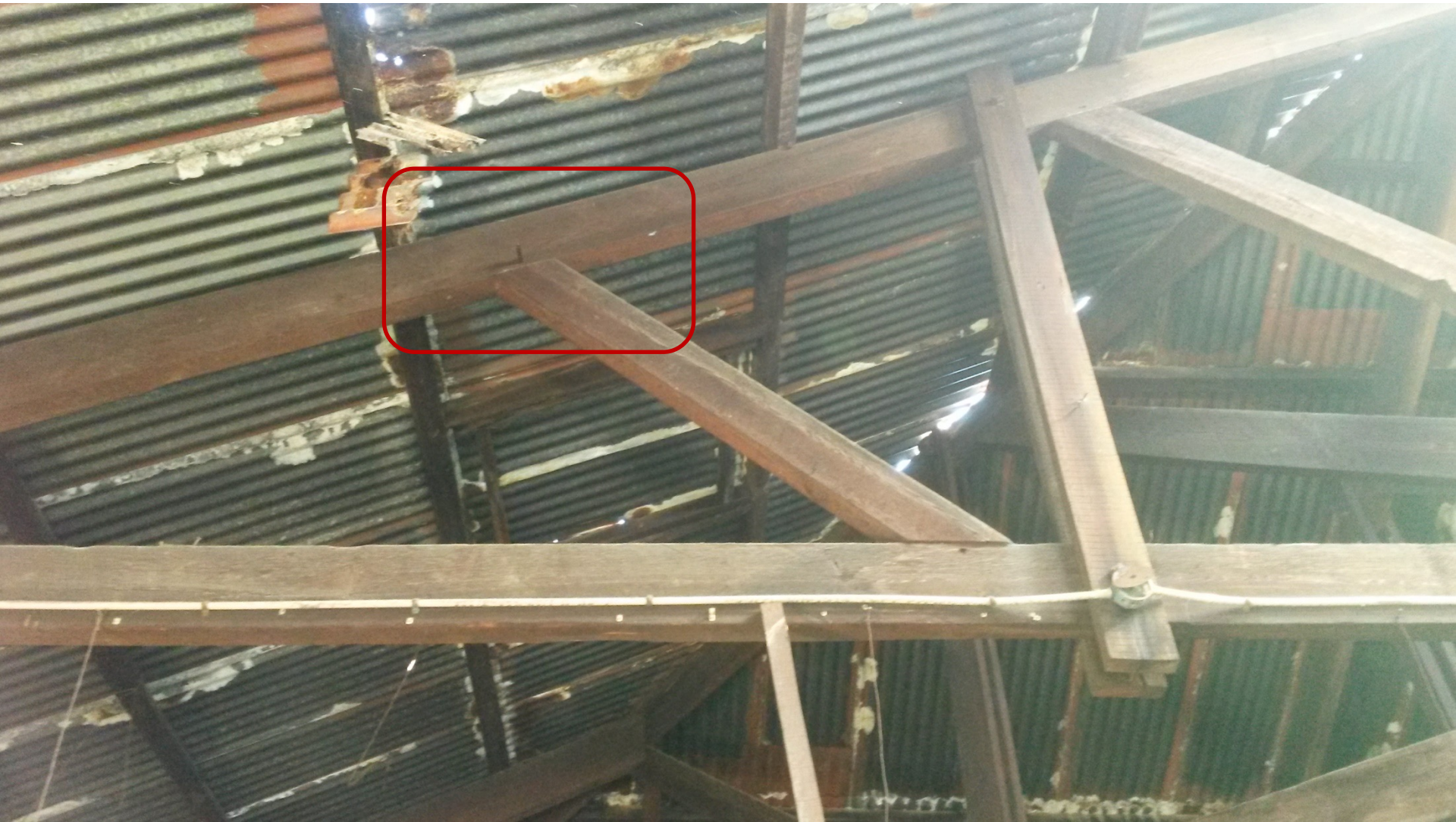
La profundidad de la espiga es ligeramente menor que la de la caja para evitar que el esfuerzo se concentre en ella

## 8.5.2 Tensiones de compresión localizadas

- 1 En el caso de uniones de empalme a tope y en prolongación entre piezas de madera sometidas a compresión (superficie de contacto perpendicular a la fibra) el valor de la resistencia de cálculo  $f_{c,0,d}$  (véase apartado 6.1.4), se limitará multiplicándolo por el factor 0,8.
- 2 En el caso de encuentro oblicuo entre las piezas la tensión a compresión oblicua se deducirá de la ecuación 6.20 del apartado 6.2.1, utilizando un valor de  $f_{c,0,d}$  reducido por 0,8.

## UNIONES TRADICIONALES: Ensamblés

### 1. Ensamblés a compresión:



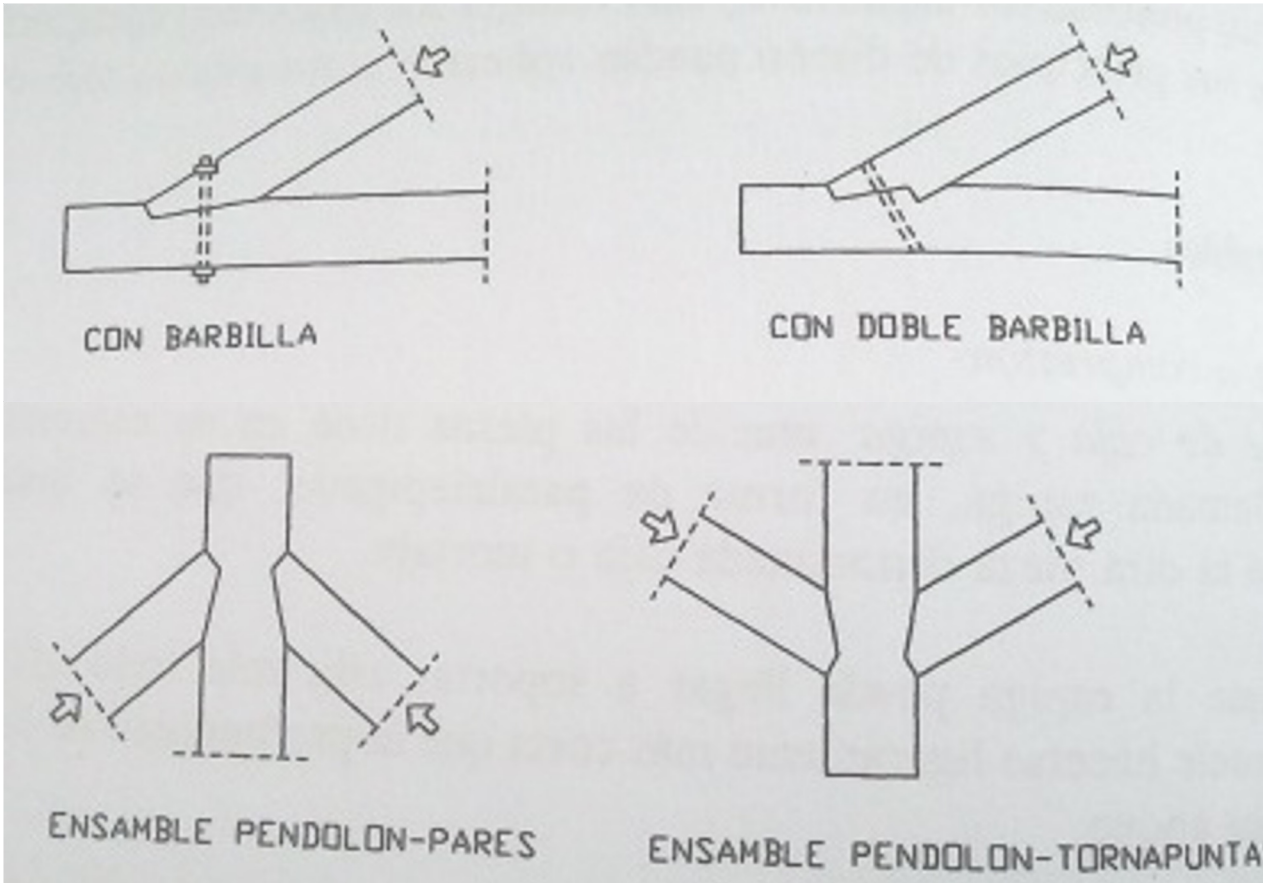


## UNIONES TRADICIONALES: Ensamblés

### 1. Ensamblés a compresión:

- Transmiten esfuerzos de compresión
- No funcionan si hay inversión de esfuerzos
- Transmisión del esfuerzo: tensiones en las superficies de contacto
- Las cajas evitan el deslizamiento de una pieza sobre la otra

### 1.2. En barbilla



- Todo el ancho de la pieza comprimida apoya sobre un rebaje de la pieza que la recibe

- Ventaja: no existe debilitamiento de la sección

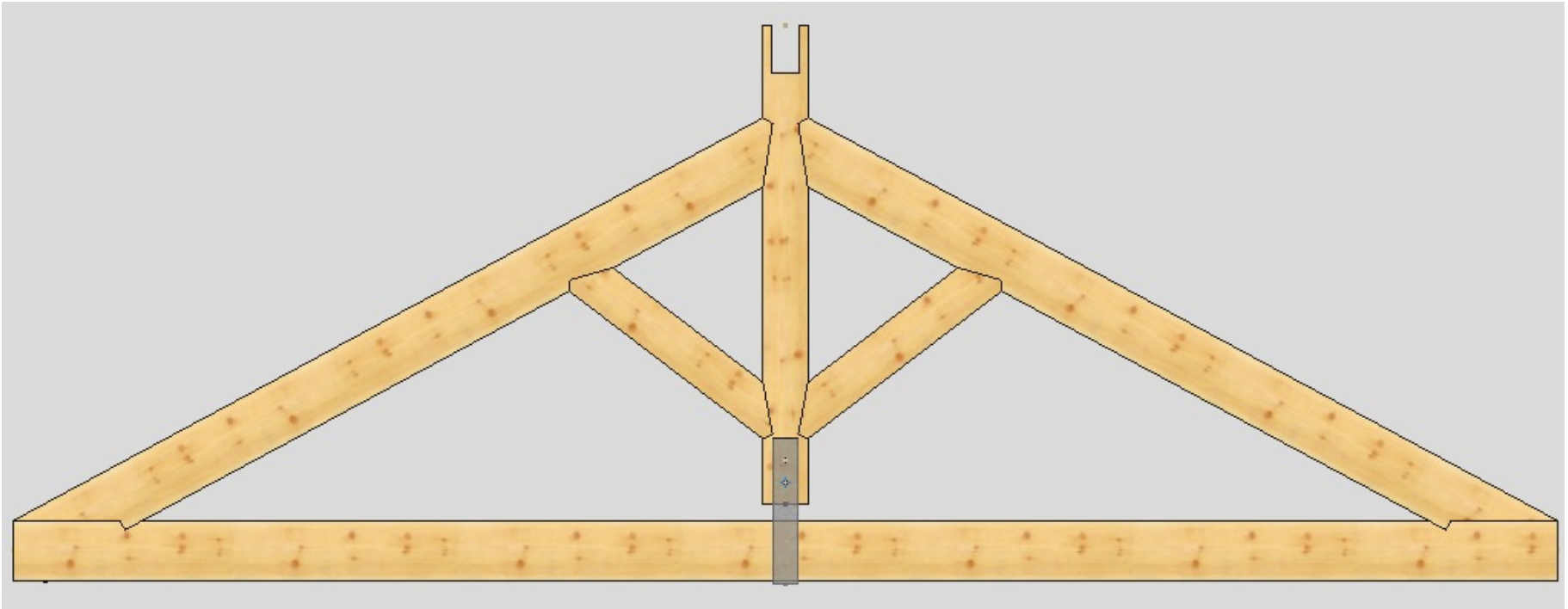
- Inconveniente: necesita pernos o tirafondos para mantener la unión

## UNIONES TRADICIONALES: Ensamblés

### 1. Ensamblés a compresión:

- Transmiten esfuerzos de compresión
- No funcionan si hay inversión de esfuerzos
- Transmisión del esfuerzo: tensiones en las superficies de contacto
- Las cajas evitan el deslizamiento de una pieza sobre la otra

### 1.2. En barbilla

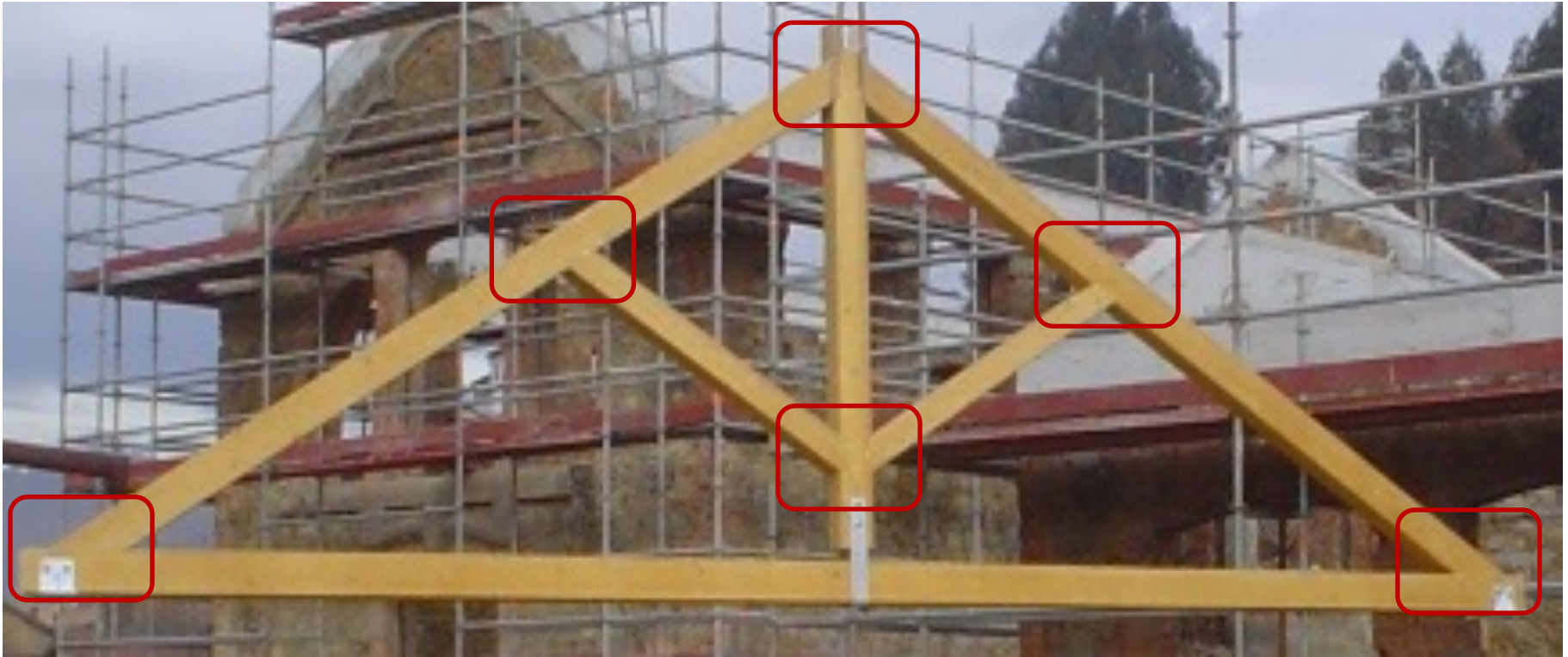


### UNIONES TRADICIONALES: Ensamblés

#### 1. Ensamblés a compresión:

- Transmiten esfuerzos de compresión
- No funcionan si hay inversión de esfuerzos
- Transmisión del esfuerzo: tensiones en las superficies de contacto
- Las cajas evitan el deslizamiento de una pieza sobre la otra

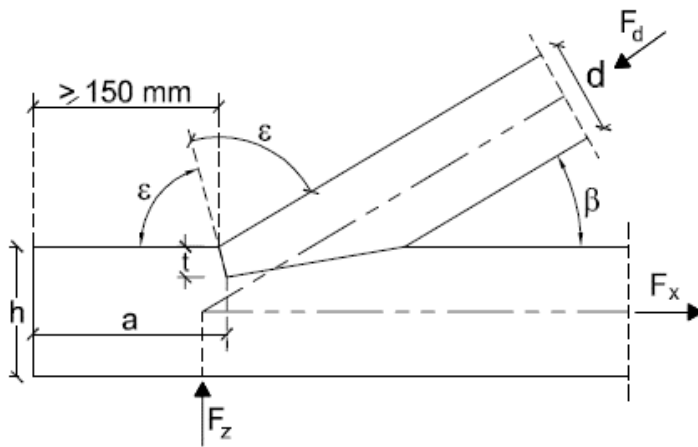
#### 1.2. En barbilla



## UNIONES TRADICIONALES: Ensambles

## 1. Ensambles a compresión:

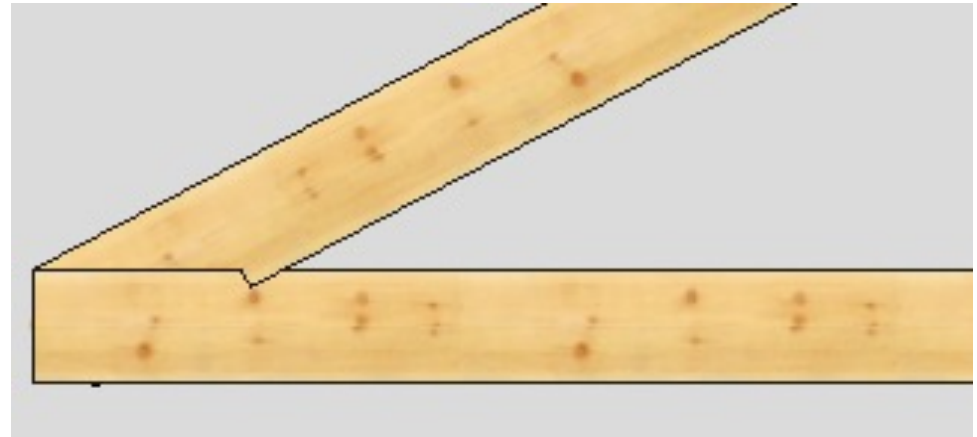
## 1.2. En barbilla



FRONTAL



TRASERO

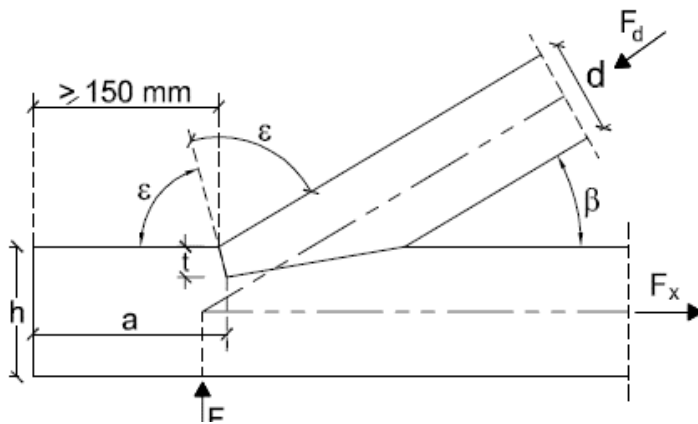


## UNIONES TRADICIONALES: Ensambles

### 1. Ensambles a compresión:

#### 1.2. En barbilla simple

#### Criterios de diseño:



FRONTAL



#### Embarbillado simple

$$t \leq h/4 \text{ para } \beta \leq 50^\circ$$

$$t \leq h/6 \text{ para } \beta \geq 60^\circ$$

Para valores intermedios se interpolará linealmente

a) Longitud del cogote:  $a \geq \frac{F_d \cdot \cos \beta}{b \cdot f_{v,d}}$

b) Profundidad de la barbilla:  $t \geq \frac{F_d \cdot \cos \beta}{b \cdot f_{c,\alpha,d}}$

tomando para el cálculo de  $f_{c,\alpha,d}$  el siguiente valor de  $\alpha$ :

$$\alpha = \frac{\beta}{2} \text{ en el caso de embarbillado simple}$$

c) Altura de la sección del par:  $d \geq \frac{F_d}{b \cdot f_{c,\alpha,d}}$

tomando para el cálculo de  $f_{c,\alpha,d}$  el siguiente valor de  $\alpha$ :

( $\alpha = \beta$ ) (tanto en embarbillado simple como en el doble)

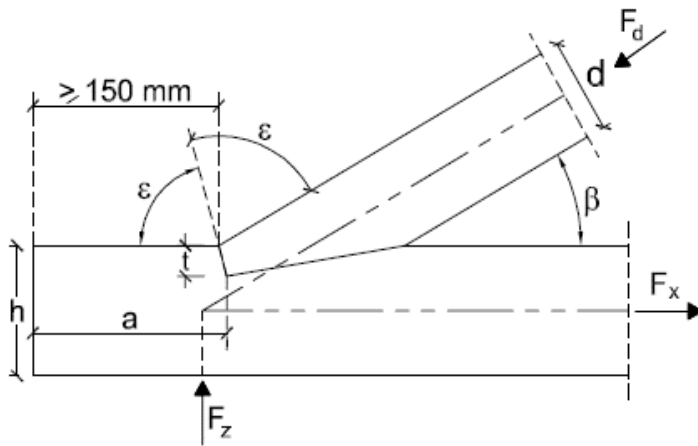
- b anchura de la pieza;
- $\beta$  ángulo entre par y tirante o piezas equivalentes |
- $f_{v,d}$  valor de cálculo de la resistencia a cortante;
- $f_{c,\alpha,d}$  valor de cálculo de la resistencia a compresión oblicua
- $F_d$  valor de cálculo de la compresión en el par o pieza equivalente.

# UNIONES TRADICIONALES: Ensamblés

## 1. Ensamblés a compresión:

### 1.2. En barbilla simple

### Cálculo simplificado:



$$\sigma_{c,90,d} = R_d / \ell \cdot b \leq f_{c,90,d}$$

$$\sigma_{c,o,d} = N_{t,d} / t \cdot b \leq f_{c,o,d}$$

$$\tau_d = N_{t,d} / a \cdot b \leq f_{v,d}$$

$$\ell \geq R_d / (b \cdot f_{c,90,d})$$

$$t \geq N_{t,d} / (b \cdot f_{c,o,d})$$

$$a \geq N_{t,d} / (b \cdot f_{v,d})$$

Argüelles y Arriaga, 2000

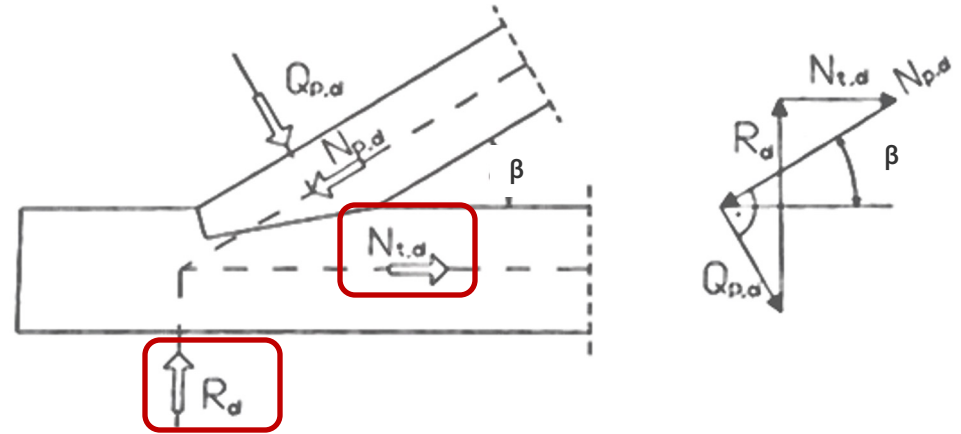
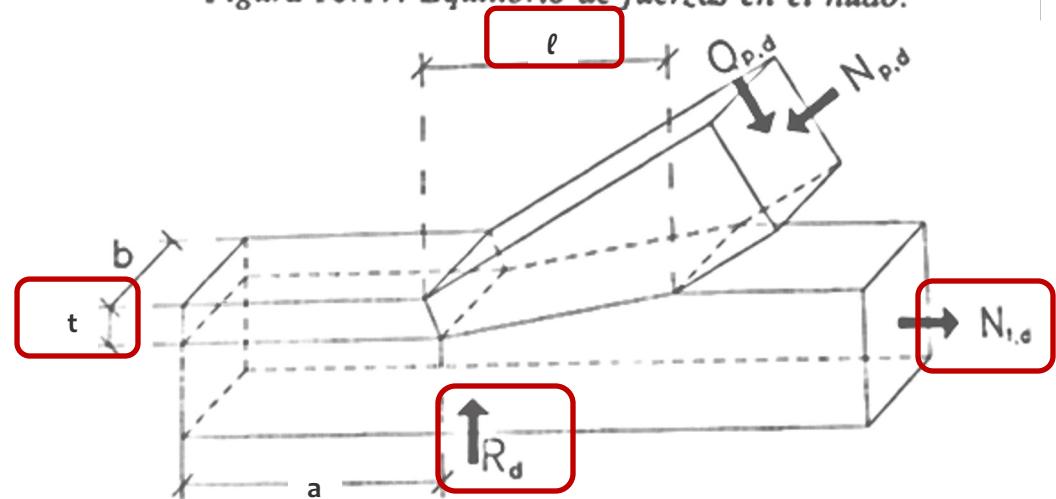


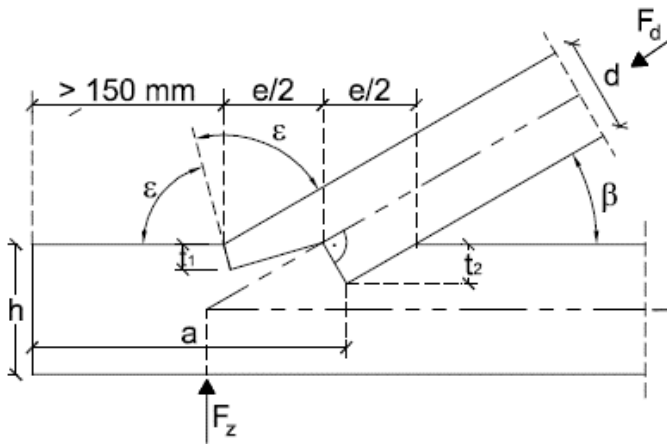
Figura 10.17. Equilibrio de fuerzas en el nudo.



## UNIONES TRADICIONALES: Ensambles

## 1. Ensambles a compresión:

## 1.2. En barbilla doble



DOBLE

**Embarbillado doble**

$$t_1 \leq h/6$$

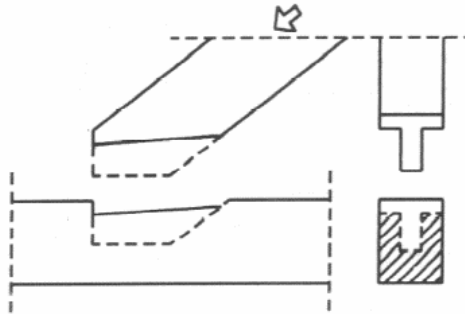
$$t_2 \leq h/4$$

$$\text{Además: } t_1 < t_2 - 10 \text{ mm}$$

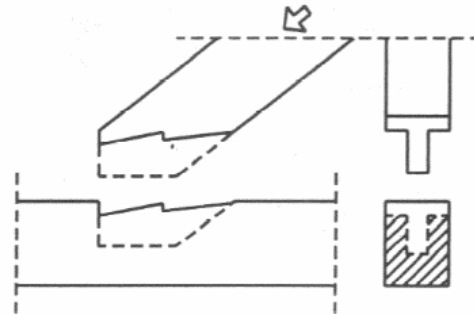
UNIONES TRADICIONALES: Ensamblajes

1. Ensamblajes a compresión:

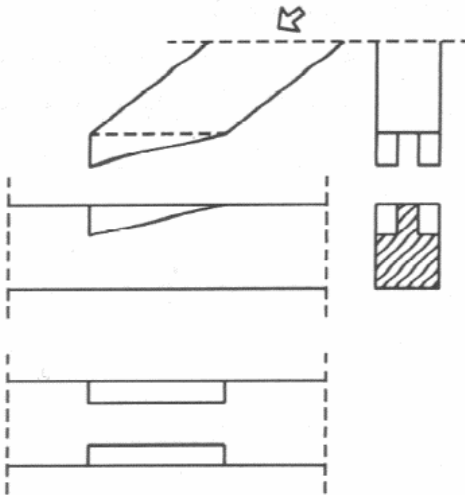
1.3. Caja y espiga con barbilla



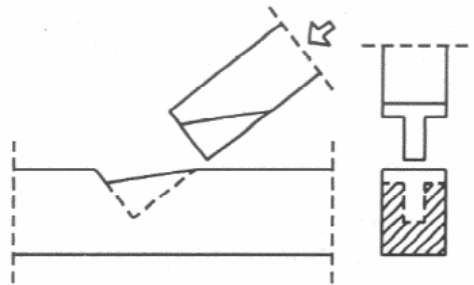
CAJA Y ESPIGA CON BARBILLA



CAJA Y ESPIGA CON DOBLE BARBILLA



BARBILLA EN TENEDOR



BARBILLA Y ESPIGA TRIANGULAR



## UNIONES TRADICIONALES: Ensamblés

Caja y espiga en una cercha

Galpón Banco Hipotecario Uruguay, Montevideo



## UNIONES TRADICIONALES: Ensamblés

Caja y espiga en una cercha

Galpón Banco Hipotecario Uruguay, Montevideo



## UNIONES TRADICIONALES: Ensamblés

Caja y espiga en una pieza sometida a flexión

Galpón Banco Hipotecario Uruguay, Montevideo



## UNIONES TRADICIONALES: Ensamblés

Caja y espiga en una pieza sometida a flexión

Galpón Banco Hipotecario Uruguay, Montevideo



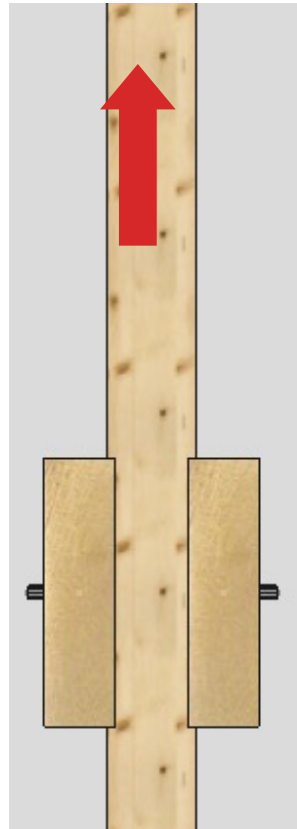
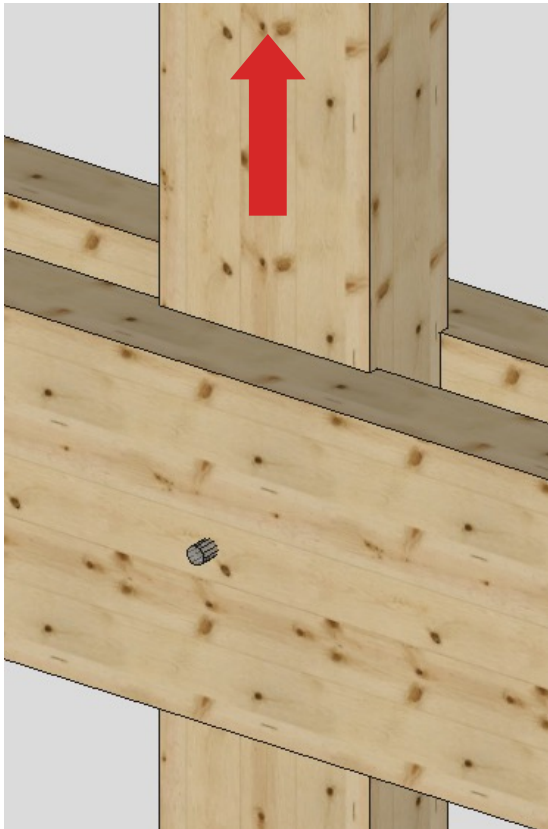
## UNIONES TRADICIONALES: Ensamblés

### 2. Ensamblés a tracción:

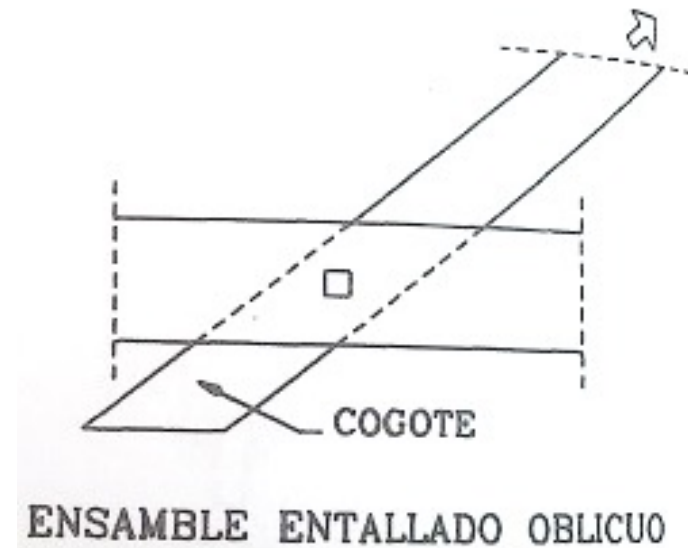
- La conexión entre ambas piezas se realiza mediante: pernos, chapas metálicas, ensambles en cola de milano o rebajes en las piezas

#### 2.1. Mediante rebaje de las piezas

##### A tracción entallados



- Pieza doble entre la que se coloca la pieza traccionada
- Rebajes en la pieza traccionada
- Perno para evitar deslizamiento entre las piezas



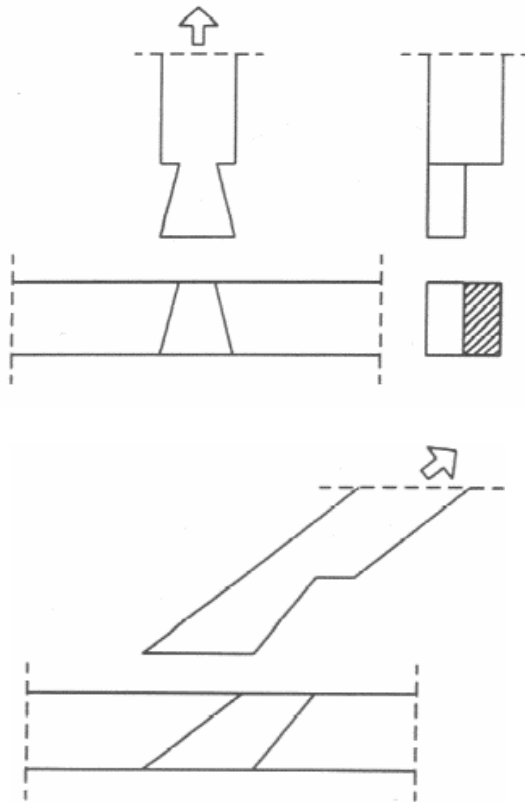
## UNIONES TRADICIONALES: Ensamblés

### 2. Ensamblés a tracción:

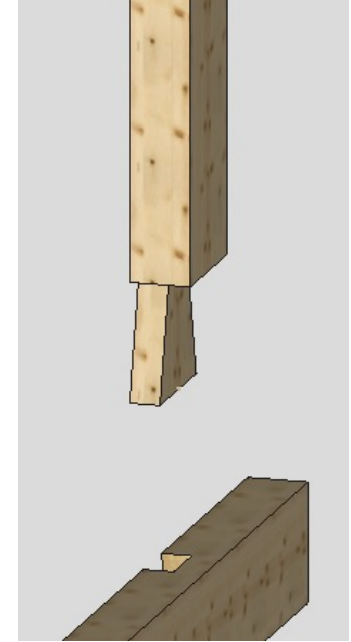
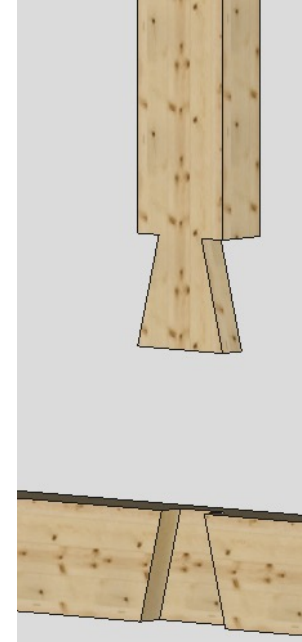
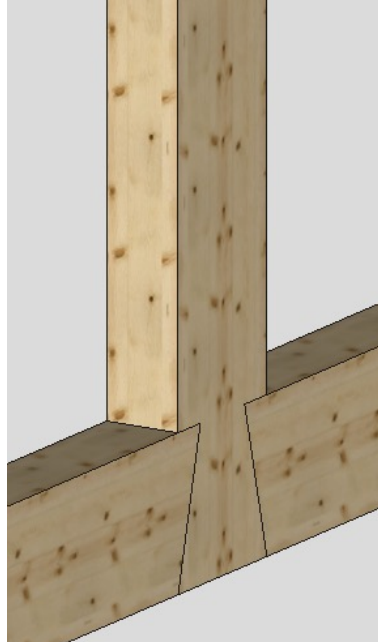
- La conexión entre ambas piezas se realiza mediante: pernos, chapas metálicas, ensambles en cola de milano o rebajes en las piezas

#### 2.2. En cola de milano

##### Cola de milano



- Una pieza presenta una espiga en forma de cola de milano en la mitad de la pieza
- La otra pieza tiene un rebaje con esta forma en la mitad de la pieza



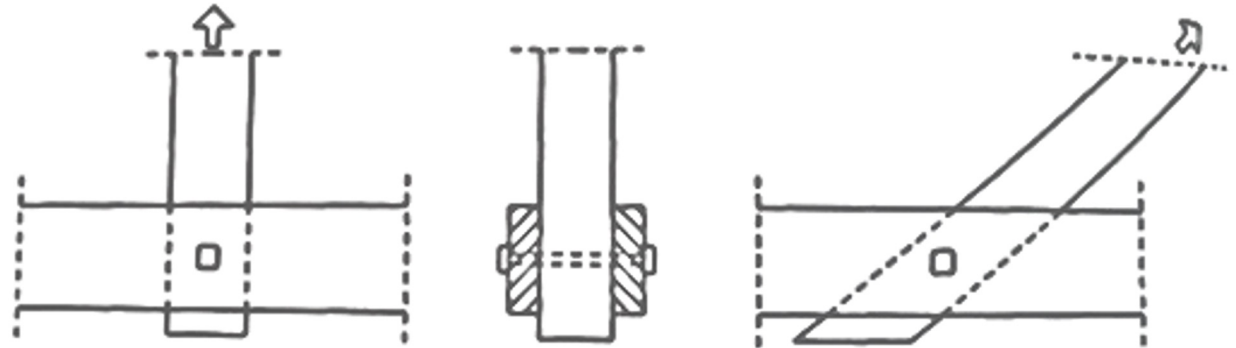
## UNIONES TRADICIONALES: Ensambles

### 2. Ensambles a tracción:

- La conexión entre ambas piezas se realiza mediante: pernos, chapas metálicas, ensambles en cola de milano o rebajes en las piezas

#### 2.3. Mediante pernos

A tracción con pernos



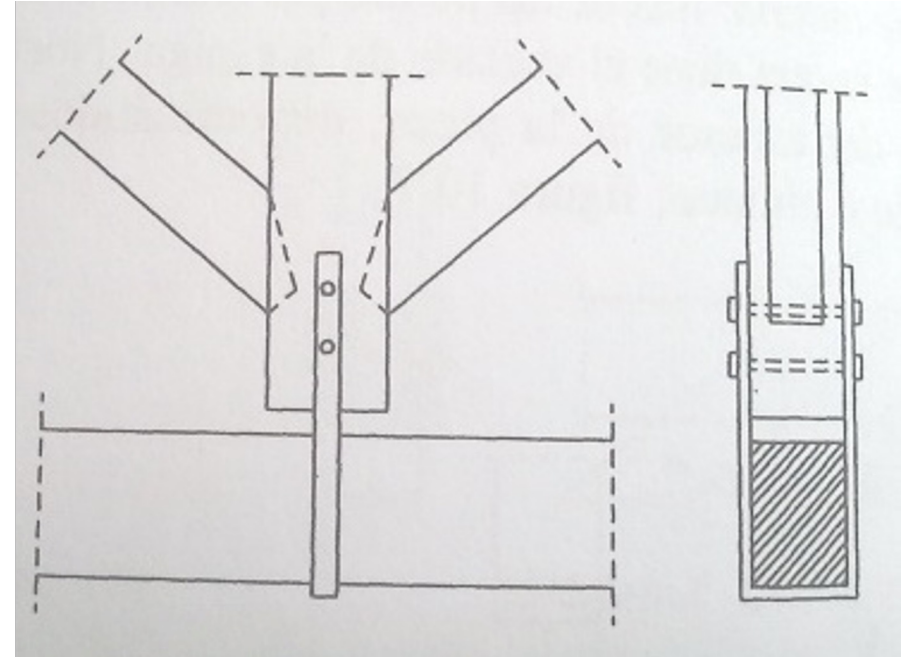
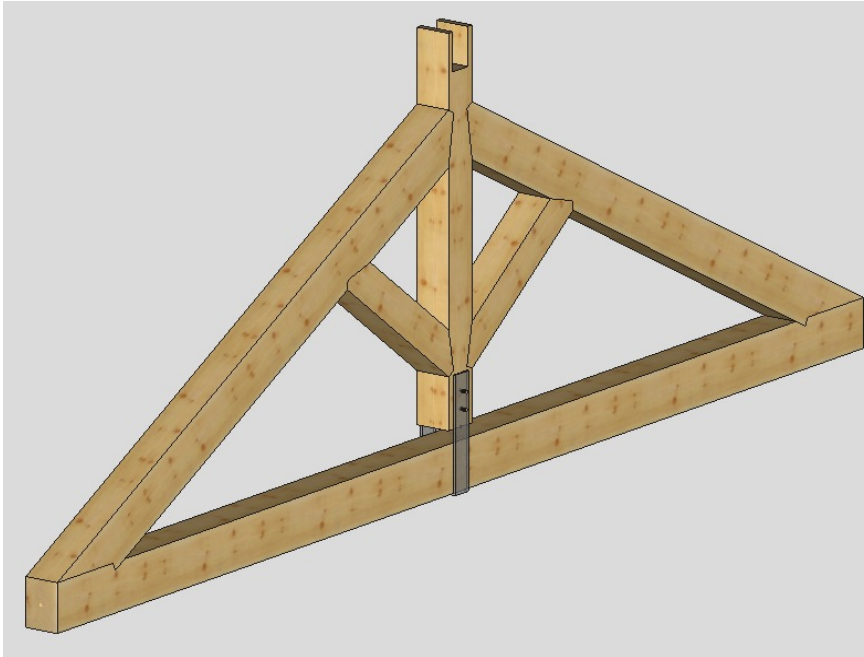
- Comprobación de que los pernos son capaces de transmitir el esfuerzo

## UNIONES TRADICIONALES: Ensambles

## 2. Ensambles a tracción:

- La conexión entre ambas piezas se realiza mediante: pernos, chapas metálicas, ensambles en cola de milano o rebajes en las piezas

## 2.4. De cuelgue de tirante







## UNIONES TRADICIONALES: Ensamblés

Ensamble de cuelgue y tirante

Galpón Banco Hipotecario Uruguay, Montevideo



# TIPOS DE UNIONES

## Clasificación por el medio de unión empleado

**tradicionales**

mecánicas

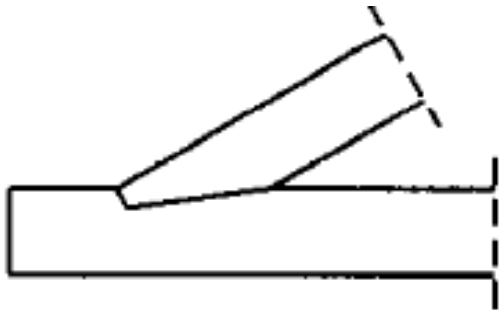
encoladas

## Clasificación en función de la forma de encuentro

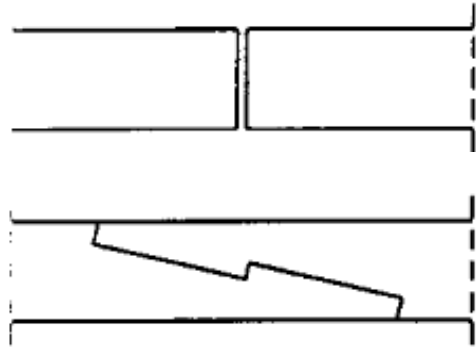
ensamble

**empalme**

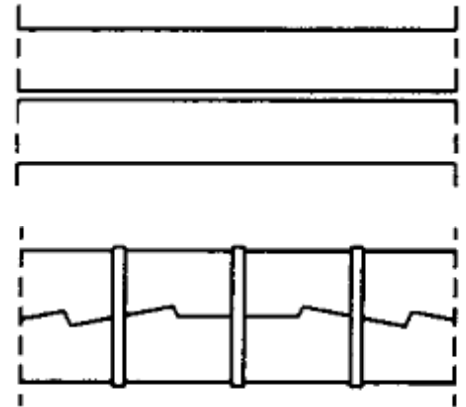
acoplamiento



Piezas cortadas formando un determinado ángulo



Piezas enlazadas por las testas

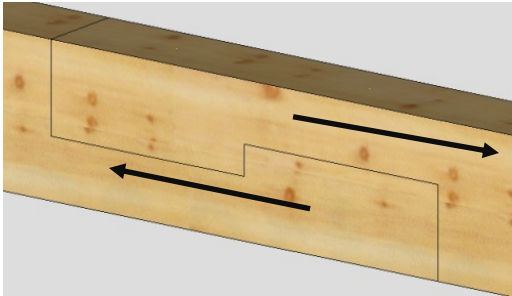


Piezas superpuestas por las caras

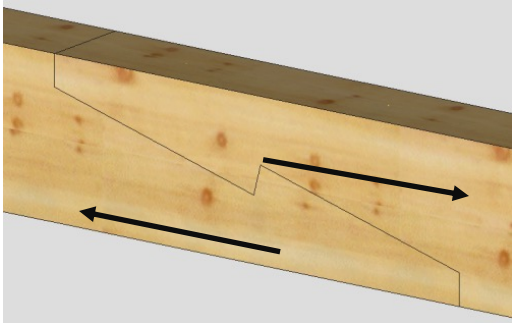
## UNIONES TRADICIONALES: Empalmes (uniones por las testas)

### 1. Empalmes entre piezas traccionadas:

#### Empalme en rayo de Júpiter



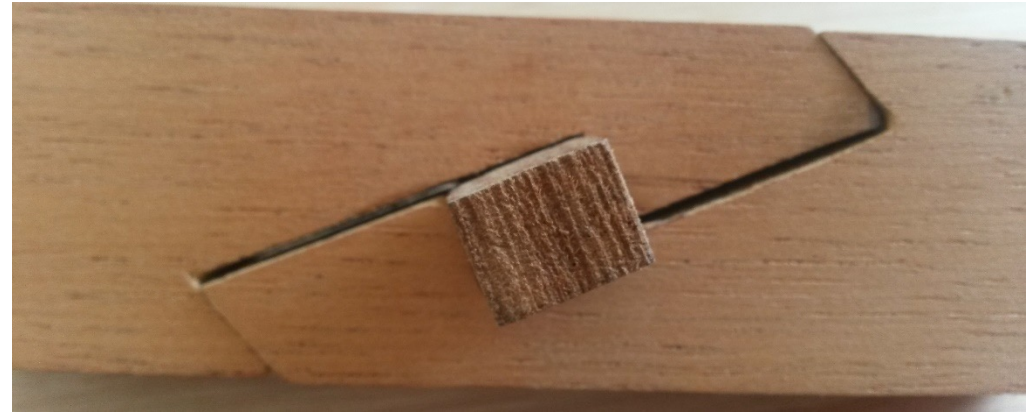
recto



inclinado



con cuña





Cubierta del mercado de ganado de El Prado,  
Montevideo





## UNIONES TRADICIONALES: Empalmes (uniones por las testas)

Rayo de Júpiter

Galpón Banco Hipotecario Uruguay, Montevideo



## UNIONES TRADICIONALES: Empalmes (uniones por las testas)

Rayo de Júpiter

Galpón Banco Hipotecario Uruguay, Montevideo





## UNIONES TRADICIONALES: Empalmes (uniones por las testas)

Rayo de Júpiter

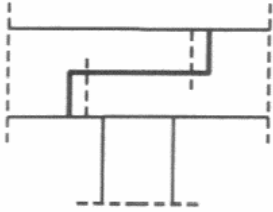
Galpón Banco Hipotecario Uruguay, Montevideo



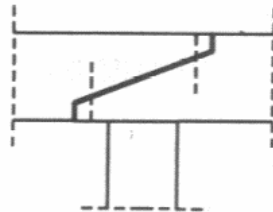
## UNIONES TRADICIONALES: Empalmes (uniones por las testas)

### 2. Empalmes entre vigas sobre apoyos:

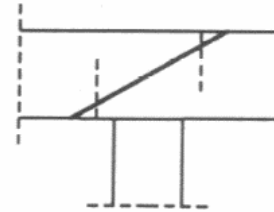
- Los empalmes en piezas sometidas a flexión deben de realizarse sobre apoyos
- Fijación de ambas piezas mediante clavado o atornillado



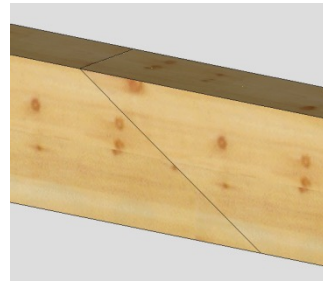
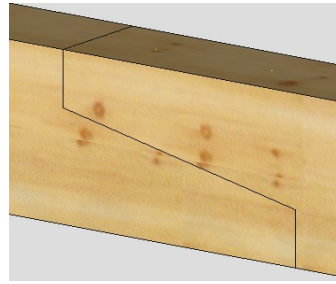
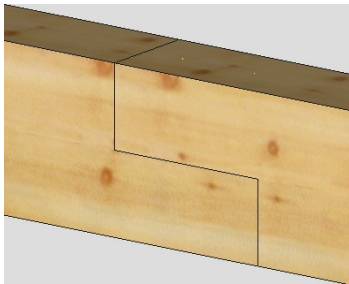
Media madera



Gerber



Diagonal





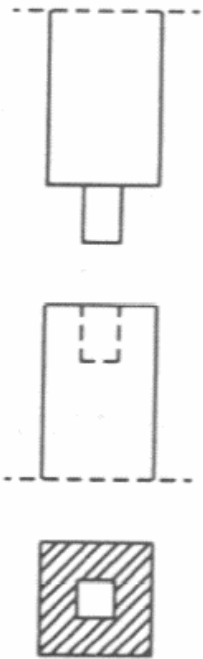
Establecer la altura del empotrado

## UNIONES TRADICIONALES: Empalmes (uniones por las testas)

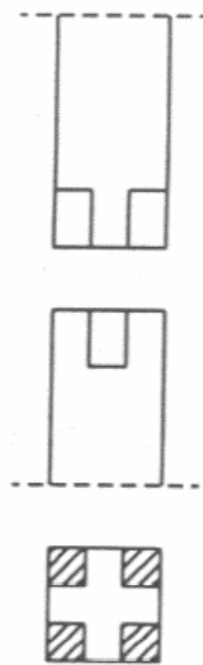
### 3. Empalmes entre piezas comprimidas:

- No es muy habitual
- Normalmente se acompañan de herrajes metálicos

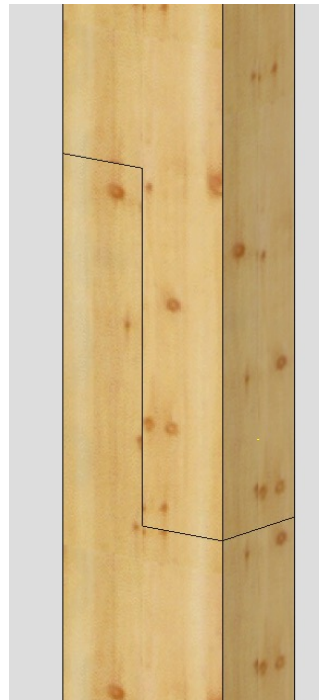
Caja y espiga



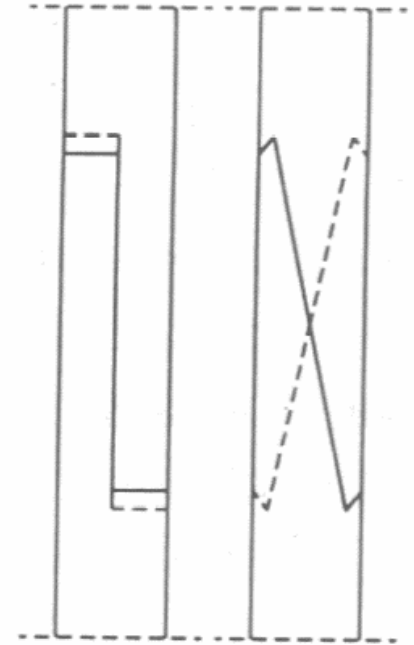
Caja en cruz



Media madera



Med.mad.+doble ángulo



# TIPOS DE UNIONES

## Clasificación por el medio de unión empleado

**tradicionales**

mecánicas

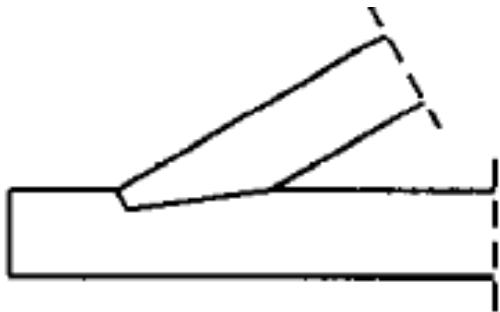
encoladas

## Clasificación en función de la forma de encuentro

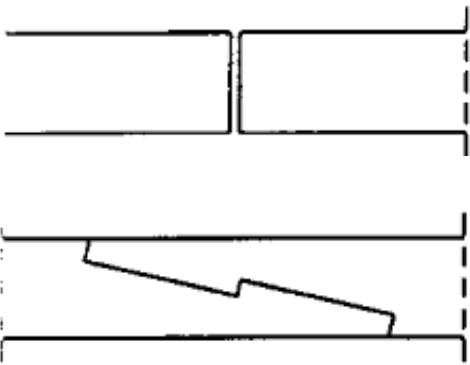
ensamble

empalme

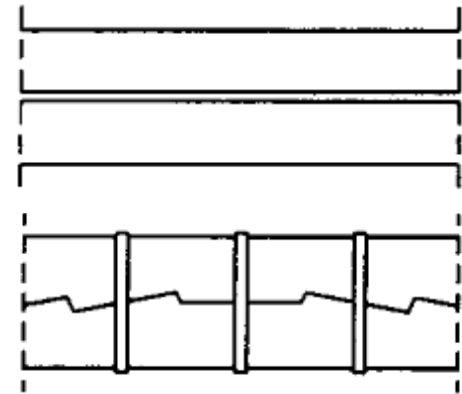
**acoplamiento**



Piezas cortadas formando un determinado ángulo



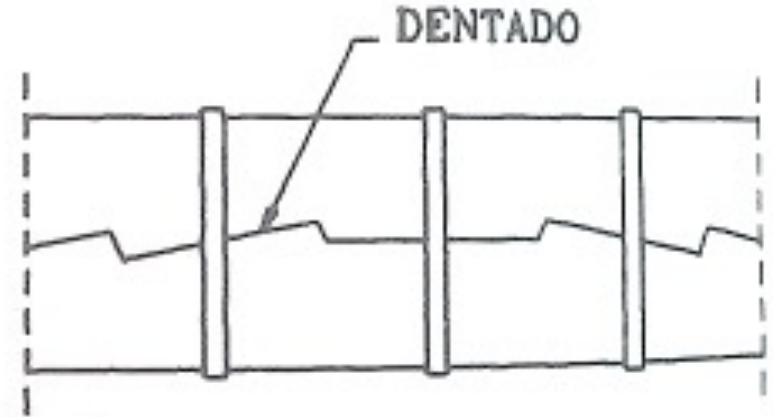
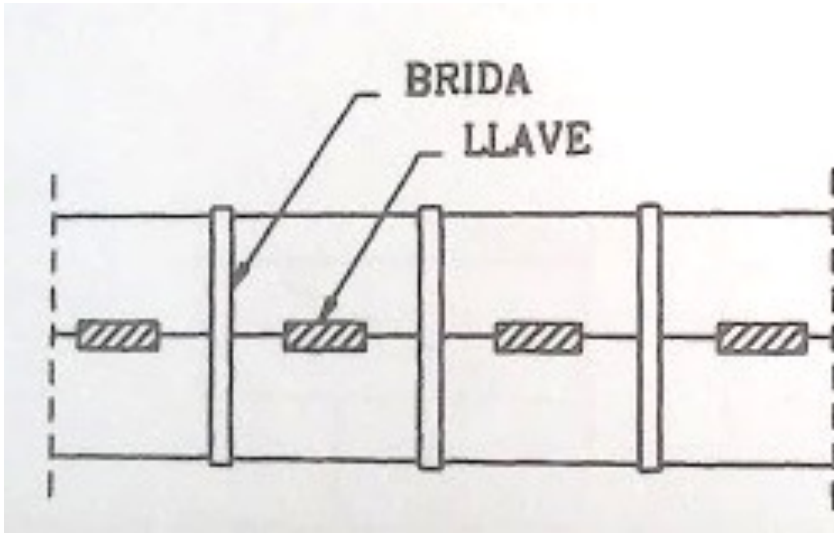
Piezas enlazadas por las testas



Piezas superpuestas por las caras

**UNIONES TRADICIONALES: Acoplamientos**

- Unión de dos piezas por sus caras para formar una sección mayor
- Unión a través de dentados de llaves o dentados de madera y afianzados con bridas
- Un ejemplo típico serían las vigas de madera laminada encolada



1. Tipos de uniones

2. Uniones tradicionales

**3. Elementos de fijación tipo clavija**

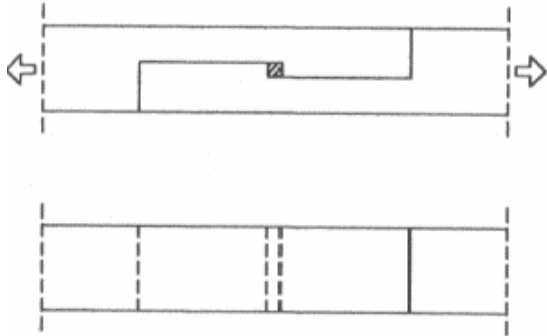
4. Uniones encoladas

## 9.1. Tipos de uniones

## TIPOS DE UNIONES

### Clasificación por el medio de unión empleado

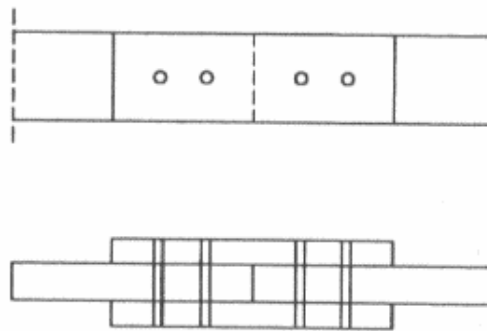
#### tradicionales



Piezas unidas mediante un trabajo de **carpintería**:

- Ensamblés
- Empalmes
- Acoplamientos

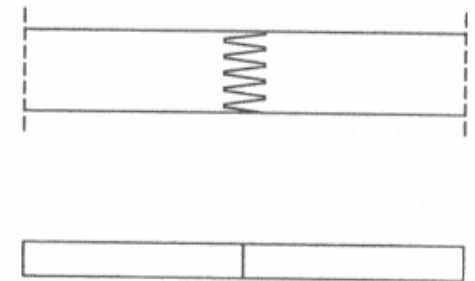
#### mecánicas



Piezas unidas mediante **conectores** y **herrajes** para la transmisión de esfuerzos:

- Tipo clavija**: clavos, pernos, tirafondos, conectores
- De superficie**: Conectores de anillo, de placa, de placa dentada, etc

#### encoladas



Utilizan **adhesivos** para la transmisión de esfuerzos:

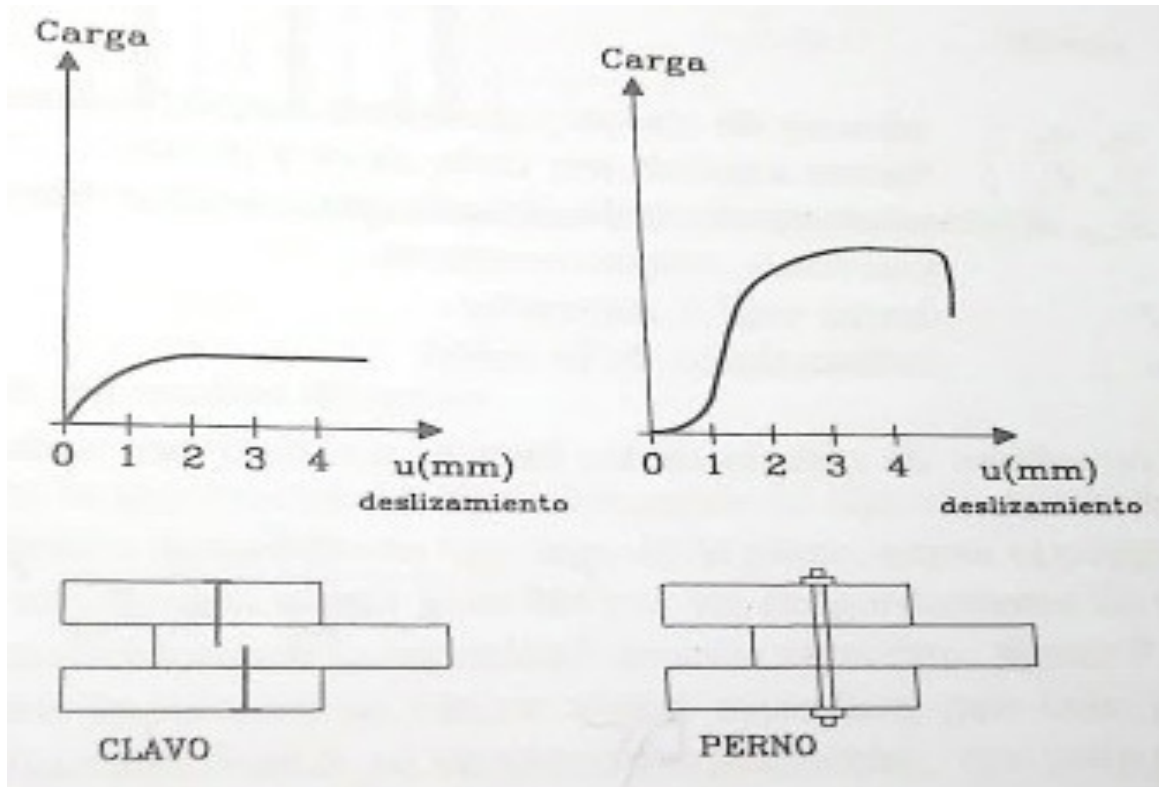
- MLE
- Barras encoladas
- etc



## TIPOS DE UNIONES

## Deslizamiento de las uniones

- Cada medio de unión tiene unas características de rigidez diferentes: las uniones encoladas son más rígidas que las de fijación tipo clavija.
- Los medios de unión tipo clavija necesitan ciertos deslizamientos para transmitir los esfuerzos que reciben.
- Estos deslizamientos suponen un incremento de las deformaciones en las estructuras de madera (ej. Cerchas, uniones en corona, etc.)



## TIPOS DE UNIONES

tradicionales

mecánicas

encoladas

## 1.1. TIPO CLAVIJA: Clavos

a) FUSTE LISO



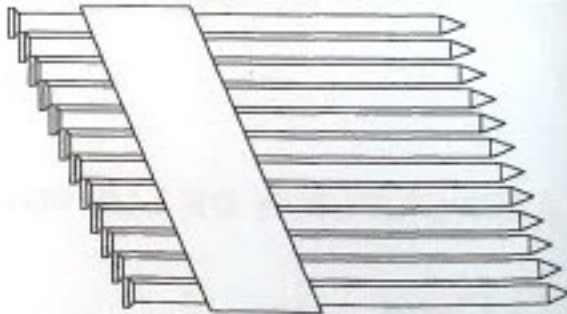
b) FUSTE CON RESALTOS



c) FUSTE HELICOIDAL



d) PEINE DE CLAVOS PARA PISTOLA NEUMÁTICA



- Medio de unión más común en diafragmas formados por tablero de cerramiento y entramado de muro, forjado o cubierta.

## TIPOS DE UNIONES

tradicionales

mecánicas

encoladas

## 1.1. TIPO CLAVIJA: Clavos



longitud mm	diámetro mm	longitud mm	diámetro mm	longitud mm	diámetro mm
25	2,18	54	3,75	89	3,32
32	2,03	57	2,51	89	4,41
32	2,66	57	3,75	95	3,32
38	2,18	60	2,87	101	3,75
38	2,66	63	2,66	114	3,75
41	2,66	63	3,04	127	3,75
44	2,18	70	3,04		
47	2,33	76	3,04		
47	2,51	76	3,32		
50	2,51	82	3,04		
50	2,87	82	3,75		

Tabla 11.1. Ejemplo de gama dimensional de clavos.



## TIPOS DE UNIONES

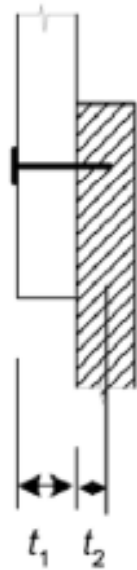
tradicionales

mecánicas

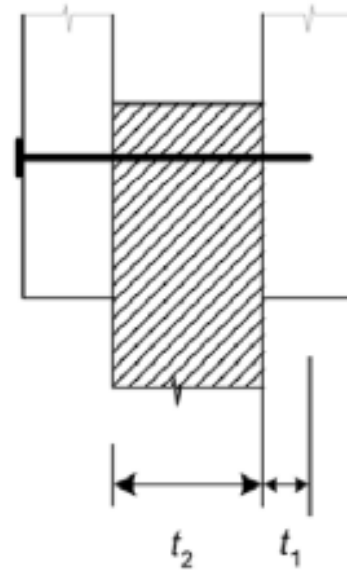
encoladas

## 1.1. TIPO CLAVIJA: Clavos

## UNIONES CLAVADAS MADERA-MADERA



(a)



(b)

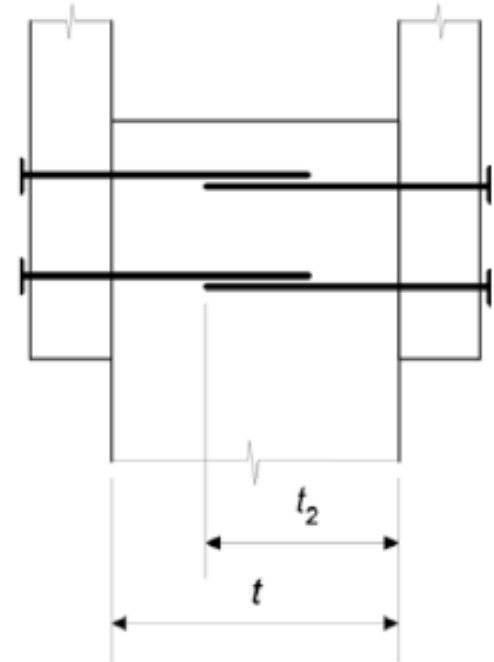


Fig. 8.5 – Clavos solapados

Fig. 8.4 – Definición de  $t_1$  y  $t_2$  (a) unión de cortadura simple, (b) unión de cortadura doble



## TIPOS DE UNIONES

tradicionales

mecánicas

encoladas

Tabla 8.2  
Separaciones y distancias mínimas a los bordes y a la testa para los clavos

Separación o distancia (véase la figura 8.7)	Ángulo $\alpha$	Separación o distancia mínimas a la testa o al borde		
		Sin pretaladro		Con pretaladro
		$\rho_k \leq 420 \text{ kg/m}^3$	$420 \text{ kg/m}^3 < \rho_k \leq 500 \text{ kg/m}^3$	
Separación $a_1$ (paralela a la fibra)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$d < 5 \text{ mm}$ : $(5+5  \cos \alpha ) d$ $d \geq 5 \text{ mm}$ : $(5+7  \cos \alpha ) d$	$(7+8  \cos \alpha ) d$	$(4+  \cos \alpha ) d$
Separación $a_2$ (perpendicular a la fibra)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$5d$	$7d$	$(3+  \sin \alpha ) d$
Distancia $a_{3,t}$ (testa cargada)	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$(10+ 5 \cos \alpha) d$	$(15+ 5 \cos \alpha) d$	$(7+ 5 \cos \alpha) d$
Distancia $a_{3,c}$ (testa no cargada)	$90^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	$10d$	$15d$	$7d$
Distancia $a_{4,t}$ (borde cargado)	$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	$d < 5 \text{ mm}$ : $(5+2 \sin \alpha) d$ $d \geq 5 \text{ mm}$ : $(5+ 5 \sin \alpha) d$	$d < 5 \text{ mm}$ : $(7+2 \sin \alpha) d$ $d \geq 5 \text{ mm}$ : $(7+ 5 \sin \alpha) d$	$d < 5 \text{ mm}$ : $(3+ 2 \sin \alpha) d$ $d \geq 5 \text{ mm}$ : $(3+ 4 \sin \alpha) d$
Distancia $a_{4,c}$ (borde no cargado)	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$5d$	$7d$	$3d$

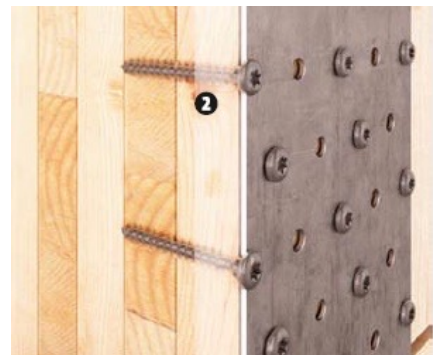
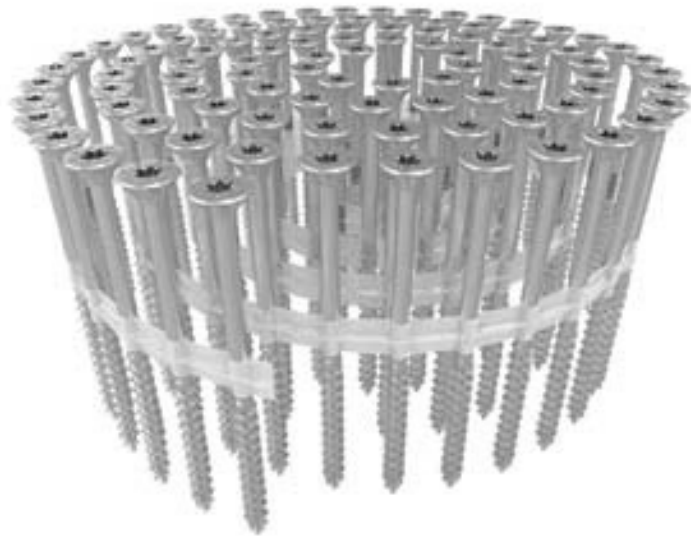
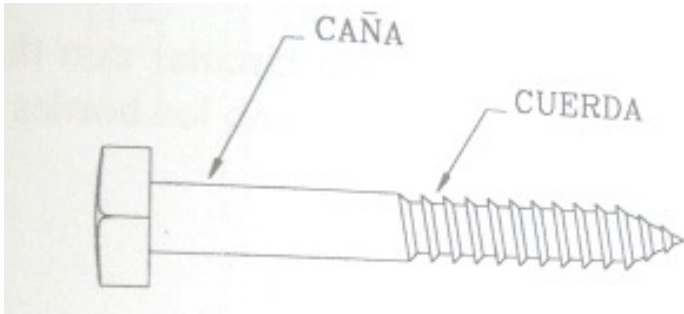
# TIPOS DE UNIONES

tradicionales

**mecánicas**

encoladas

## 1.2. TIPO CLAVIJA: **Tirafondos**



## TIPOS DE UNIONES

tradicionales

mecánicas

encoladas

## 1.2. TIPO CLAVIJA: Tirafondos

UNIONES MADERA-MADERA: DISPOSICIÓN

 $d < 8\text{mm}$ 

TORNILLOS

 $d \geq 8\text{mm}$ 

PERNOS

Tabla 8.6

Valores mínimos de las separaciones y de las distancias a los bordes para tirafondos con carga axial

Tirafondos introducidos	Separación mínima	Distancia mínima al borde
Con ángulo recto respecto a la fibra	$4d$	$4d$
En la testa	$4d$	$2,5d$



## TIPOS DE UNIONES

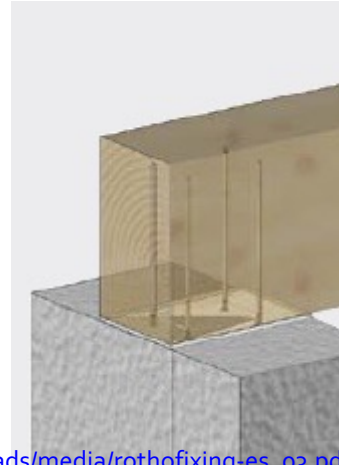
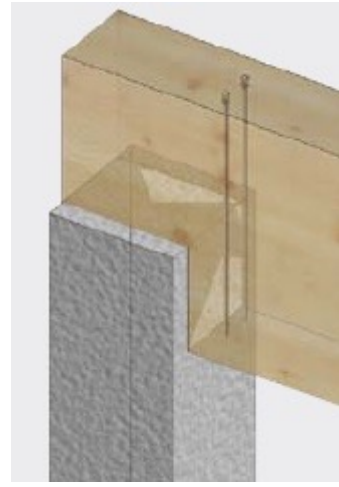
tradicionales

**mecánicas**

encoladas

1.2. TIPO CLAVIJA: **Tirafondos**

**USOS**



[http://www.rothoblaas.com/uploads/media/rothofixing-es\\_03.pdf](http://www.rothoblaas.com/uploads/media/rothofixing-es_03.pdf)

# TIPOS DE UNIONES

tradicionales

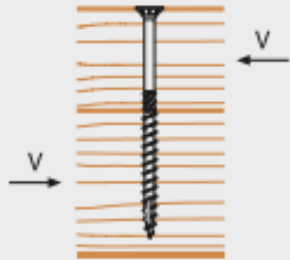
mecánicas

encoladas

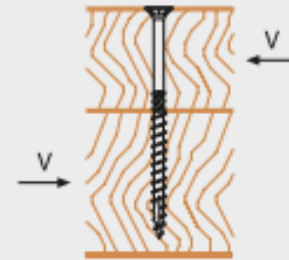
## 1.2. TIPO CLAVIJA: Tirafondos

[http://www.rothoblaas.com/uploads/media/rothofixing-es\\_03.pdf](http://www.rothoblaas.com/uploads/media/rothofixing-es_03.pdf)

### DISTANCIAS MÍNIMAS ACONSEJADAS TORNILLOS (APRETADOS DE CORTE - UNIÓN MADERA-MADERA)\*\*



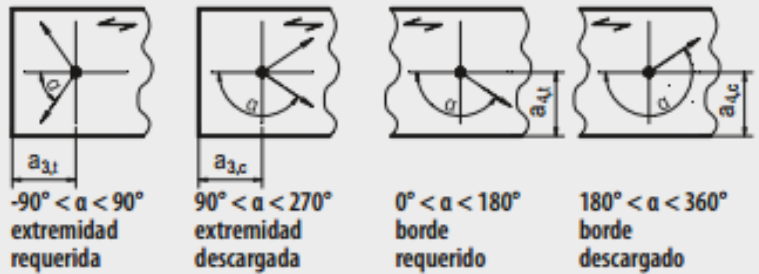
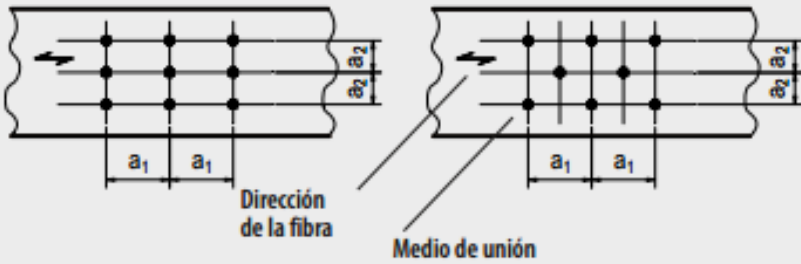
Ángulo entre fuerza y fibras  $\alpha = 0^\circ$



Ángulo entre fuerza y fibras  $\alpha = 90^\circ$

	Ø 3,5	Ø 4	Ø 4,5	Ø 5	Ø 6	Ø 8	Ø 10	Ø 12
a1 [mm]	17,5	20	22,5	25	30	40	50	60
a2 [mm]	10,5	12	13,5	15	18	24	30	36
a3,t [mm]	42	48	54	60	72	96	120	144
a3,c [mm]	24,5	28	31,5	35	42	56	70	84
a4,t [mm]	10,5	12	13,5	15	18	24	30	36
a4,c [mm]	10,5	12	13,5	15	18	24	30	36

	Ø 3,5	Ø 4	Ø 4,5	Ø 5	Ø 6	Ø 8	Ø 10	Ø 12
a1 [mm]	14	16	18	20	24	32	30	36
a2 [mm]	14	16	18	20	24	32	30	36
a3,t [mm]	24,5	28	31,5	35	42	56	80	84
a3,c [mm]	24,5	28	31,5	35	42	56	70	84
a4,t [mm]	24,5	28	31,5	35	42	56	70	84
a4,c [mm]	10,5	12	13,5	15	18	24	30	36



TIPOS DE UNIONES

tradicionales

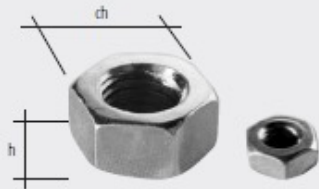
mecánicas

encoladas

1.3. TIPO CLAVIJA: Pernos

GEOMETRÍA PERNO (DIN 601 - EN ISO 4016)

d [mm]	10,00	12,00	16,00	20,00	24,00	
k [mm]	6,40	7,50	10,00	12,50	15,00	
sw [mm]	17	19	24	30	36	
b [mm]	L ≤ 125 mm	26	30	38	46	54
	125 < L ≤ 200 mm	32	36	44	52	60
	L > 200 mm	45	49	57	65	73



TUERCA HEXAGONAL

DIN 934 galvanizada en caliente, clase acero 8

código	Ø	h	ch
HD93410	M10	8	17
HD93412	M12	10	19
HD93414	M14	11	22
HD93416	M16	13	24
HD93418	M18	15	27
HD93420	M20	16	30
HD93424	M24	19	36

ARANDELA PARA MADERA

DIN 440 galvanizada en caliente, clase acero S235

código	Ø	Ø int	Ø ext	s
HDULS13444	M12	13,5	44	4
HDULS17565	M16	17,5	56	5

ARANDELA PARA GRANDES ESTRUCTURAS

DIN 1052 galvanizada en caliente, clase acero S235

código	Ø	Ø int	Ø ext	s
HDULS14586	M12	14	58	6
HDULS18686	M16	18	68	6
HDULS22808	M20	22	80	8
HDULS25928	M24	25	92	8



MEDIA MADERA, www.mediamadera.com

[http://www.rothoblaas.com/uploads/media/rothofixing-es\\_o3.pdf](http://www.rothoblaas.com/uploads/media/rothofixing-es_o3.pdf)

# TIPOS DE UNIONES

tradicionales

**mecánicas**

encoladas

## 1.3. TIPO CLAVIJA: Pernos

**RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN**

**Normativa:** DIN 1052:1988 – valores admisibles  $N_{ax,adm}$   
**Normativa:** EN 1995:2009 (58.5.2) – valores característicos  $N_{ax,k}$   
 La resistencia a la penetración de una arandela es proporcional a su superficie por contacto con el elemento lignario.

M	Norma	D1 [mm]	D2 [mm]	S [mm]	$N_{ax,adm}$ [kN]	$N_{ax,k}$ [kN]
12	DIN 125 A	13,0	24,0	2,5	0,96	2,59
	DIN 9021	13,0	37,0	3,0	2,83	7,63
	DIN 440 R	13,5	44,0	4,0	4,13	11,16
	DIN 1052	14,0	58,0	6,0	7,46	20,15
16	DIN 125 A	17,0	30,0	3,0	1,44	3,89
	DIN 9021	17,0	50,0	3,0	5,21	14,07
	DIN 440 R	17,5	56,0	5,0	6,67	18,00
	DIN 1052	18,0	68,0	6,0	10,13	27,36
20	DIN 125 A	21,0	37,0	3,0	2,19	5,90
	DIN 9021	22,0	60,0	4,0	7,34	19,82
	DIN 440 R	22,0	72,0	6,0	11,07	29,90
	DIN 1052	22,0	80,0	8,0	13,94	37,64
24	DIN 125 A	25,0	44,0	4,0	3,09	8,34
	DIN 9021	-	-	-	-	-
	DIN 440 R	26,0	85,0	6,0	15,43	41,66
	DIN 1052	25,0	92,0	8,0	18,47	49,87

**BARRA ROSCADA**  
 DIN 975 galvanizada clase acero 4.8 ( $f_{yk}=400N/mm^2$ )

código	Ø	longitud	piezas/embalaje
MG510008	M8	1000	10
MG510010	M10	1000	10
MG510012	M12	1000	10
MG510014	M14	1000	10
MG510016	M16	1000	10
MG510018	M18	1000	10
MG510020	M20	1000	10
MG510022	M22	1000	10
MG510024	M24	1000	10
MG510030	M30	1000	10

**BARRA ROSCADA**  
 DIN 975 inoxidable, clase acero AISI304/A2

código	Ø	longitud	piezas/embalaje
AI97510	M10	1000	5
AI97512	M12	1000	5
AI97516	M16	1000	5
AI97520	M20	1000	5



[http://www.rothoblaas.com/uploads/media/rothofixing-es\\_03.pdf](http://www.rothoblaas.com/uploads/media/rothofixing-es_03.pdf)

TIPOS DE UNIONES

tradicionales

mecánicas

encoladas

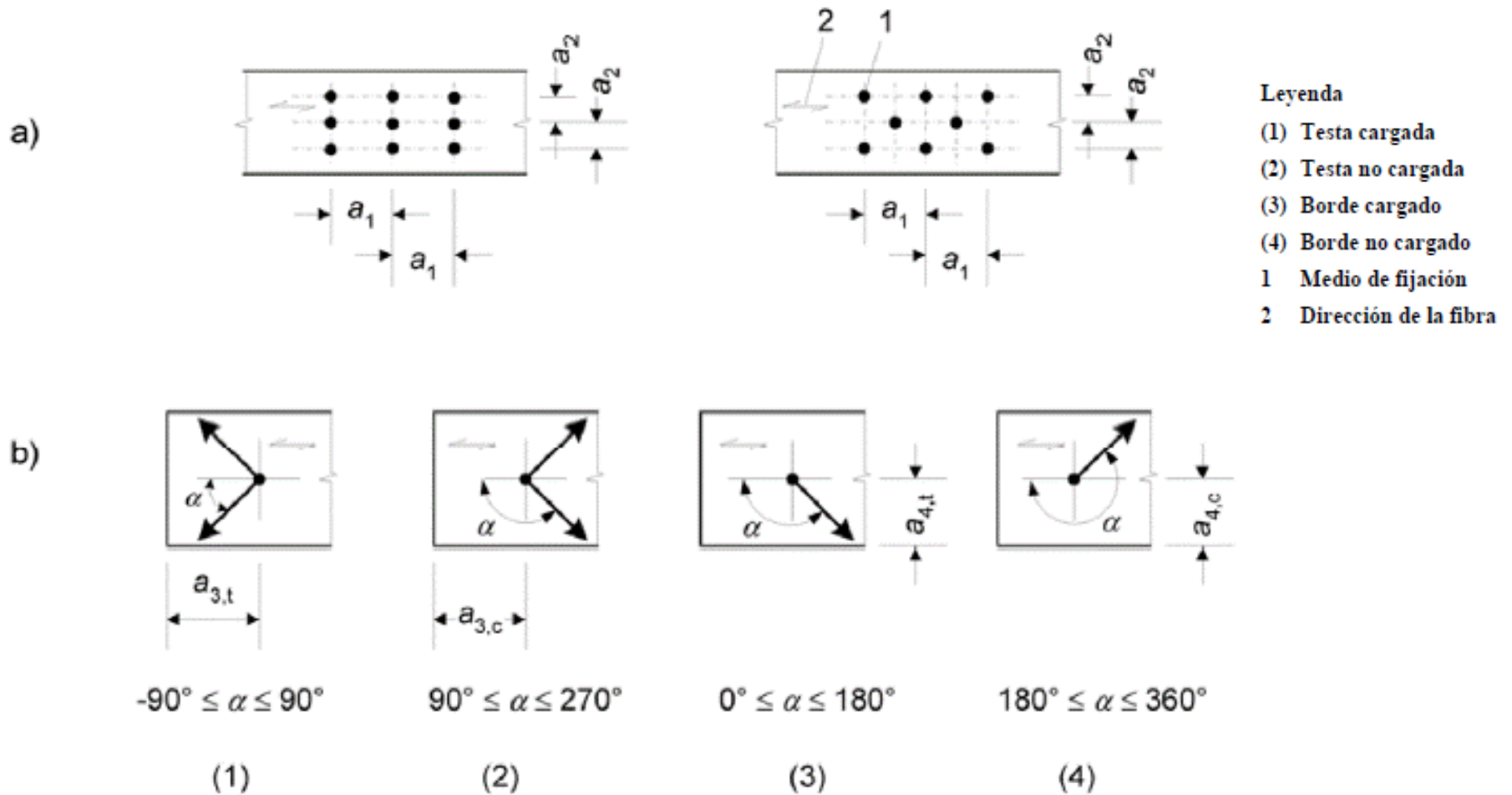


Fig. 8.7 – Separaciones y distancias a la testa y a los bordes (a) Separación paralela a la fibra en una fila y perpendicular a la fibra entre filas, (b) Distancias al borde y a la testa

## TIPOS DE UNIONES

tradicionales

mecánicas

encoladas

## 1.3. TIPO CLAVIJA: Pernos

Tabla 8.4

Valores mínimos de las separaciones y de las distancias a los bordes y a las testas para los pernos

Separaciones y distancias al borde/testa (véase la figura 8.7)	Ángulo	Separación o distancia mínima
$a_1$ (paralela a la fibra)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$(4 +  \cos \alpha ) d$
$a_2$ (perpendicular a la fibra)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$4 d$
$a_{3,t}$ (testa cargada)	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	máx. $(7 d; 80 \text{ mm})$
$a_{3,c}$ (testa no cargada)	$90^\circ \leq \alpha < 150^\circ$	máx. $[(1 + 6 \text{ sen } \alpha) d; 4d]$
	$150^\circ \leq \alpha < 210^\circ$	$4 d$
	$210^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	máx. $[(1 + 6 \text{ sen } \alpha) d; 4d]$
$a_{4,t}$ (borde cargado)	$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	máx. $[(2 + 2 \text{ sen } \alpha) d; 3d]$
$a_{4,c}$ (borde no cargado)	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$3 d$

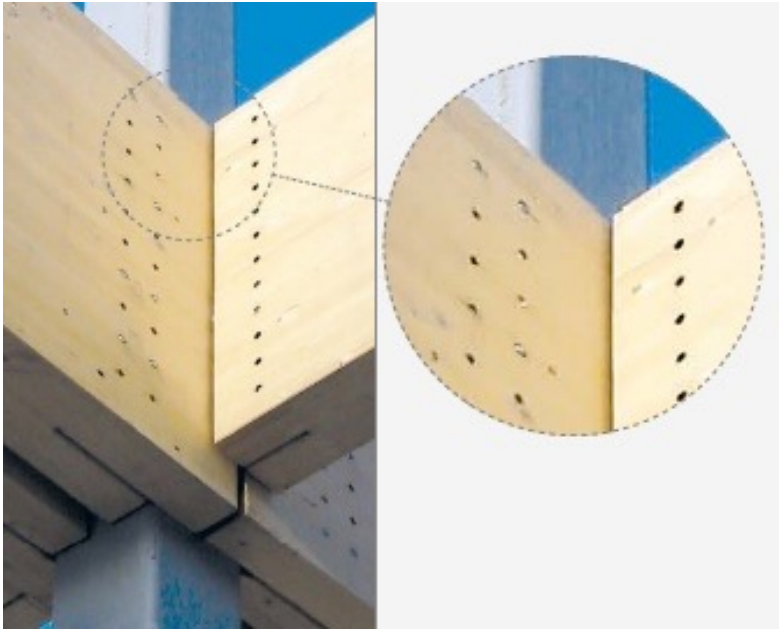
## TIPOS DE UNIONES

tradicionales

**mecánicas**

encoladas

### 1.4. TIPO CLAVIJA: Pasadores



ROTHOBLAAS, [www.rothoblaas.com](http://www.rothoblaas.com)



## TIPOS DE UNIONES

tradicionales

mecánicas

encoladas

## 1.4. TIPO CLAVIJA: Pasadores

Tabla 8.5

Valores mínimos de las separaciones y de las distancias a los bordes y a las testas para pasadores

Separaciones y distancias al borde/testa (véase la figura 8.7)	Ángulo	Separación o distancia mínima al borde/testa
$a_1$ (paralela a la fibra)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$(3 + 2  \cos \alpha ) d$
$a_2$ (perpendicular a la fibra)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$3 d$
$a_{3,t}$ (testa cargada)	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	máx. $(7 d; 80 \text{ mm})$
$a_{3,c}$ (testa no cargada)	$90^\circ \leq \alpha < 150^\circ$	máx. $(a_{3,t}  \sin \alpha ) d; 3d$
	$150^\circ \leq \alpha < 210^\circ$	$3 d$
	$210^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	máx. $(a_{3,t}  \sin \alpha ) d; 3d$
$a_{4,t}$ (borde cargado)	$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	máx. $([2 + 2 \sin \alpha] d; 3d)$
$a_{4,c}$ (borde no cargado)	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$3 d$

(4) Los requisitos para las tolerancias del agujero de los pasadores se dan en el apartado 10.4.4.



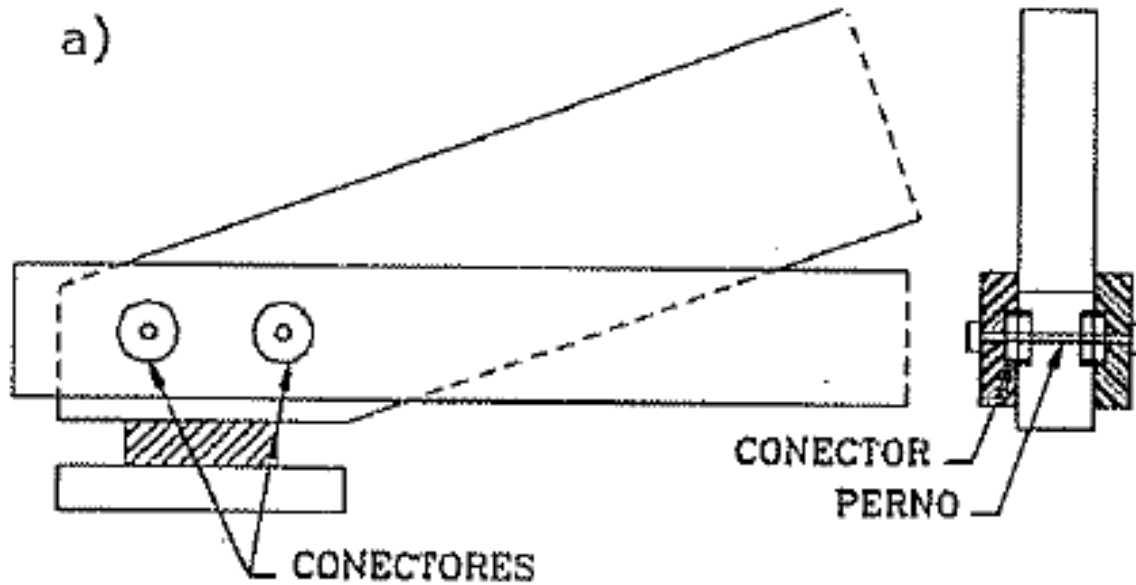
## TIPOS DE UNIONES

tradicionales

mecánicas

encoladas

## 1.5. TIPO CLAVIJA: Conectores



## TIPOS DE UNIONES

tradicionales

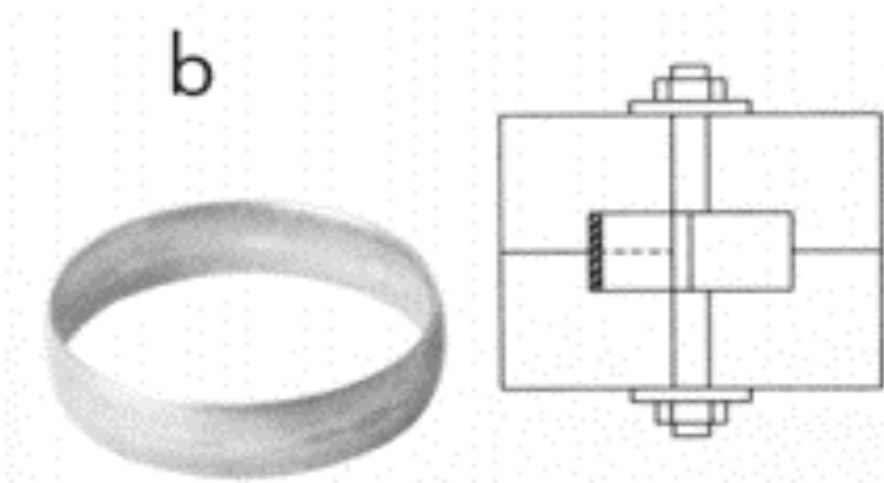
mecánicas

encoladas

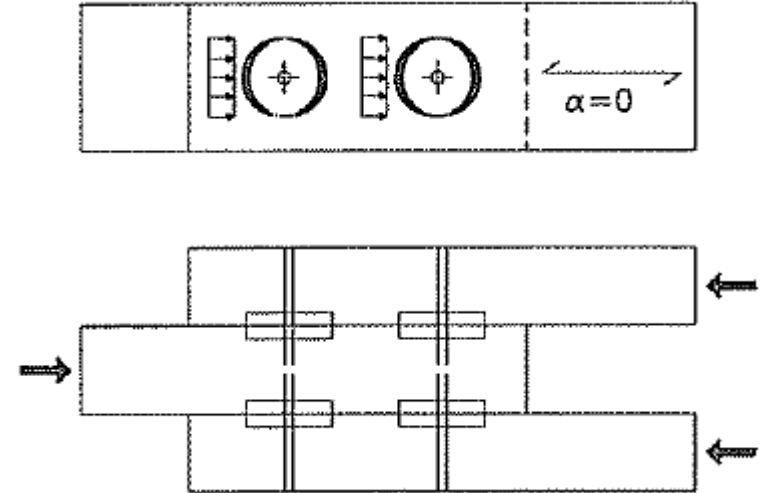
## 1.5. TIPO CLAVIJA: Conectores

## DE ANILLO

- Se insertan entre las dos piezas, mitad de la profundidad en cada una
- Diámetro: 60-260mm
- Unión madera-madera + perno
- Transmisión de la carga: tensiones de aplastamiento entre el anillo y la madera



<http://www.upnfm.edu.hn>



*Fallo por aplastamiento.*

### TIPOS DE UNIONES

tradicionales

mecánicas

encoladas

#### 1.5. TIPO CLAVIJA: **Conectores**

**DE ANILLO**

- Se insertan entre las dos piezas, mitad de la profundidad en cada una
- Diámetro: 60-260mm
- Unión madera-madera + perno
- Transmisión de la carga: tensiones de aplastamiento entre el anillo y la madera



## TIPOS DE UNIONES

tradicionales

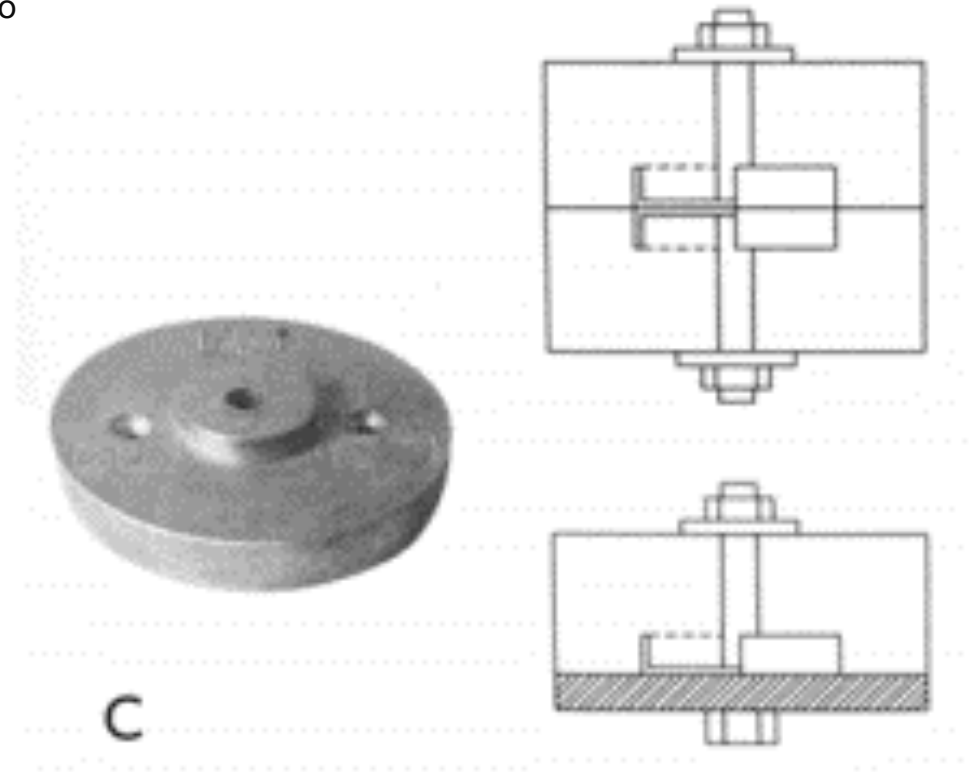
mecánicas

encoladas

## 1.5. TIPO CLAVIJA: Conectores

DE PLACA

- Se insertan entre las dos piezas, mitad de la profundidad en cada una
- Diámetro: 65-190mm
- Unión madera-madera ó unión madera-acero + perno



<http://www.upnfm.edu.hn>

## TIPOS DE UNIONES

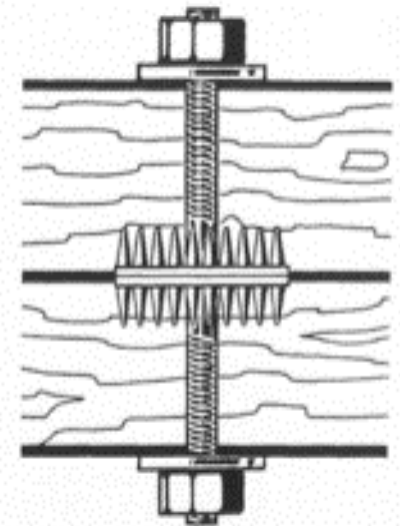
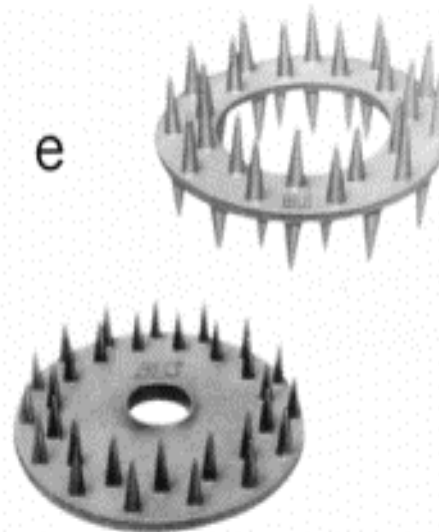
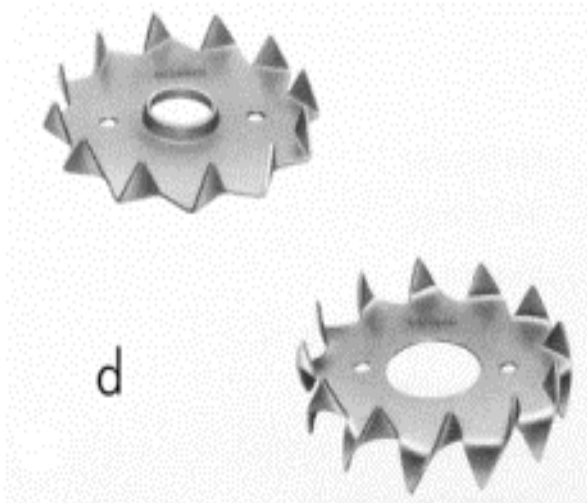
tradicionales

mecánicas

encoladas

1.5. TIPO CLAVIJA: **Conectores****DENTADOS**

- Púas: Diámetro: 38-165 mm
- Dientes: Diámetro: 50-115 mm



<http://www.upnfm.edu.hn>

## TIPOS DE UNIONES

tradicionales

**mecánicas**

encoladas

1.5. TIPO CLAVIJA: **Conectores**

**PLACAS DENTADAS**

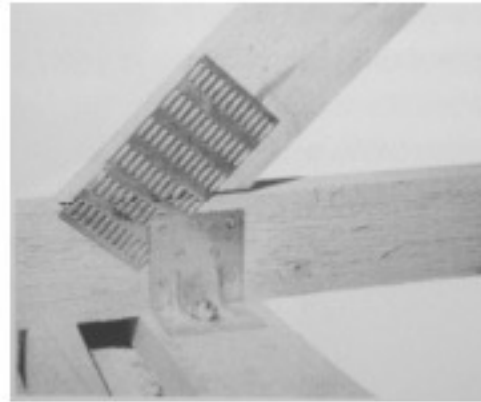
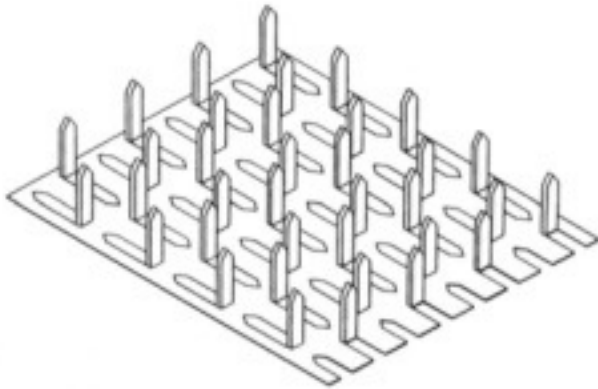


Fig. 61. Placa-clavo; ejemplos de uso de este tipo de placa



Fig. 62. Detalle de unión con placas que deben ir a ambos lados de la cercha

## TIPOS DE UNIONES

tradicionales

**mecánicas**

encoladas

### 2.1. HERRAJES: **Angulares**



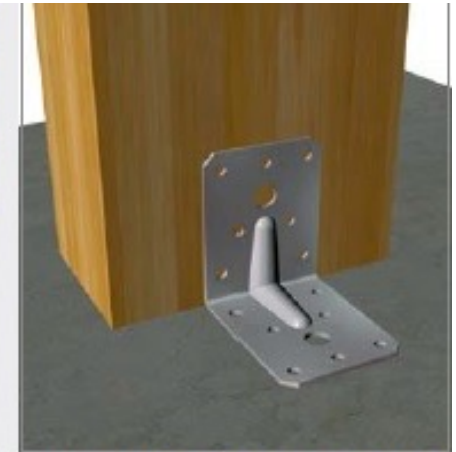
Madera/Madera - Viga/Viga



Madera/Madera - Pilar/Viga



Madera/Hormigón - Viga/Viga



Madera/Hormigón - Pilar/Viga

## TIPOS DE UNIONES

tradicionales

**mecánicas**

encoladas

### 2.1. HERRAJES: **Angulares**

#### FASES DE MONTAJE



1  
Perforación del hormigón armado y limpieza del agujero



2  
Inyección del anclaje químico viniléster en el agujero



3  
Posicionamiento de la barra roscada



4  
Colocación del angular WHT con arandela correspondiente (si hubiese)



5  
Apuntalamiento del angular



6  
Posicionamiento de la tuerca mediante un adecuado par de apriete



TIPOS DE UNIONES

tradicionales

**mecánicas**

encoladas

2.2. HERRAJES: **Herrajes de cuelgue o estribos**



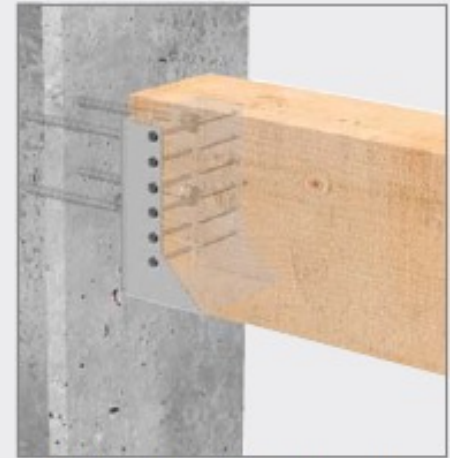
Madera/Madera - Viga/Viga



Madera/Madera - Viga/Pilar

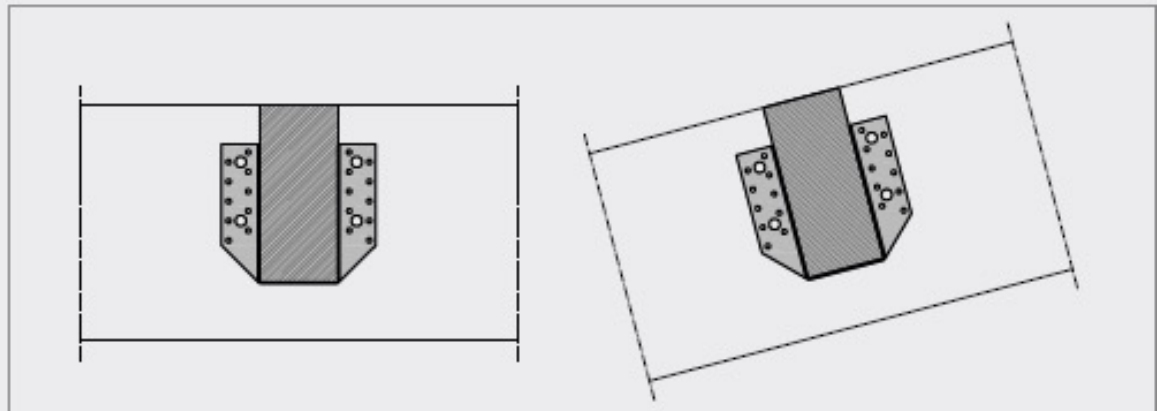


Madera/Hormigón - Viga/Viga



Madera/Hormigón - Viga/Pilar

El estribo puede ser unido en vigas colocadas en horizontal o en vigas inclinadas

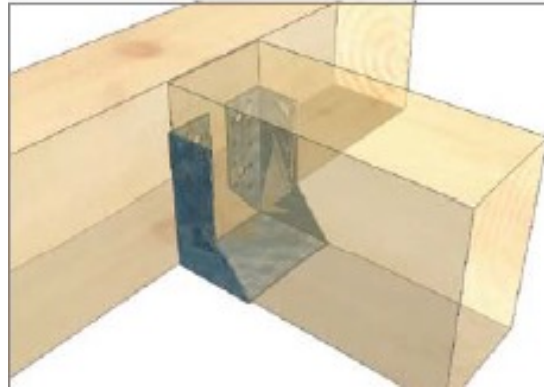
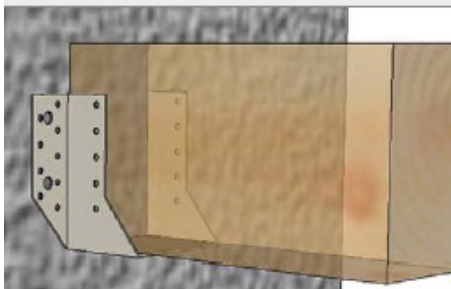
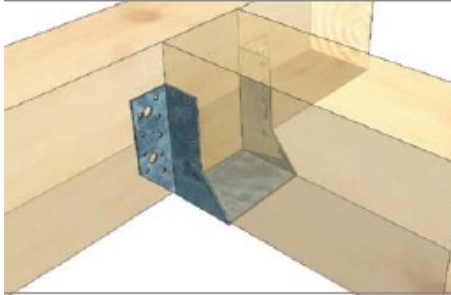
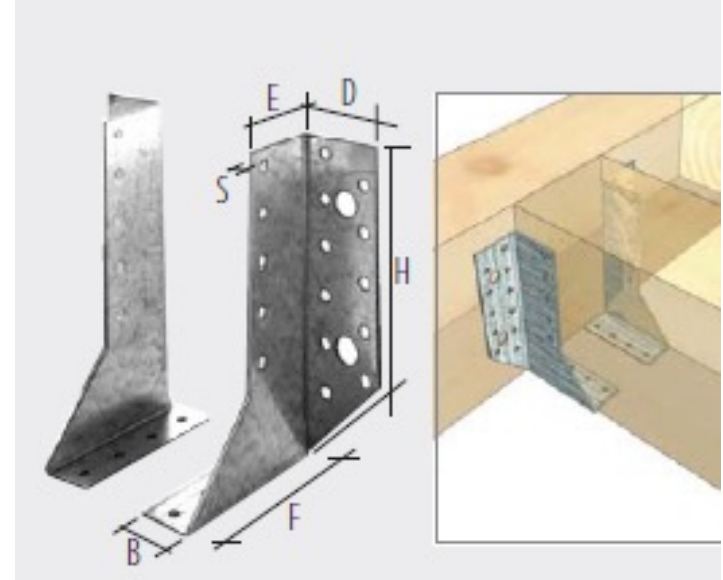
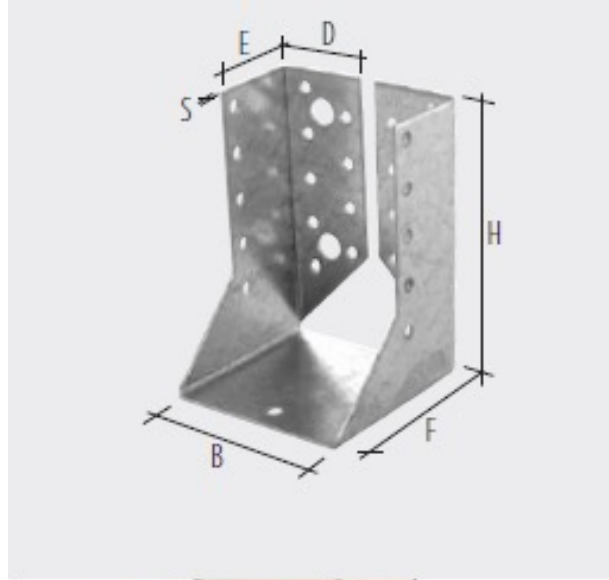
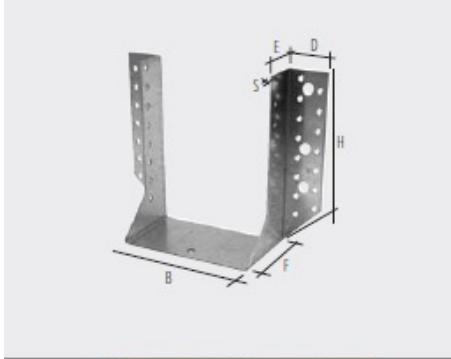


## TIPOS DE UNIONES

tradicionales

mecánicas

encoladas

2.2. HERRAJES: **Herrajes de cuelgue o estribos**

## TIPOS DE UNIONES

tradicionales

**mecánicas**

encoladas

### 2.3. HERRAJES: Apoyos pilares


























# TIPOS DE UNIONES

tradicionales

**mecánicas**

encoladas

## 2.3. HERRAJES: Apoyos pilares

TIPOLOGÍAS						
TYP F	Tulipa Fijo					
TYP FD	Tulipa Fijo Dos piezas					
TYP R	Con altura Regulable					
TYP S	Estable y Elevado					
TYP M	Mixto					

TIPOS DE UNIONES

tradicionales

**mecánicas**

encoladas

2.3. HERRAJES: **Apoyos pilares**



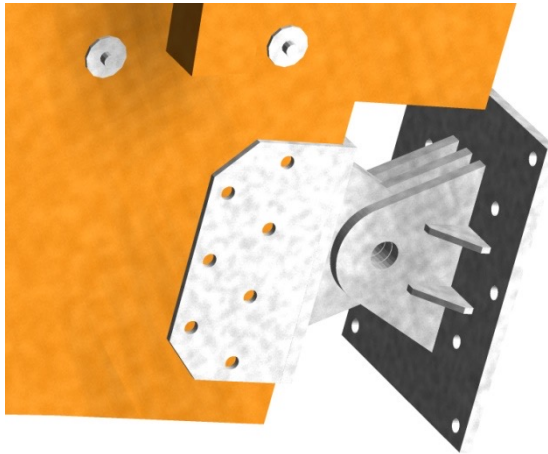
## TIPOS DE UNIONES

tradicionales

**mecánicas**

encoladas

### 2.3. HERRAJES: Apoyos pilares



1. Tipos de uniones

2. Uniones tradicionales

3. Elementos de fijación tipo clavija

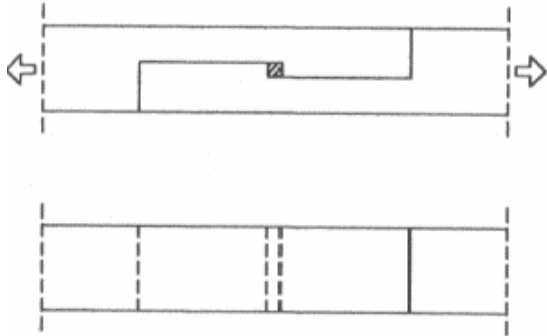
**4. Uniones encoladas**

## 9.1. Tipos de uniones

## TIPOS DE UNIONES

Clasificación por el medio de unión empleado

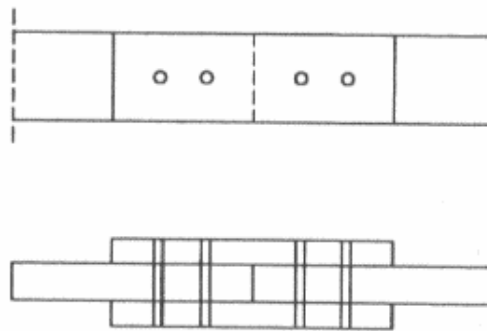
tradicionales



Piezas unidas mediante un trabajo de **carpintería**:

- Ensamblés
- Empalmes
- Acoplamientos

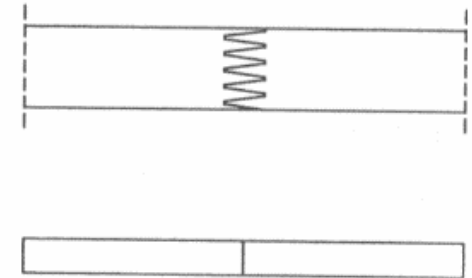
mecánicas



Piezas unidas mediante **conectores** y **herrajes** para la transmisión de esfuerzos:

- Tipo clavija**: clavos, pernos, tirafondos, conectores
- De superficie**: Conectores de anillo, de placa, de placa dentada, etc

encoladas



Utilizan **adhesivos** para la transmisión de esfuerzos:

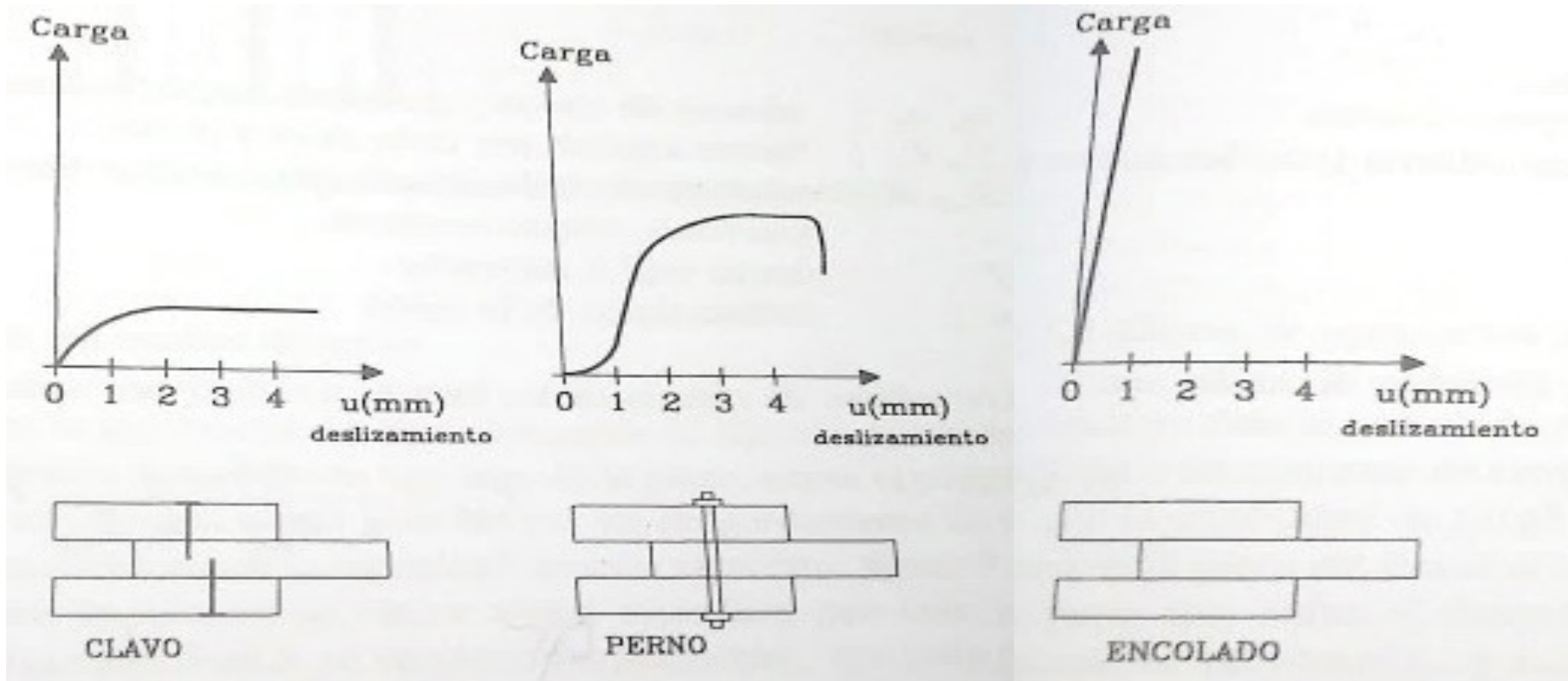
- MLE
- Barras encoladas
- etc



## TIPOS DE UNIONES

## Deslizamiento de las uniones

- Cada medio de unión tiene unas características de rigidez diferentes: las uniones encoladas son más rígidas que las de fijación tipo clavija.
- Los medios de unión tipo clavija necesitan ciertos deslizamientos para transmitir los esfuerzos que reciben.
- Estos deslizamientos suponen un incremento de las deformaciones en las estructuras de madera (ej. Cerchas, uniones en corona, etc.)



## TIPOS DE UNIONES

tradicionales

mecánicas

encoladas

## BARRAS ENCOLADAS

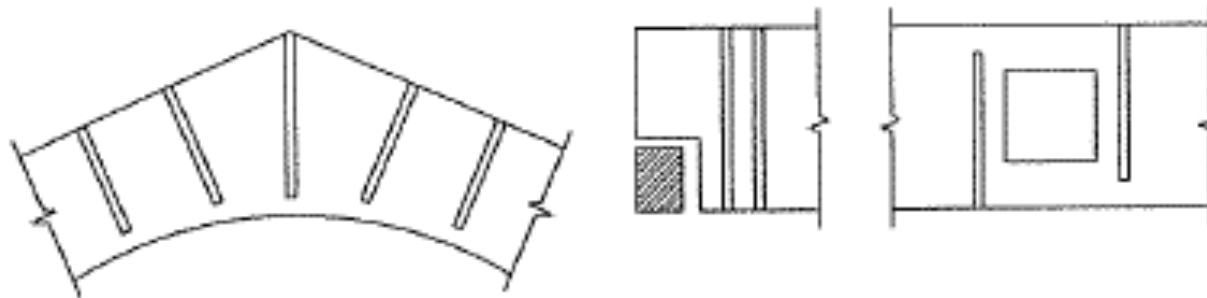


Figura 13.1 Barras encoladas como armadura frente a la tracción perpendicular.

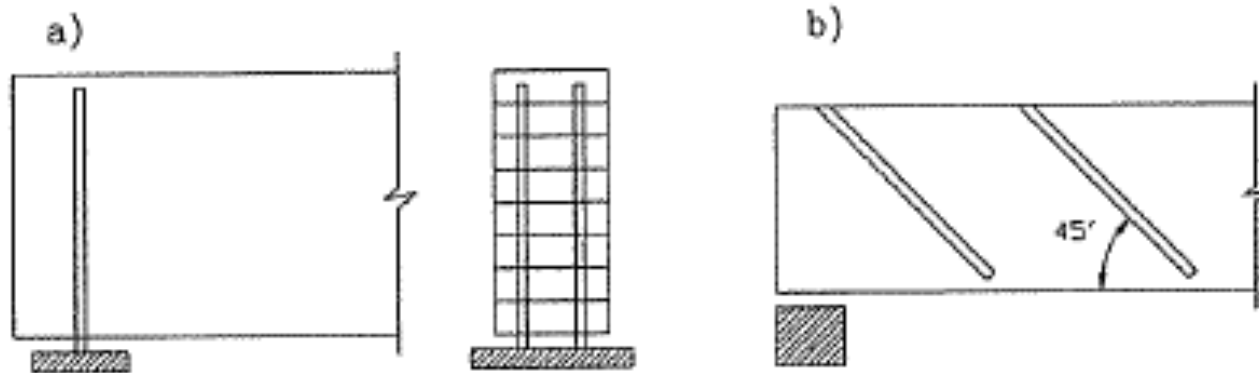


Figura 13.2. Refuerzo en apoyos (a) y de cortante (b).

## TIPOS DE UNIONES

tradicionales

mecánicas

encoladas

## BARRAS ENCOLADAS

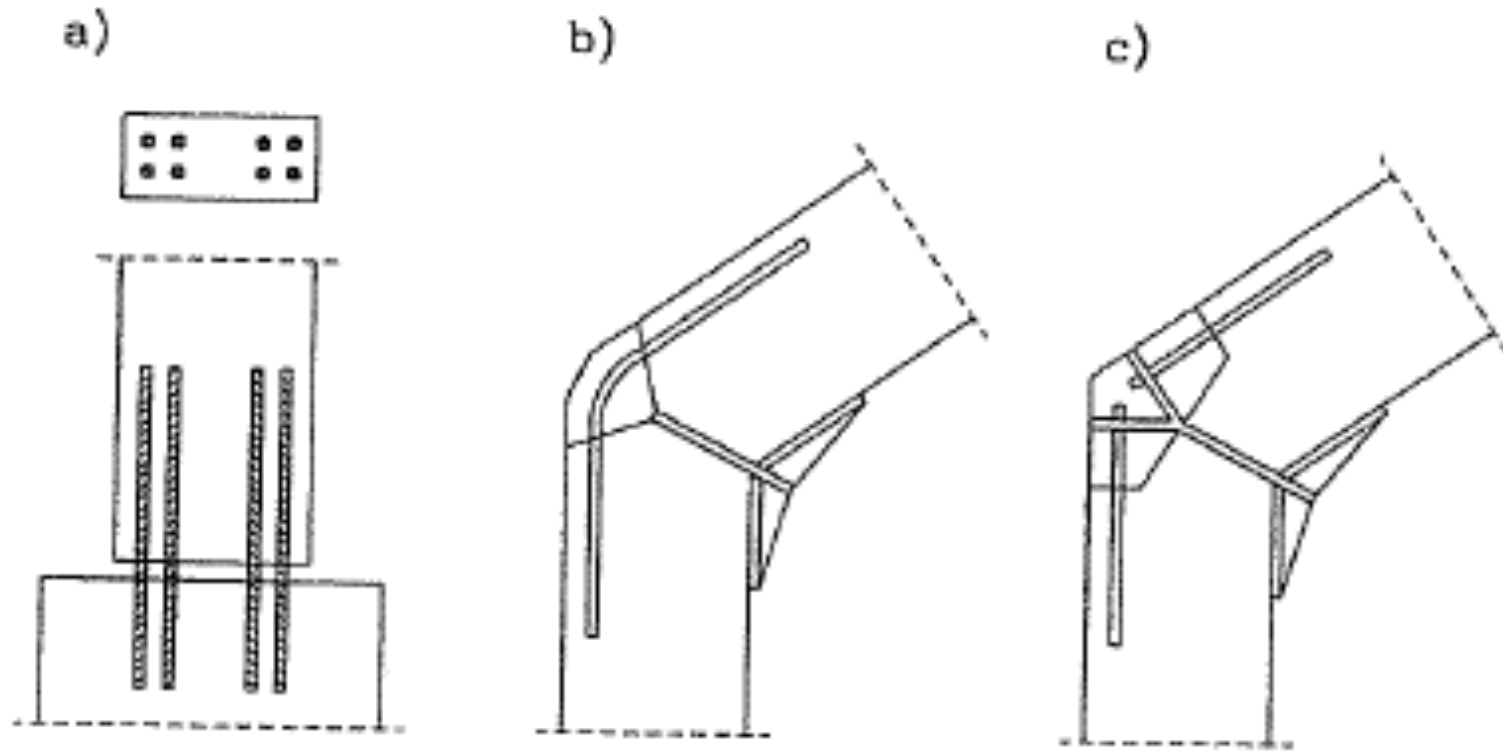
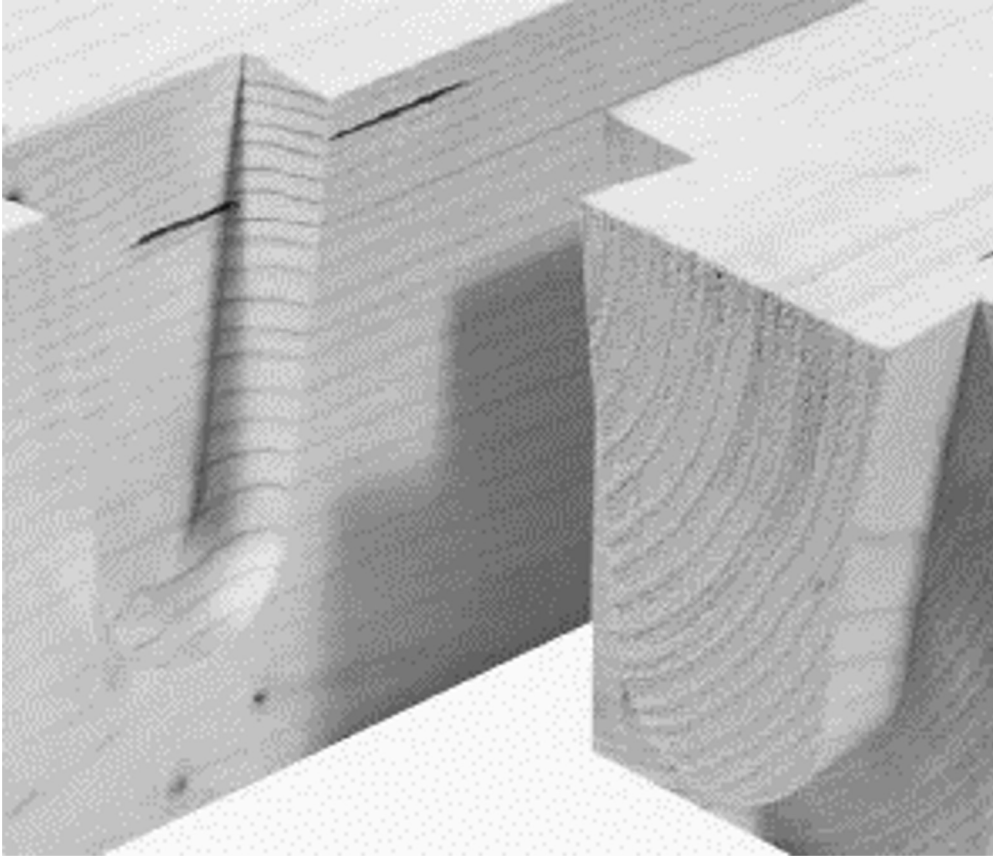


Figura 13.3. Empotramiento de pilar (a), nudo rígido de esquina (b y c).



**Gracias por la  
atención**