



MEDIOS

DE

UNIÓN

2020

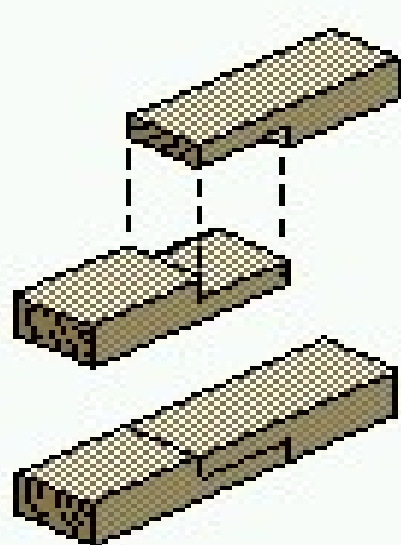
MEDIOS DE UNIÓN

- **Ensambladuras**

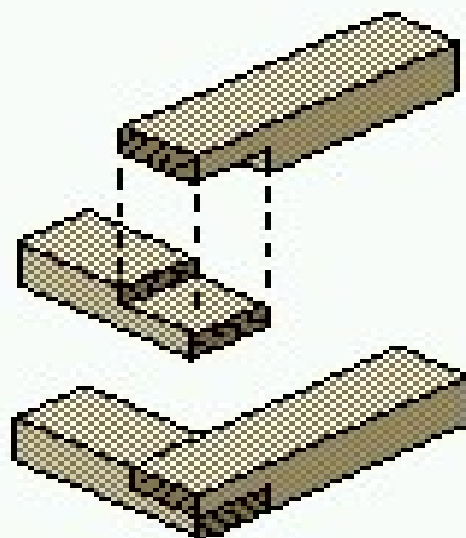
**Tipo
Clavija**

- **Clavos**
- **Bulones**
- **Tornillos y Tirafondos**
- **Conectores**
- **Encolado**

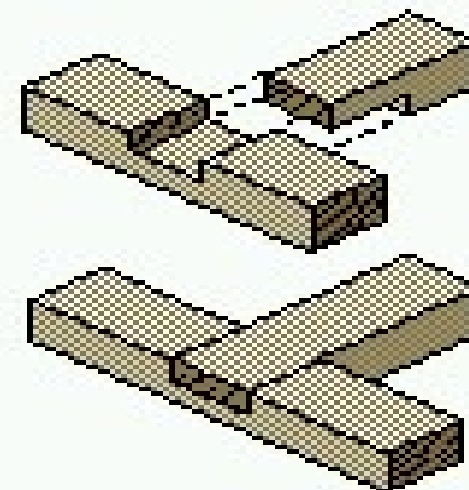
ENSAMBLADURAS



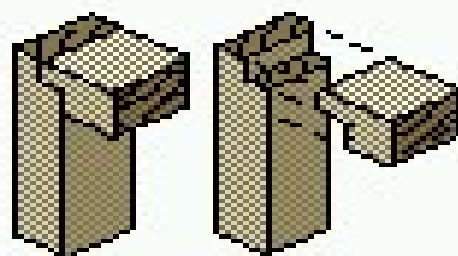
Media madera
o brochal



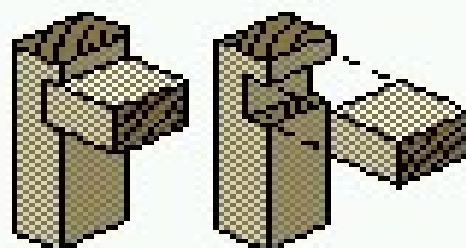
Media madera
en esquina



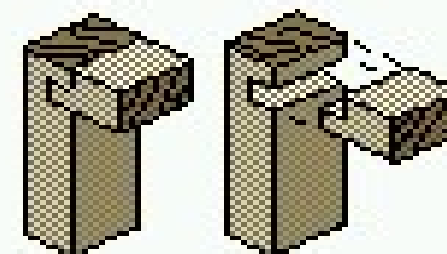
Media madera en T



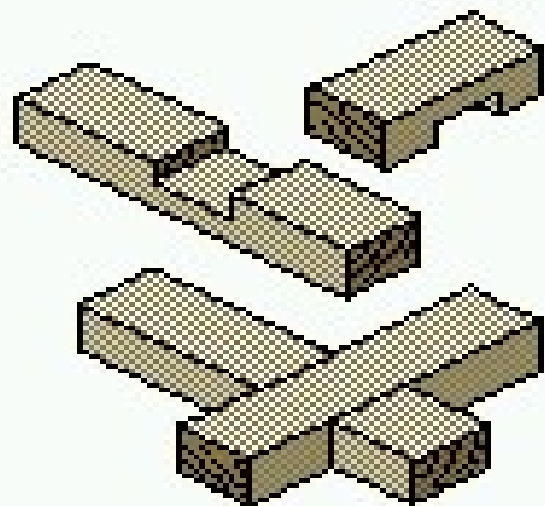
Ranura



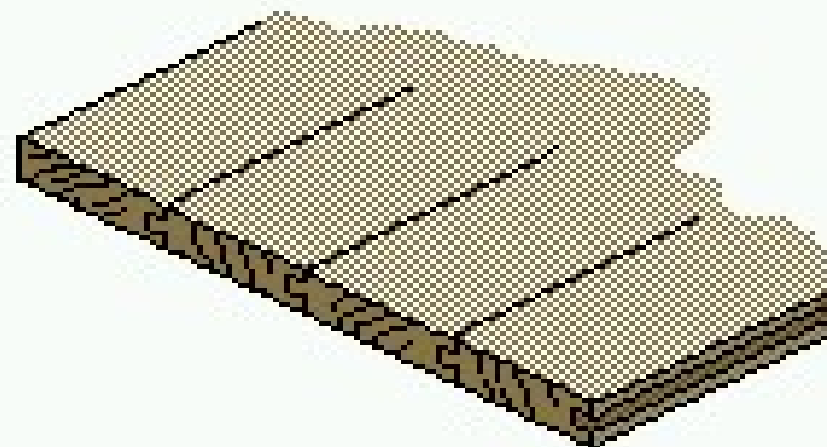
Incisión



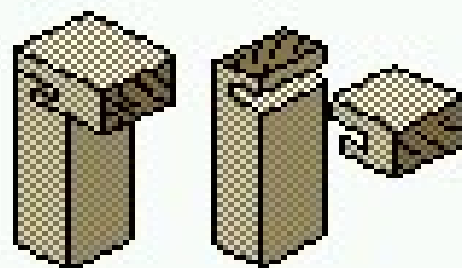
Incisión y ranura



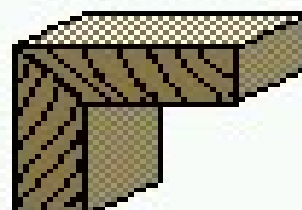
Media madera en cruz



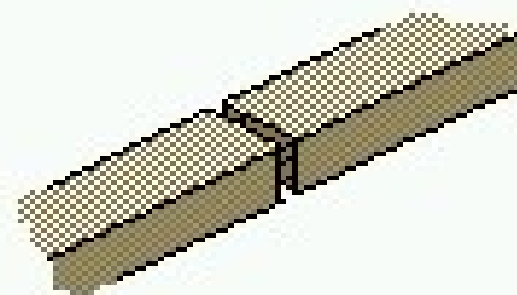
Machihembrado



Incisión, lengüeta
y ranura

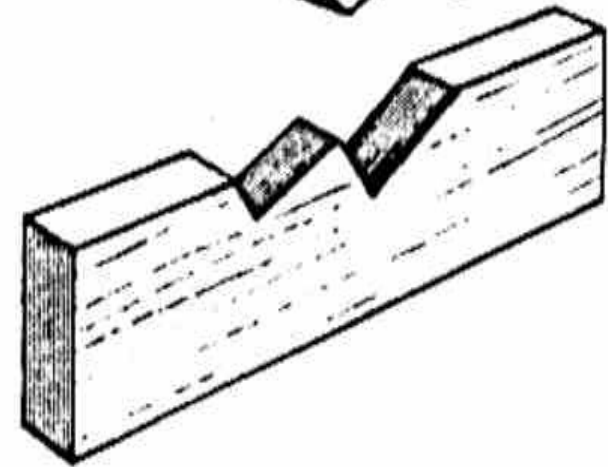
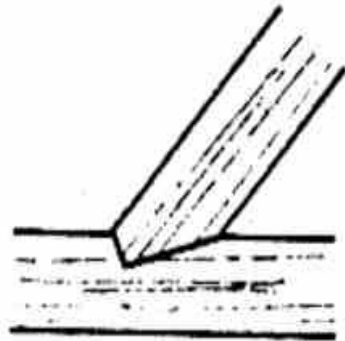
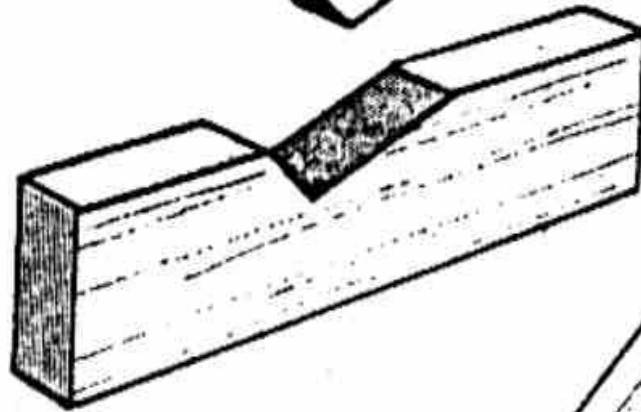
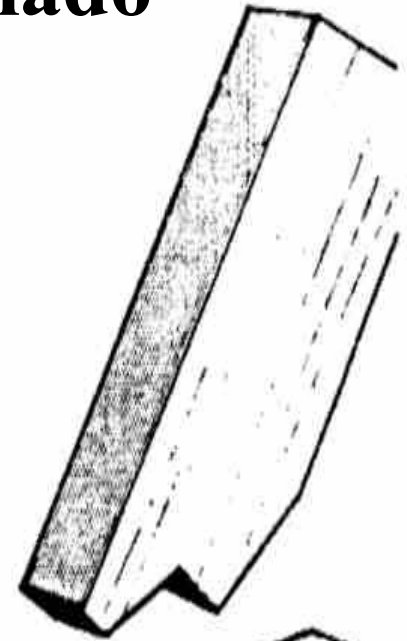
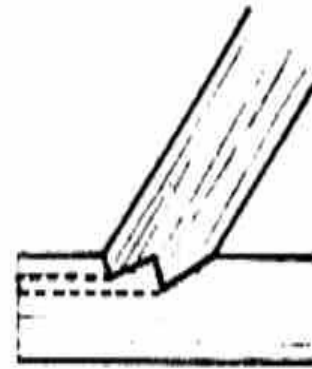
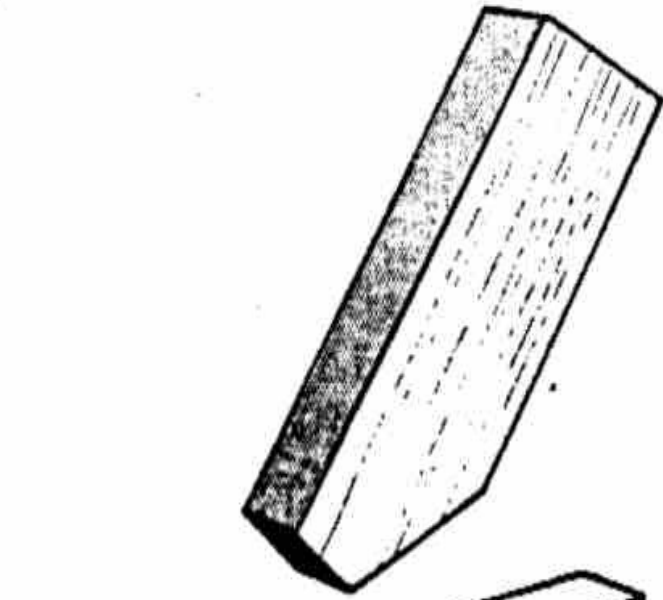


Inglete

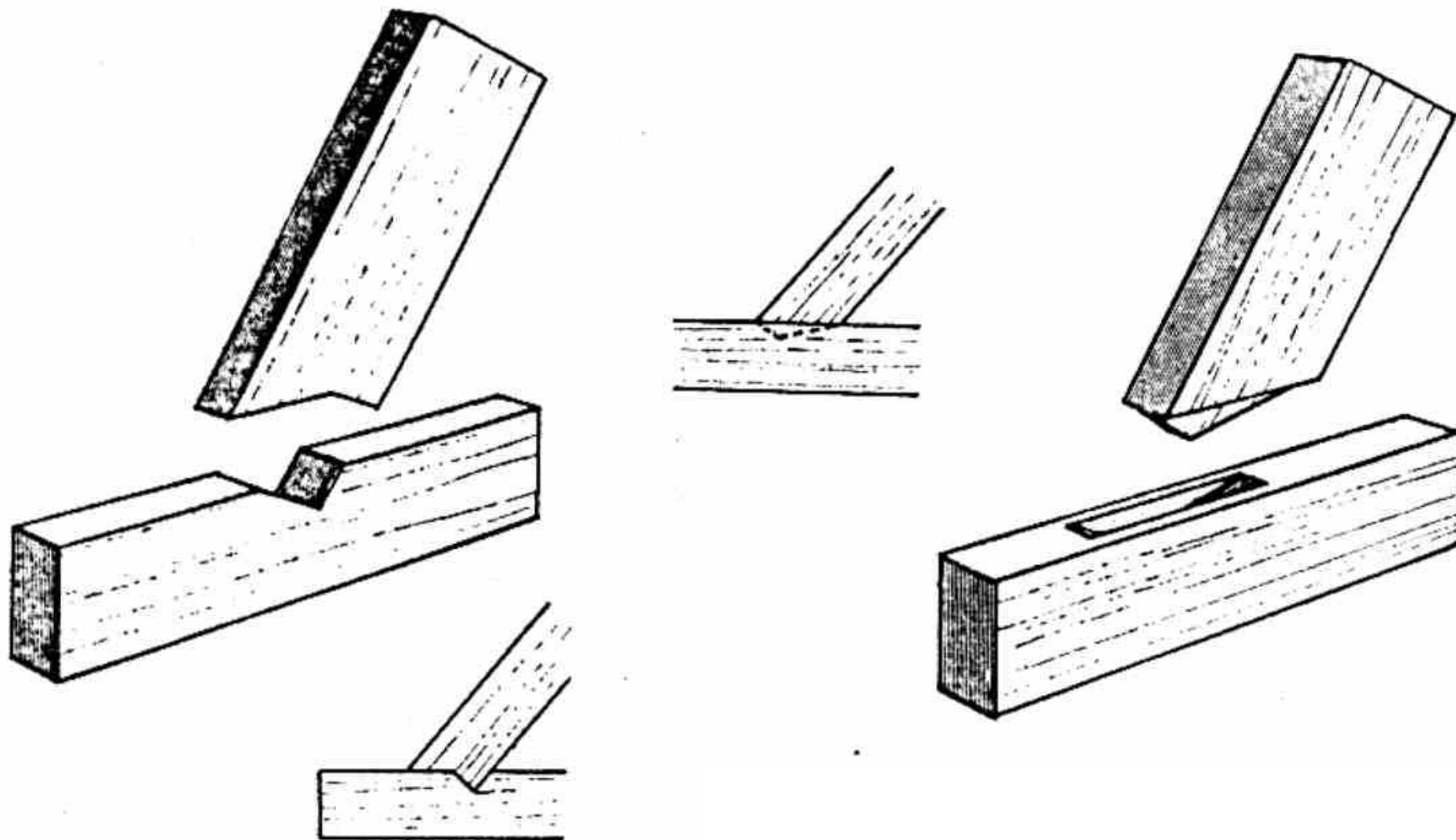


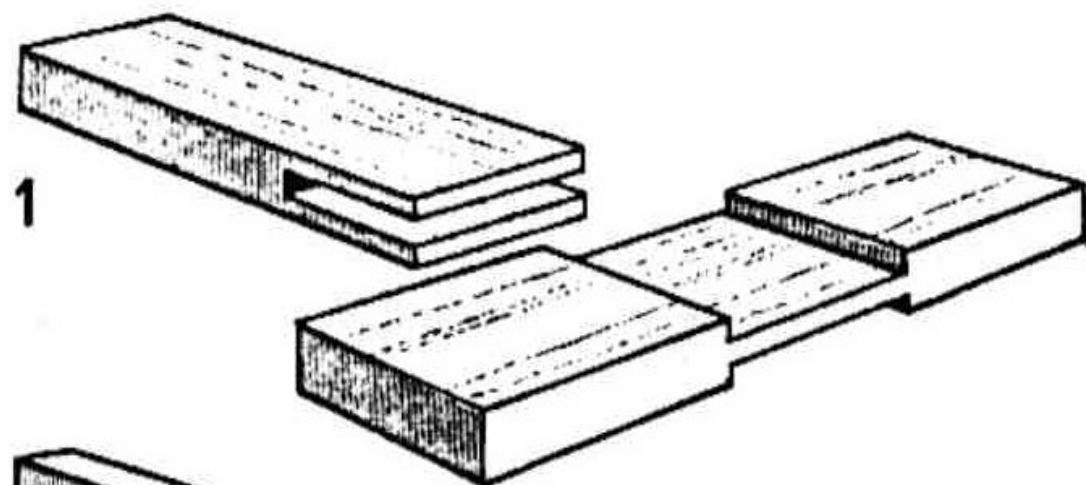
Ensambladura a tope

Nudos de Reticulado



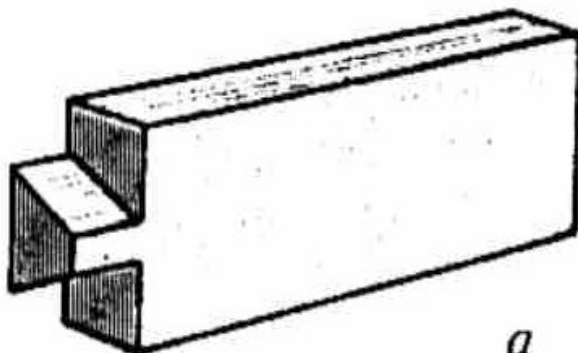
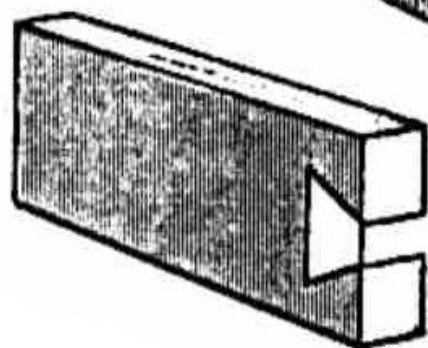
Nudos de Reticulado





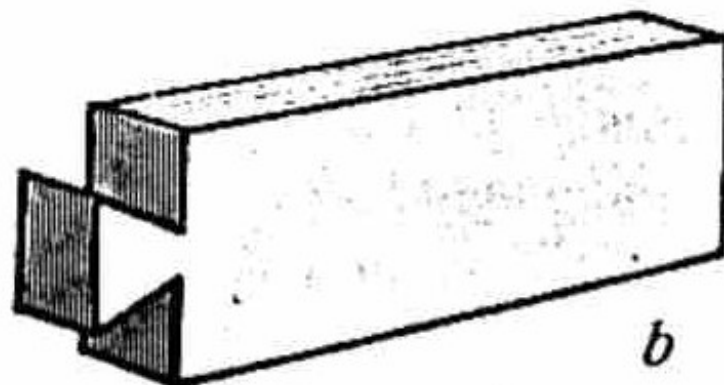
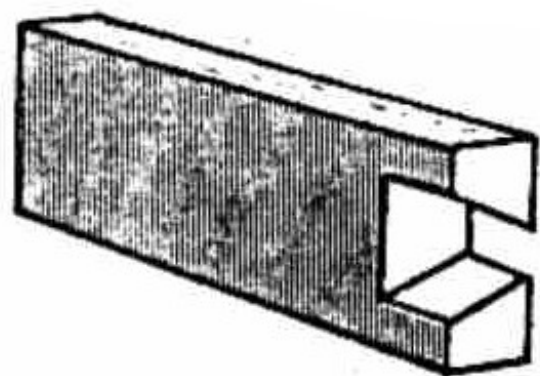
1

1. DE QUIJERA SIMPLE Y RECTA, en el que los cortes suelen ser a tercio de madera.

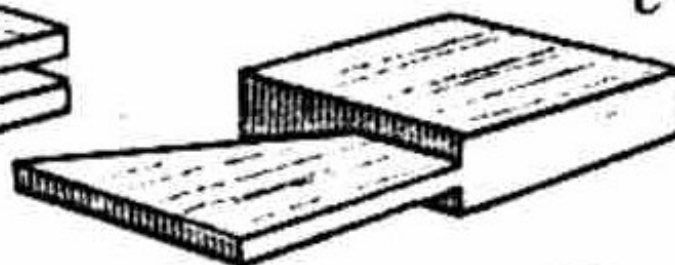
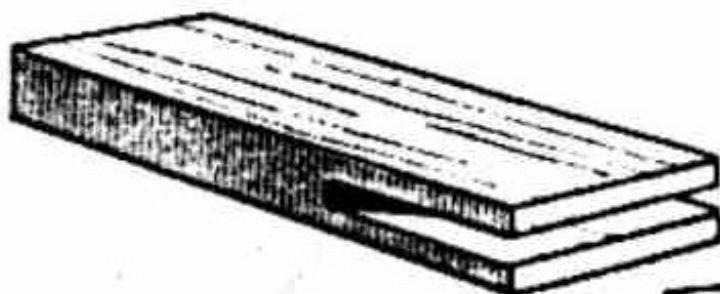


a

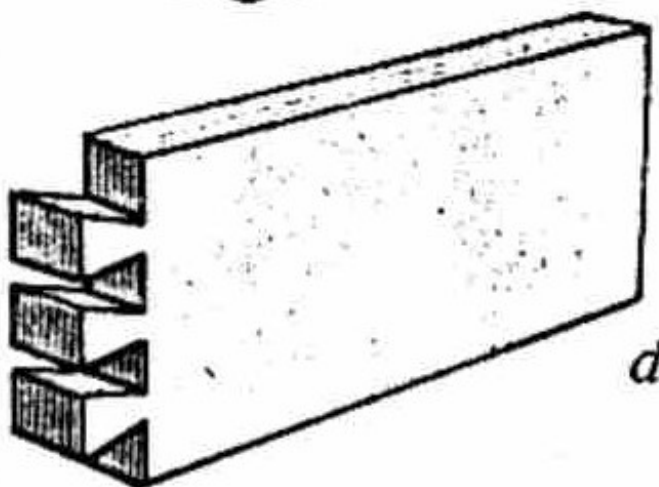
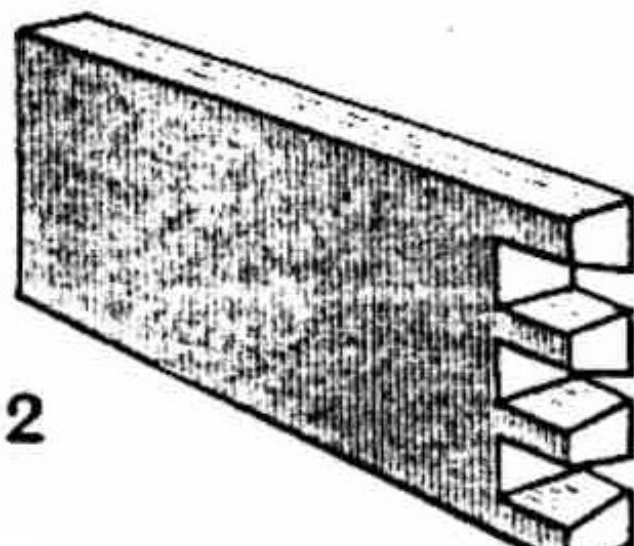
2. DE QUIJERA EN COLA DE MILANO, que puede ser por:
 - a) Tabla, simple.



b) Canto

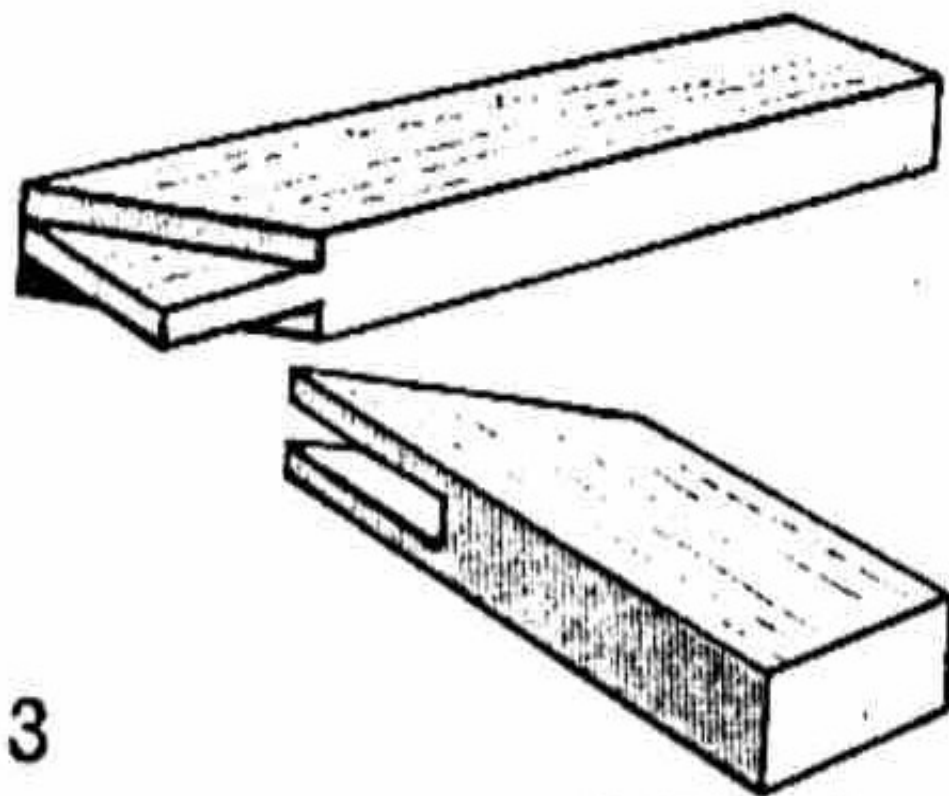


c) Testa,



d) Canto,

Este último
esquina es
zas de gra

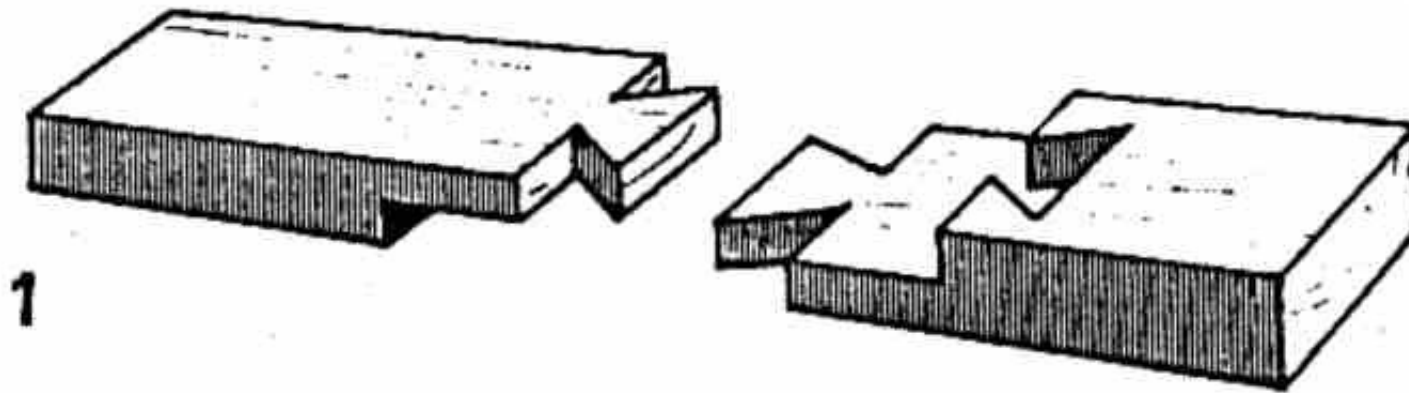


3

3. DE QUIJERA A INGLETE, en el que se acusa el inglete en ambas caras.

1. Empalmes a MEDIA MADERA

Esta solución se resuelve, generalmente, con

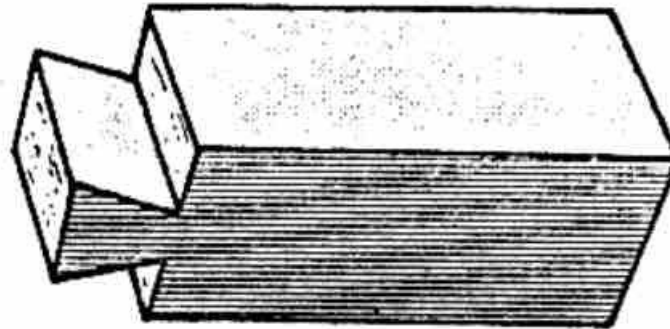
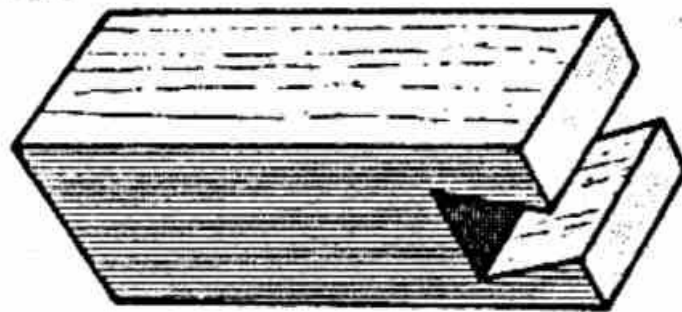


Doble cola de milano

2. Empalmes de quijera

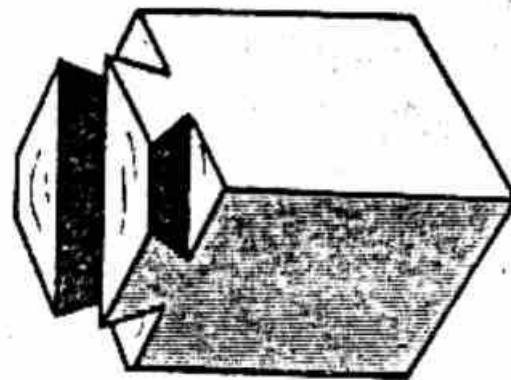
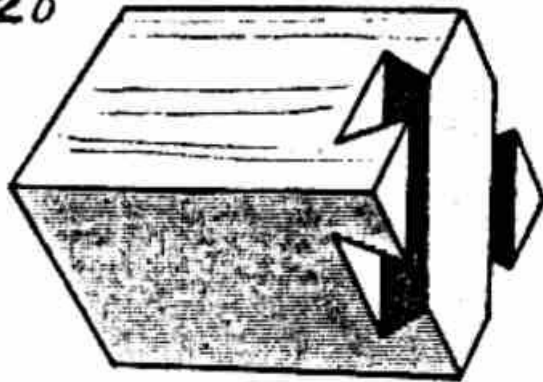
Sus variantes, más corrientemente empleadas, son con quijeras en:

2a



a) COLA
DE MILANO
SIMPLE
Y RECTA

2b

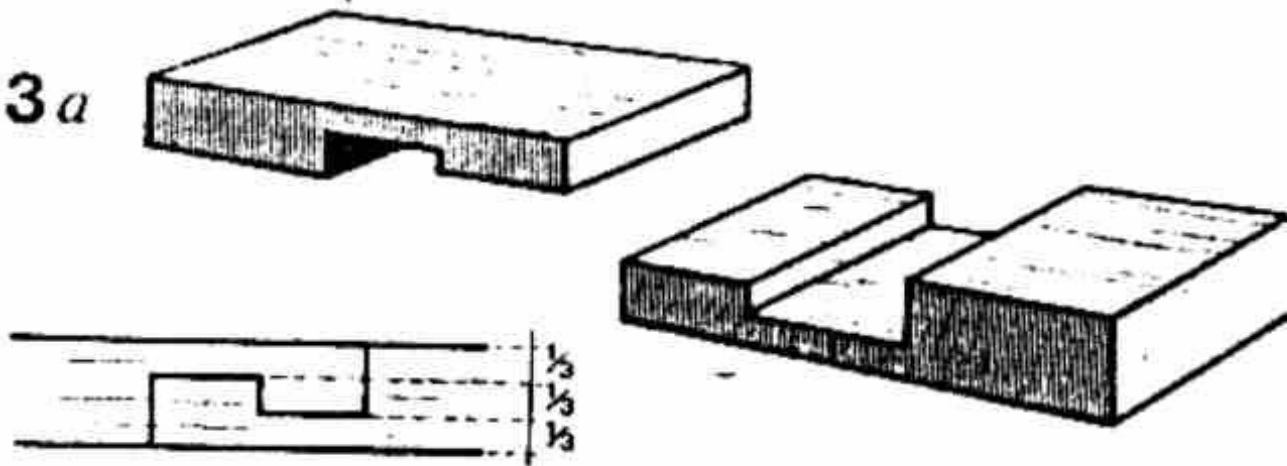


b) DOBLE Y
EN DIAGONAL

3. Empalmes de llave

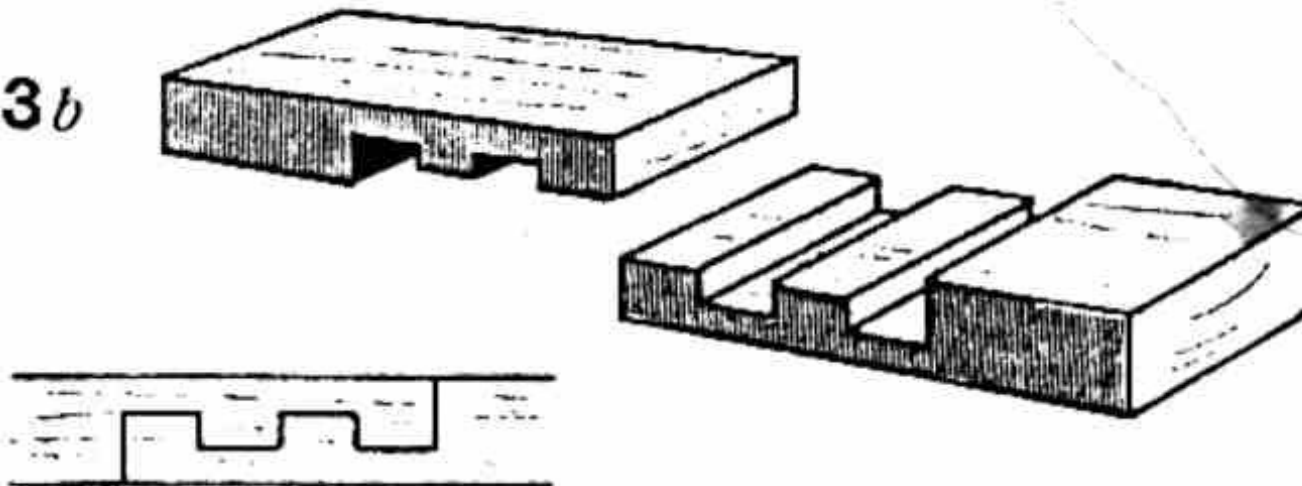
Es característico de piezas sometidas a tracción,

3a



Simple

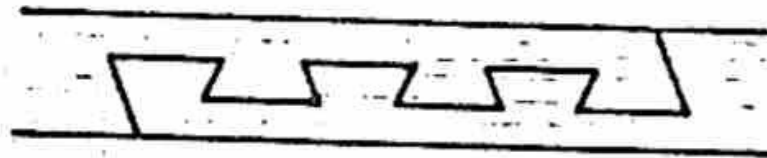
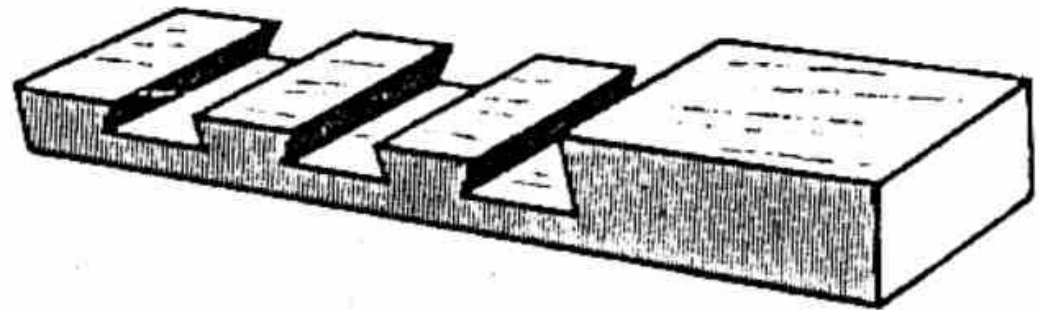
3b



Doble

Para evitar la salida por tabla, puede hacerse en

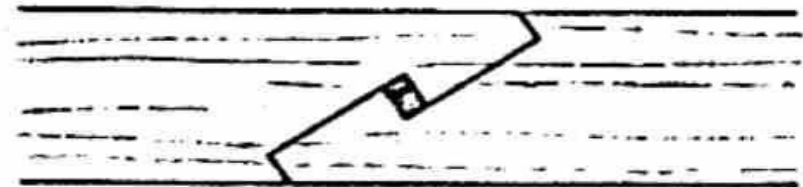
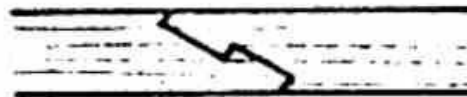
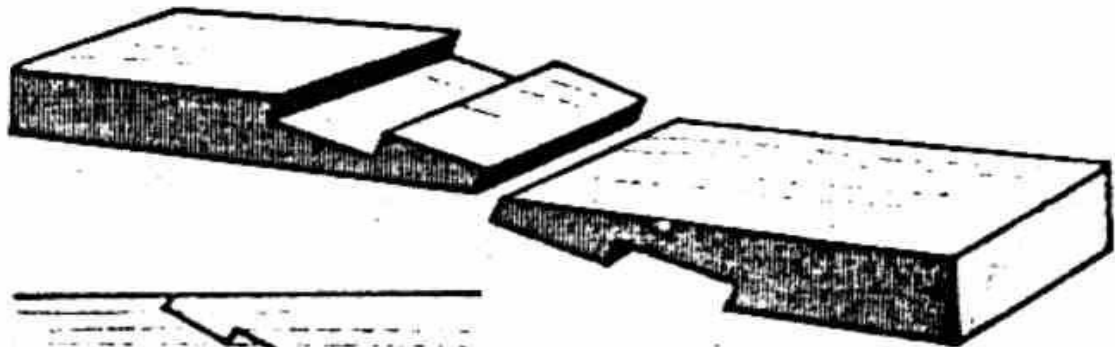
c) DOBLE COLA DE MILANO



3e

Rayo de Júpiter

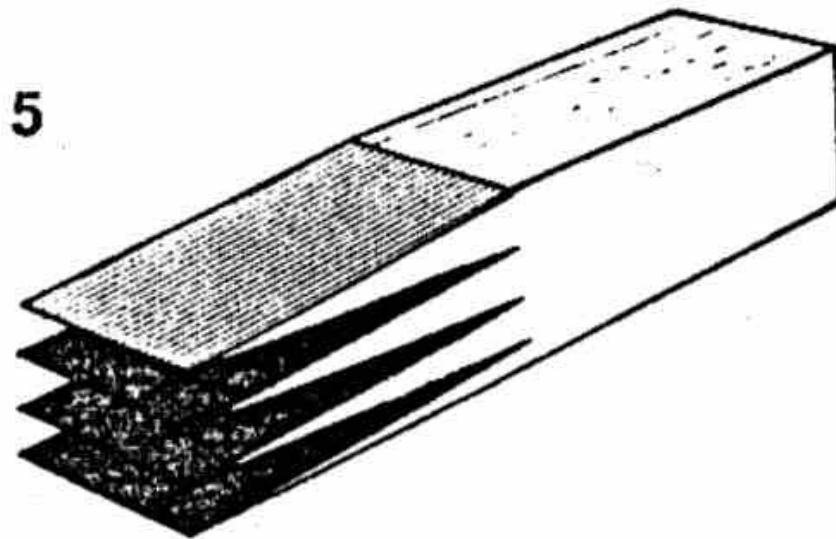
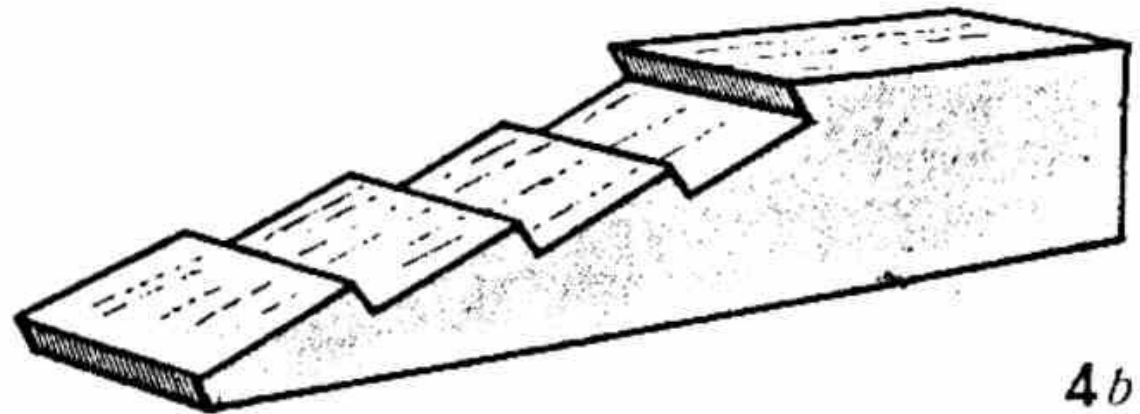
a) SIMPLE



4a

Rayo de Júpiter

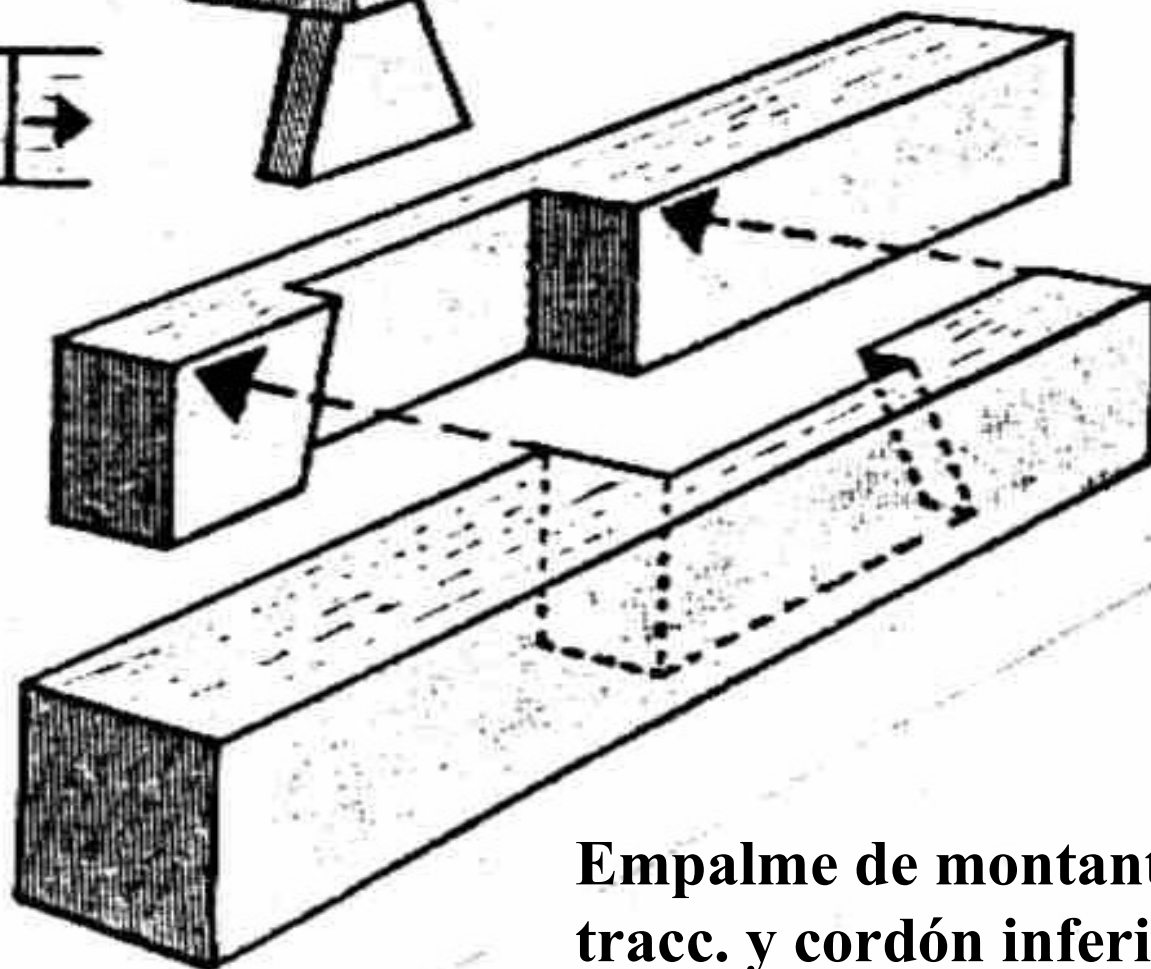
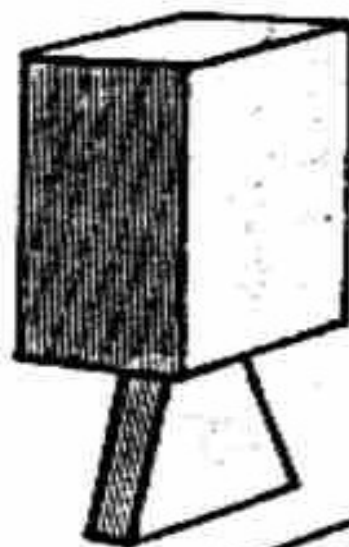
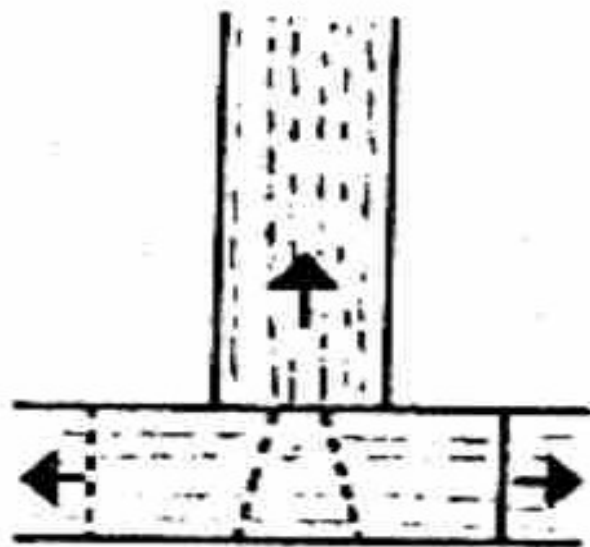
b) MULTIPLE



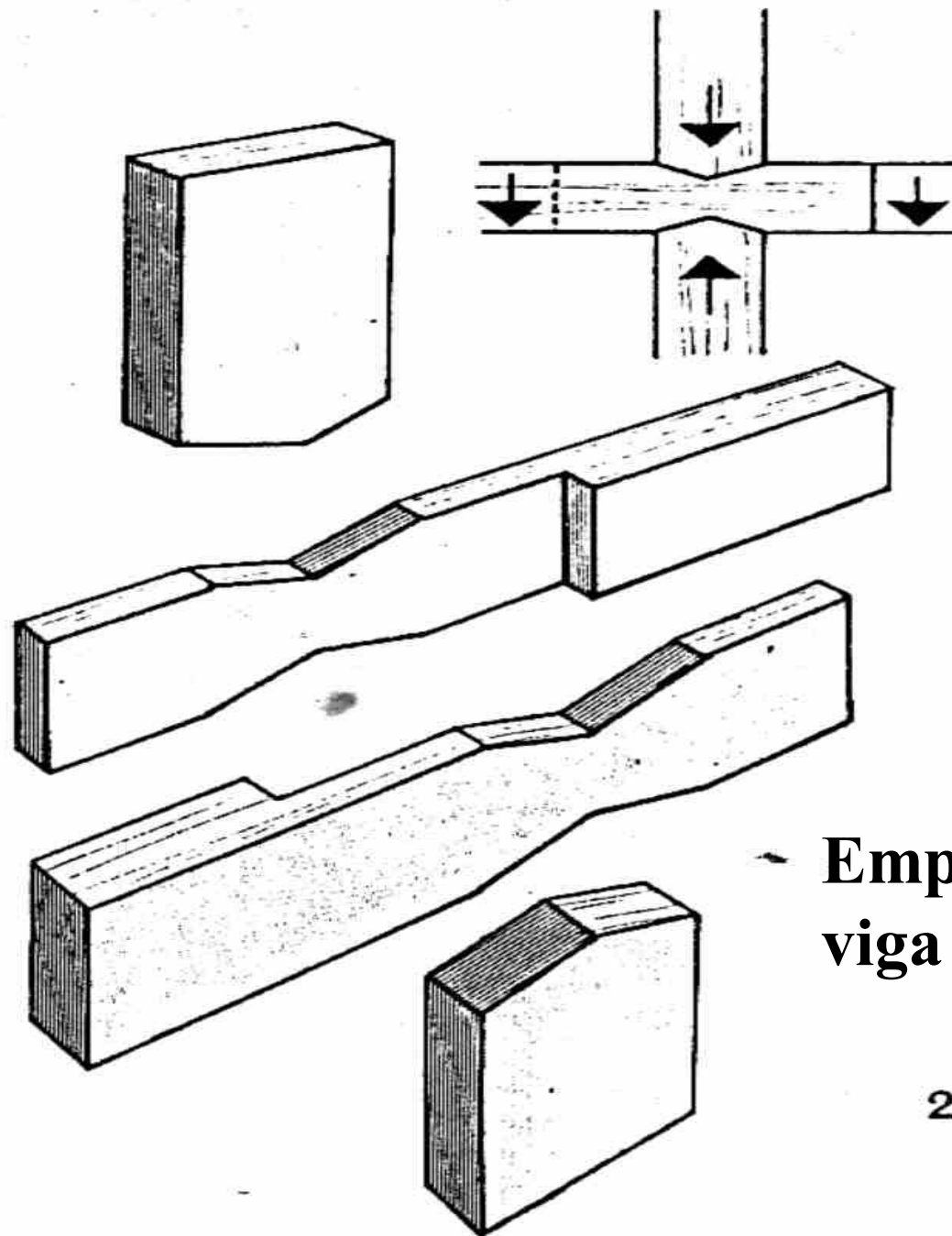
**Boca de lobo o
Dientes de perro**



Fig. 5.2. Empalmes de tracción.



**Empalme de montante
tracc. y cordón inferior**



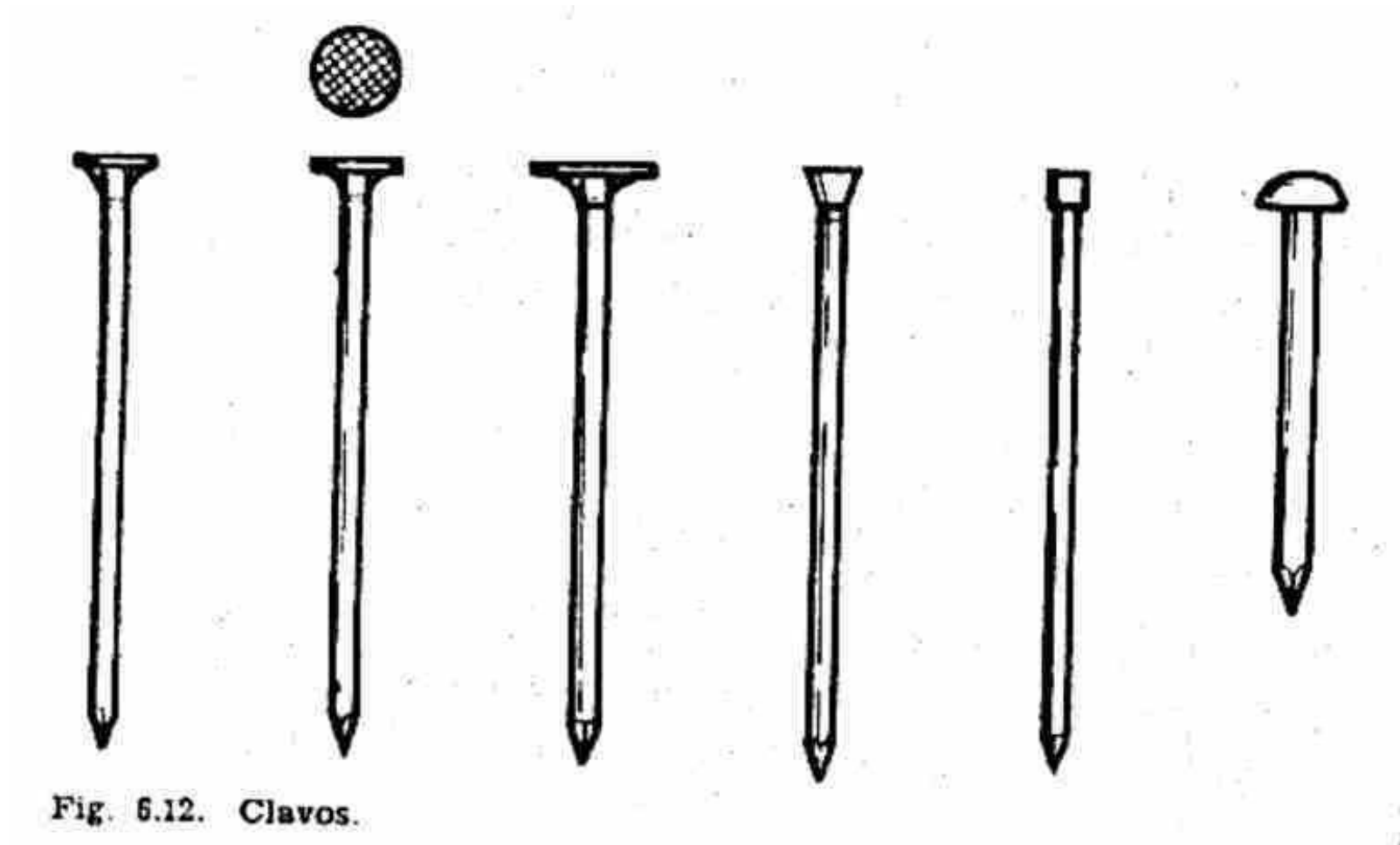
**Empalme de
viga con columna**

2

Fig. 5.3. Empalmes en nudos.

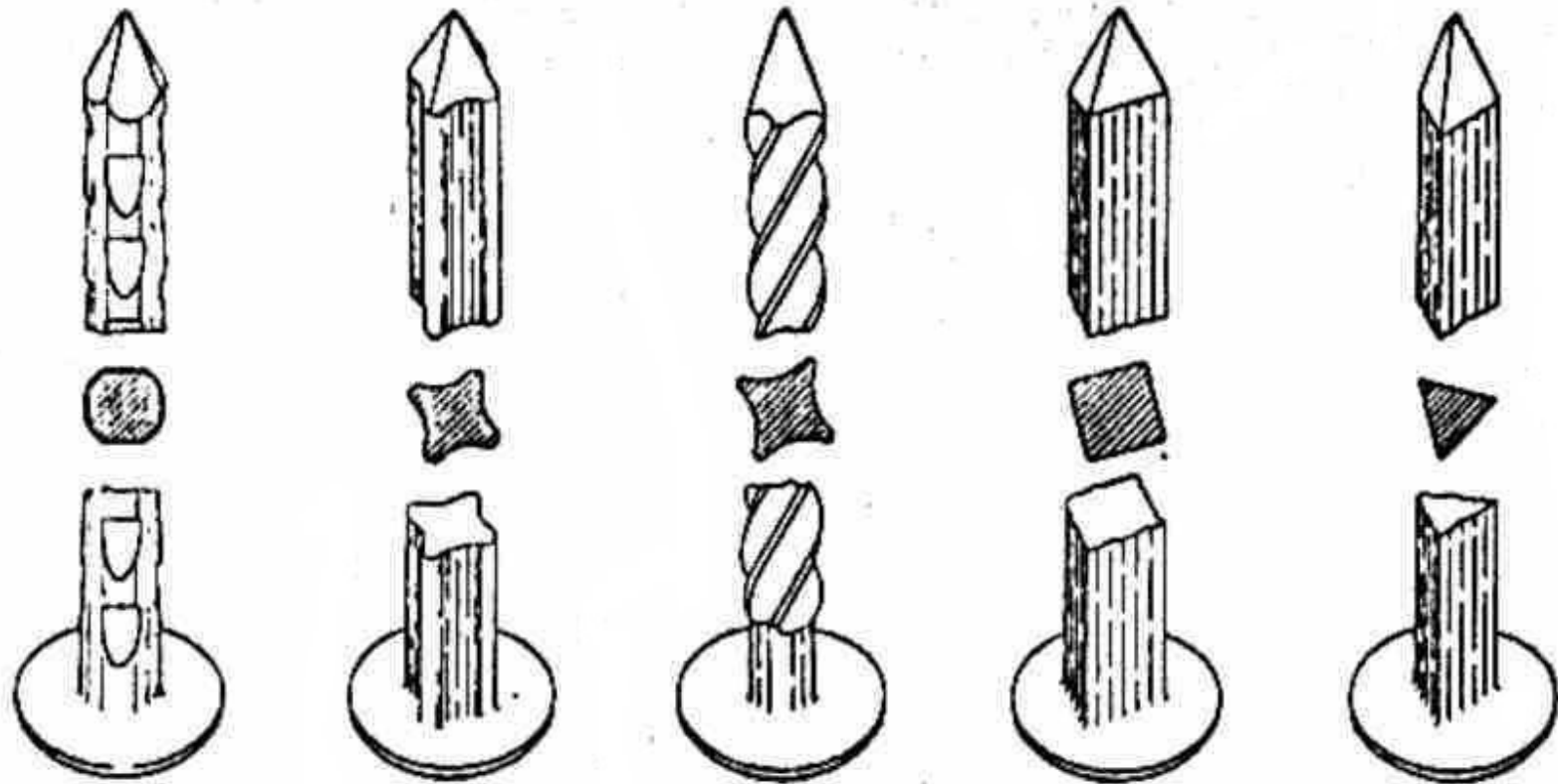
UNIONES CLAVADAS

TIPOS DE CLAVOS



Clases de cabezas

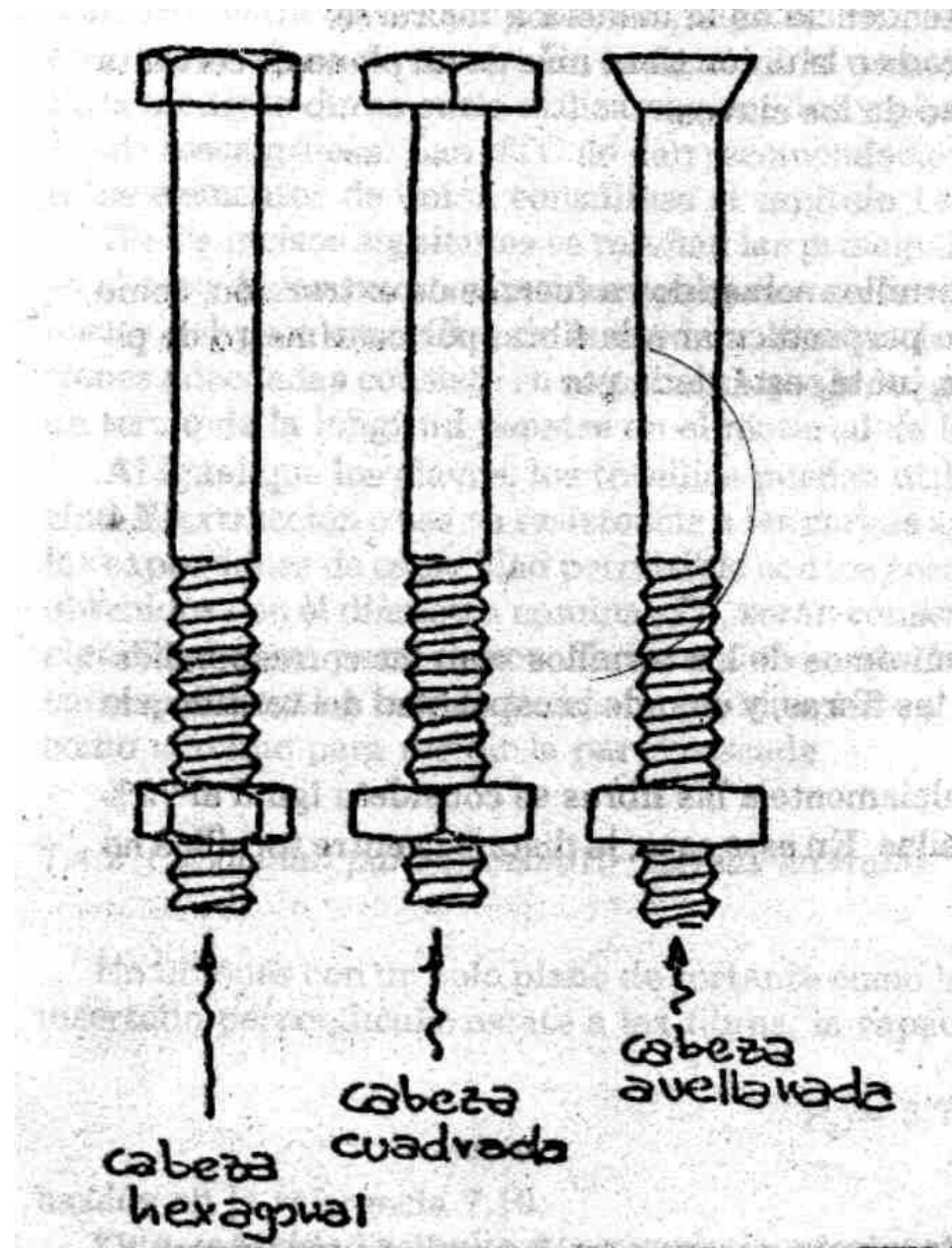
TIPOS DE CLAVOS



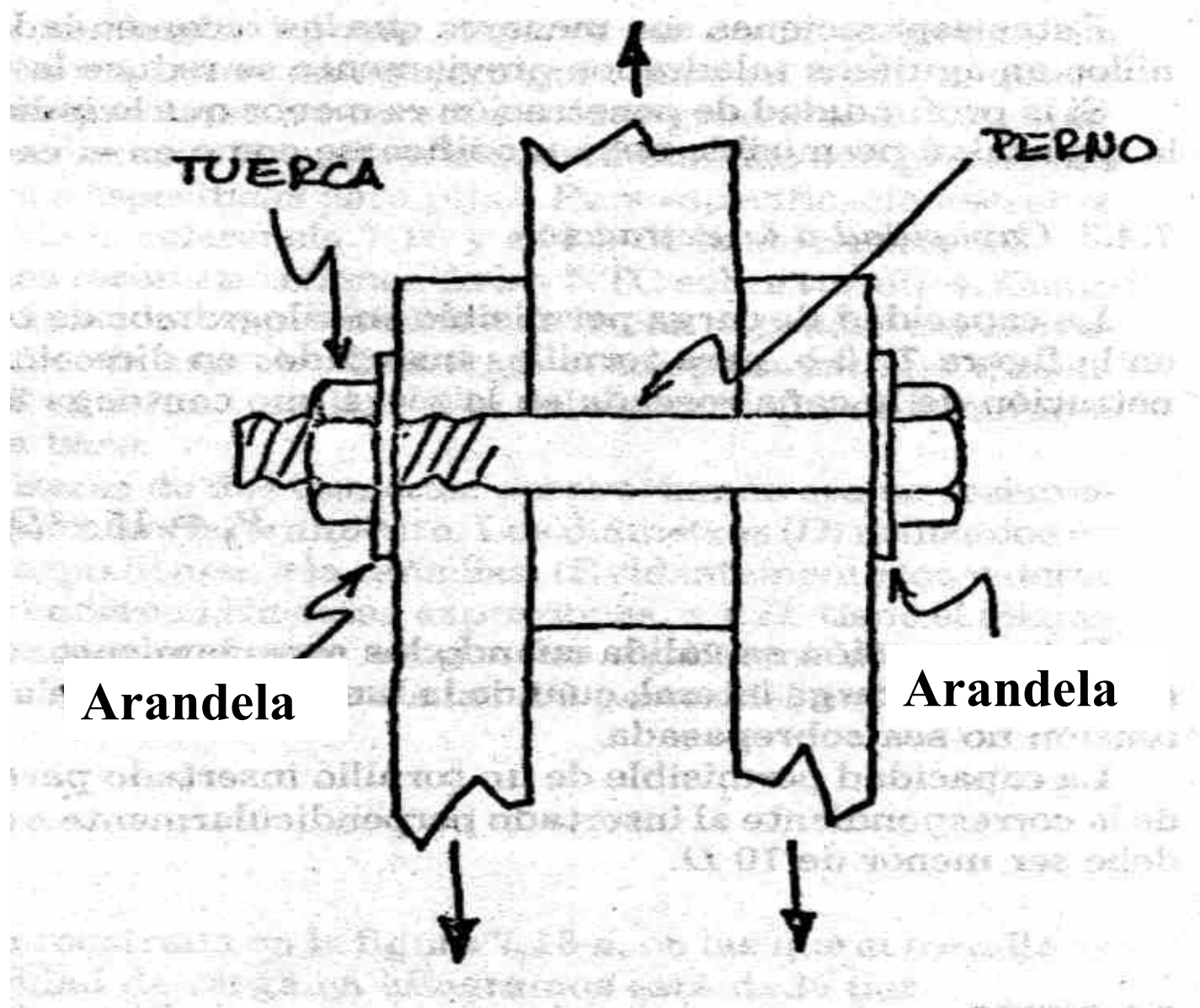
Clases de vástagos

BULONES

TIPOS DE BULONES

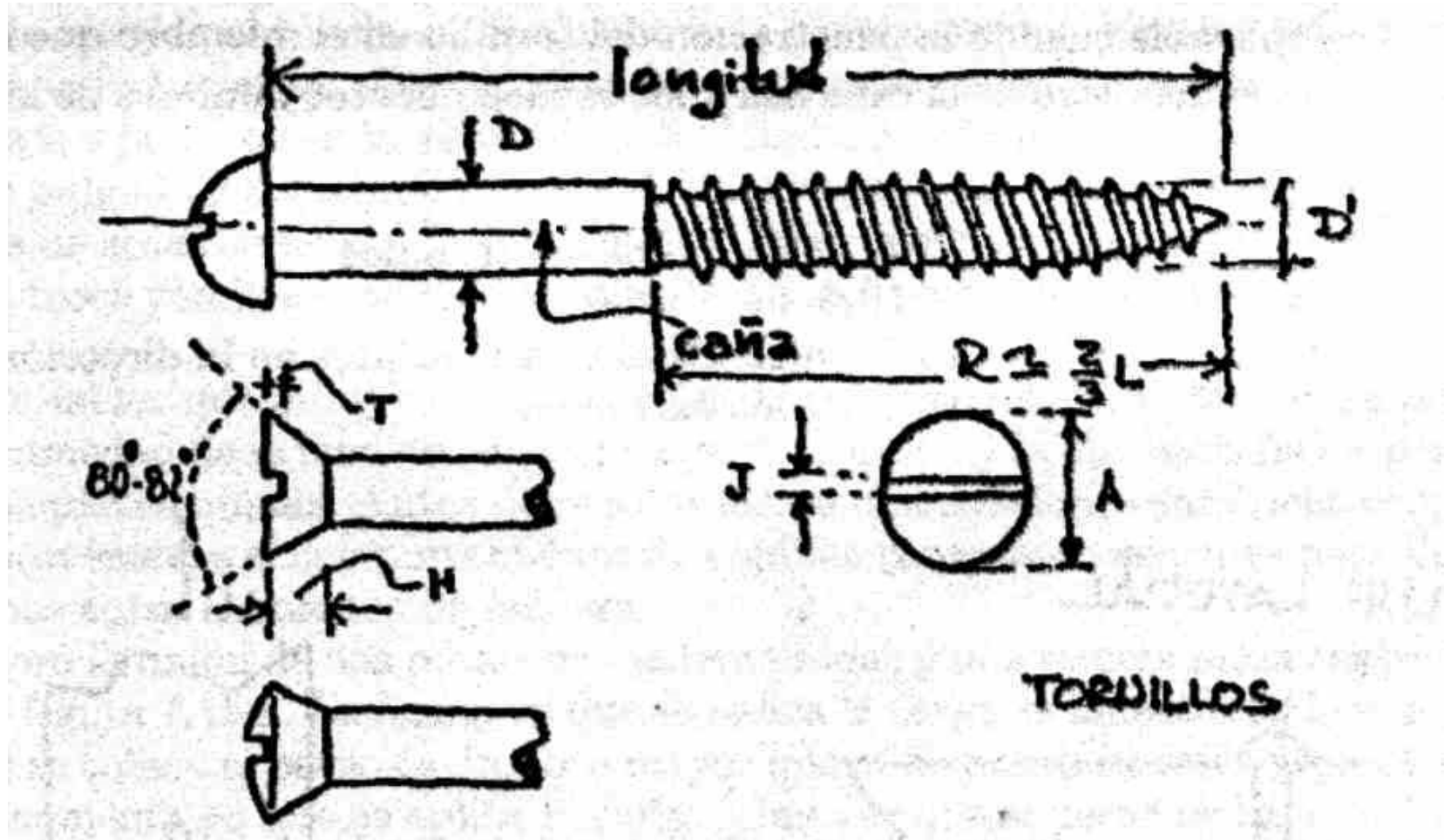


ELEMENTOS DE LA UNIÓN

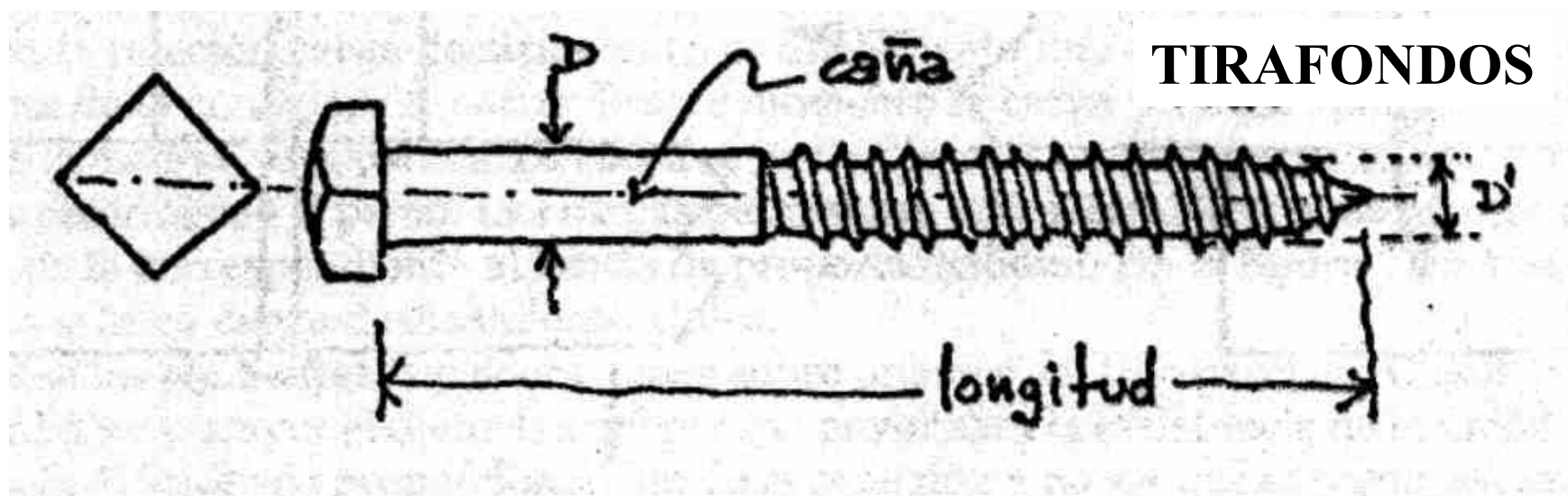


TORNILLOS Y TIRAFONDOS

TIPOS DE TORNILLOS

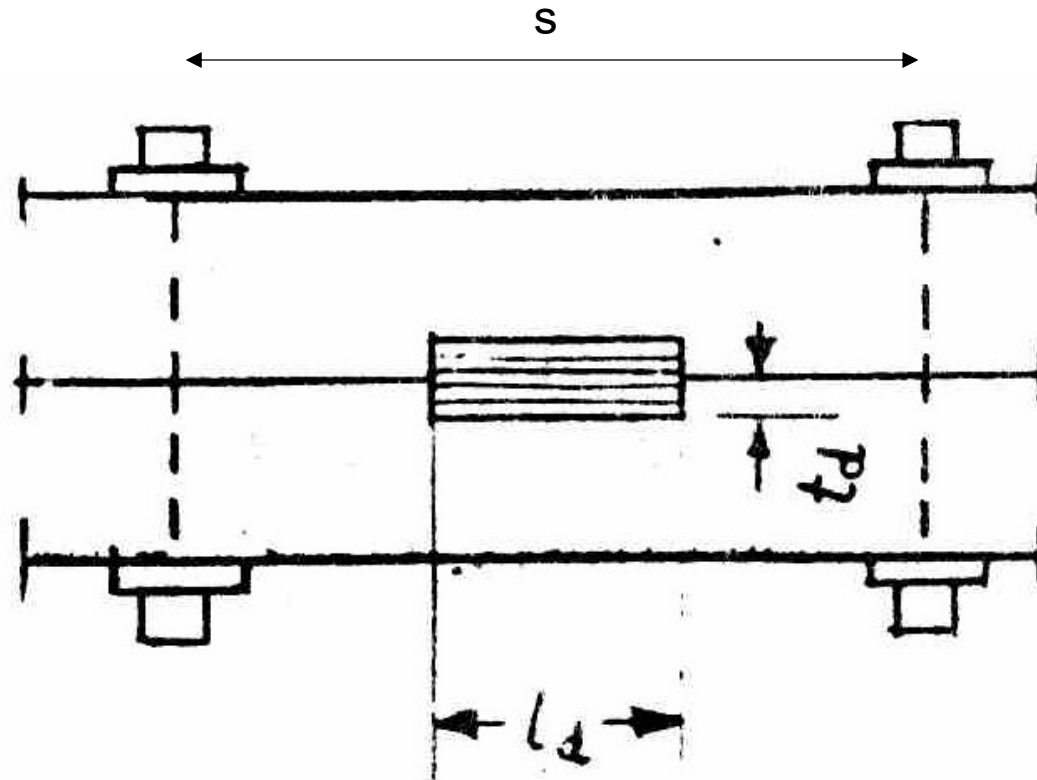


TIPOS DE TORNILLOS



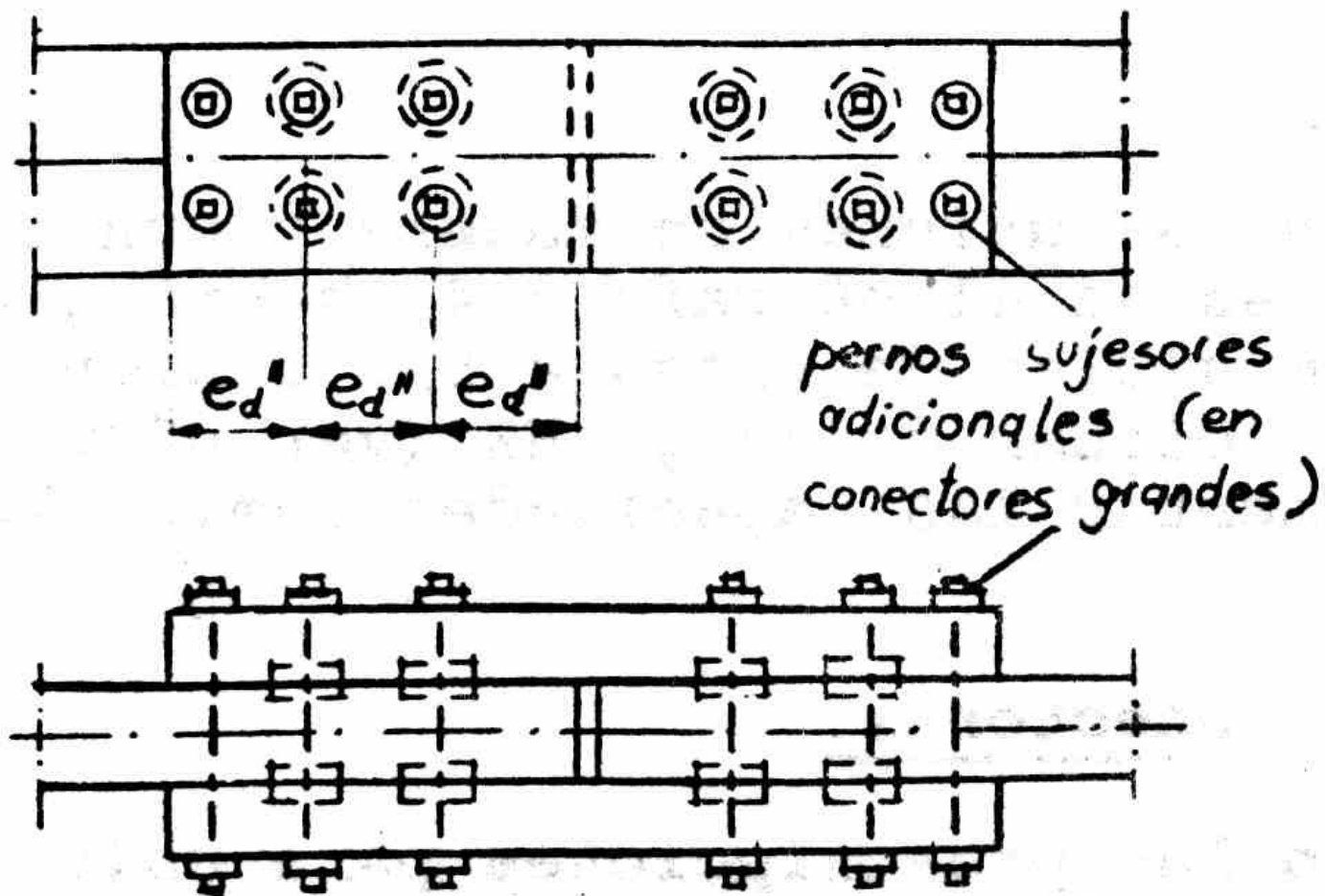
CONECTORES

DISPOSICIÓN BÁSICA



t_d se determina con la resistencia al aplastamiento de la madera
 l_d se calcula con la resistencia al corte de la madera del conector
 s se determina con la resistencia al corte de la madera de los elementos a unir

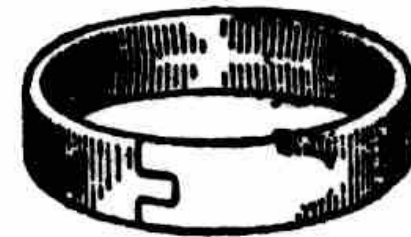
ELEMENTOS DE LA UNIÓN



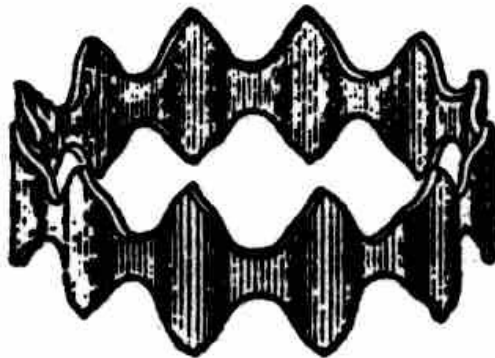
CONECTORES COMERCIALES



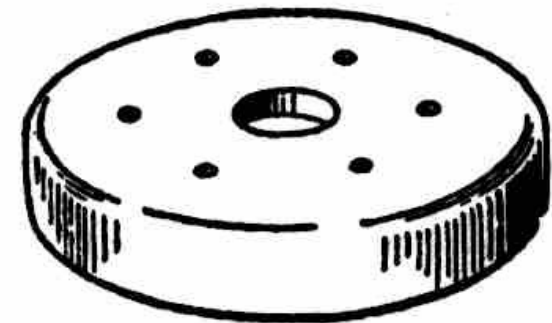
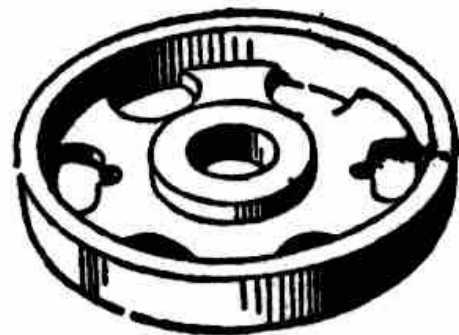
(a) Junta hecha con anillos partidos
Se hizo un corte en uno de los miembros para mostrar la posición de los anillos



(b) Anillo partido

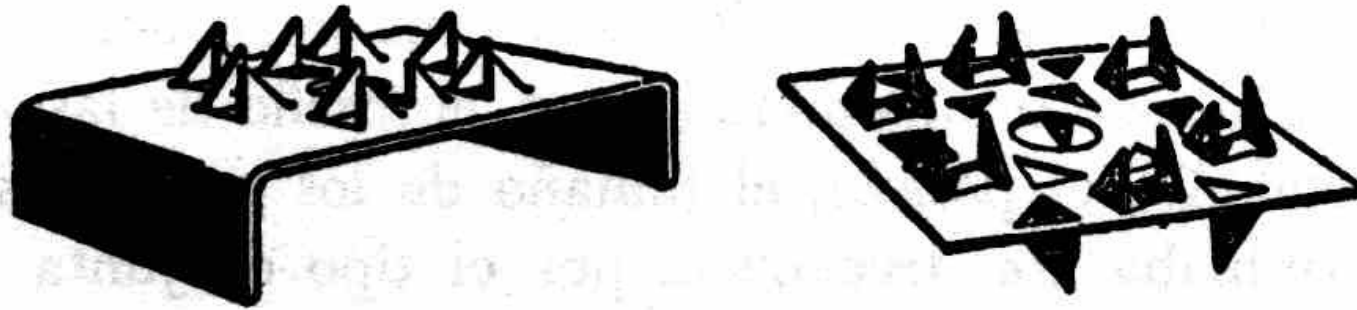


(c) Anillo dentado

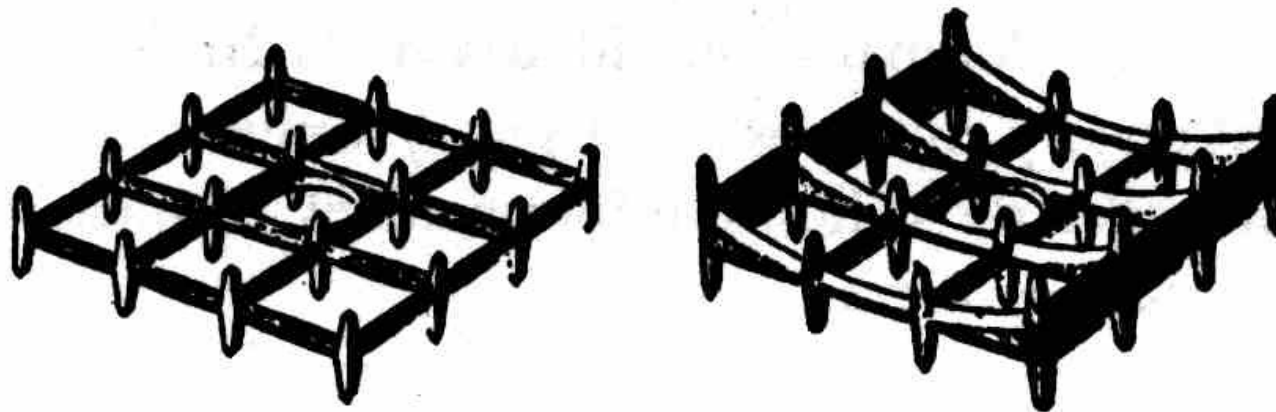


(d) Conectores de placa para cortante

CONECTORES COMERCIALES



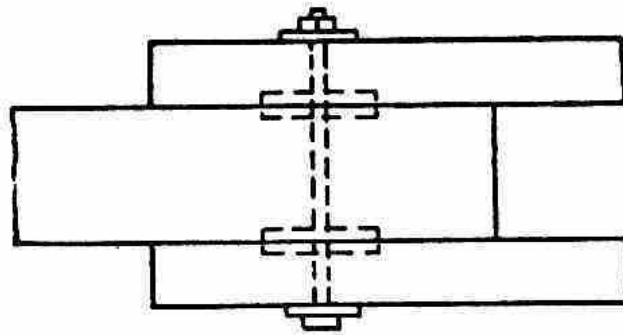
(e) Placas sujetadoras



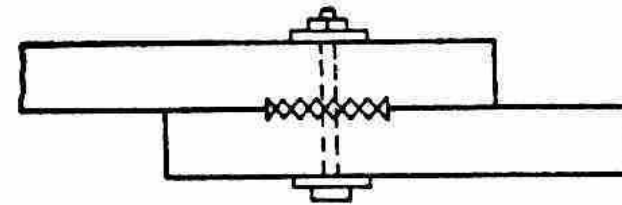
(f) Rejillas dentadas

FIG. 16-1

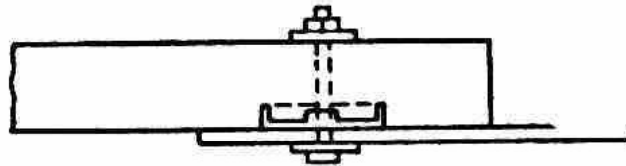
TIPOS DE JUNTAS



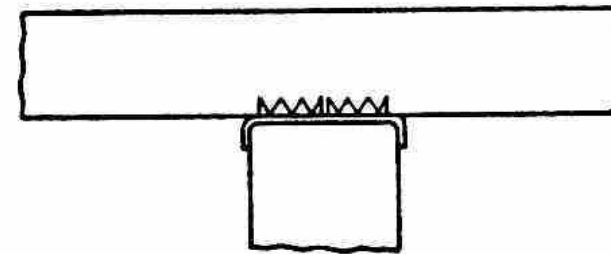
(a) Junta con varios anillos partidos



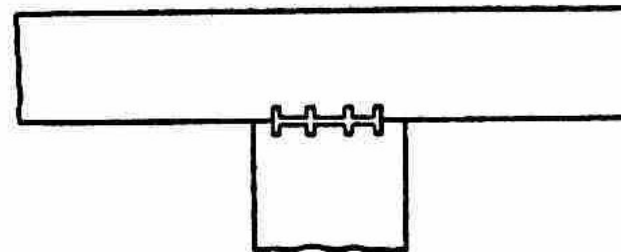
(b) Junta sencilla de anillo dentado



(c) Placa para cortante para juntas de madera a acero



(d) Placa sujetadora



(e) Rejilla dentada

FIG. 16-2

DISEÑO SEGÚN C-601

Tabla 8.2-1. Distancias mínimas de elementos de fijación tipo clavija con $D \geq 6,35$ mm y sometidos a carga lateral

Distancia	Dirección de la carga respecto de las fibras	Valores mínimos
al borde	paralela	3 D
	perpendicular ⁽¹⁾	al borde cargado 4 D al borde descargado 3 D
al extremo	paralela	al extremo cargado (tracción): 7 D al extremo descargado (compresión): 4 D
	perpendicular	4 D
en una fila	paralela	7 D
	perpendicular	4 D
entre filas ⁽²⁾	paralela	4 D
	perpendicular	4 D
<p>(1) Si no se realiza un cálculo detallado se debe evitar ejecutar uniones que transmiten cargas importantes a vigas de madera aserrada o de madera laminada encolada por debajo de su eje neutro.</p> <p>(2) La separación entre filas externas de una unión sometida a una carga paralela a la dirección de las fibras y materializada con la interposición de placas laterales de acero no debe superar los 127 mm (ver la Figura 8.2-2.). Esta limitación tiene por finalidad evitar la generación de esfuerzos locales, en dirección perpendicular a las fibras, producidos por la expansión y la contracción de la madera se puede obviar si se diseñan orificios ovalados que permitan el libre movimiento del material.</p>		

Tabla 8.2-2. Distancias mínimas para clavos y para tornillos con $D < 6,35$ mm y sometidos a carga lateral

Distancia	Dirección de la carga respecto de las fibras	Descripción	Valores mínimos	
			sin pre-perforación	con pre-perforación
al borde	paralela	-	5 D	3 D
	perpendicular ⁽¹⁾	borde cargado borde descargado	10 D 5 D	7 D 3 D
al extremo	paralela	extremo cargado extremo descargado	15 D 10 D	10 D 5 D
	perpendicular	-	10 D	5 D
en una fila	paralela	-	15 D	10 D
	perpendicular	-	10 D	5 D
entre filas ⁽²⁾	paralela y perpendicular	filas alineadas	5 D	3 D
		filas en tresbolillo	2,5 D	2,5 D
(1) y (2) ver la Tabla 8.2-1.				

Tabla 8.2-3. Distancias mínimas para elementos de fijación sometidos solamente a una carga de extracción

Distancia	Valores mínimos
al borde	1,5 D
al extremo	4 D
entre elementos	4 D

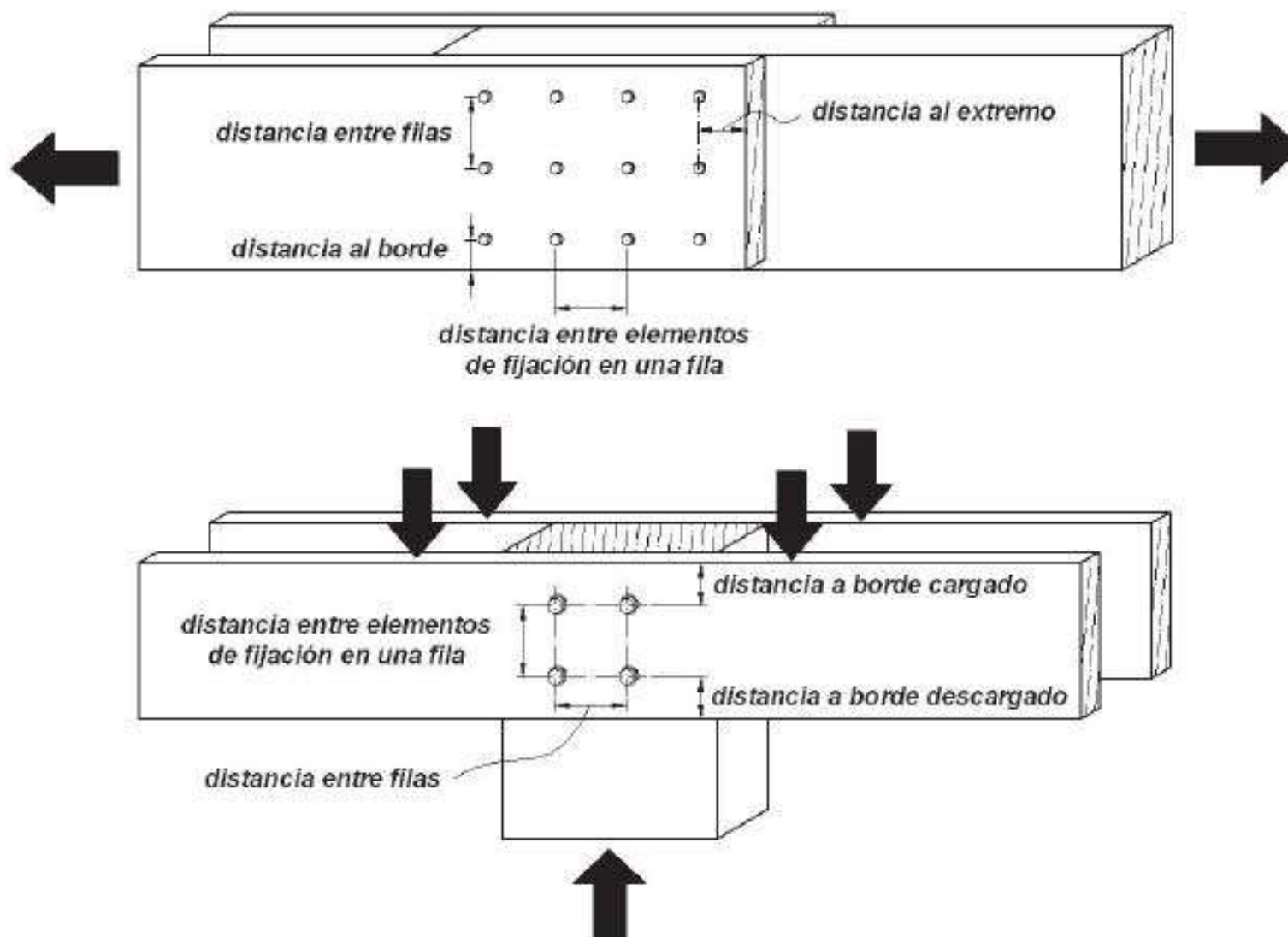


Figura 8.2-3. Geometría de las uniones con elementos de fijación de tipo clavija.

MODOS DE ROTURA

MÉTODO DE JOHANSEN



a



b



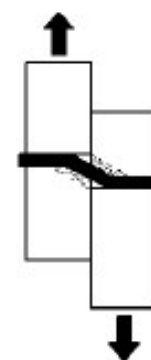
c



d



e



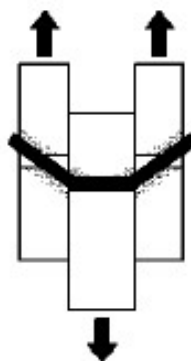
f



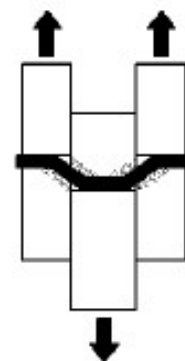
g



h



j



k

MODOS DE ROTURA

MÉTODO DE JOHANSEN

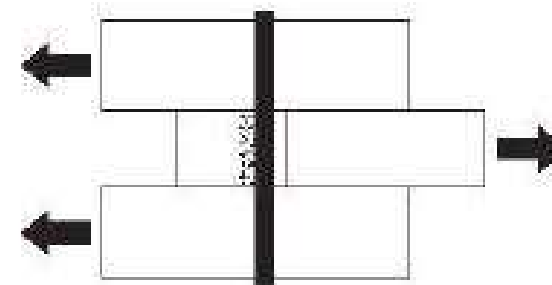
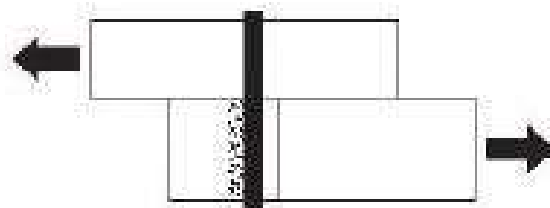
- RESISTENCIA AL APLASTAMIENTO DE LA MADERA
- MOMENTO DE PLASTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE FIJACIÓN
- INEXISTENCIA DE FALLA PREMATURA DE LA MADERA

Modo de Rotura

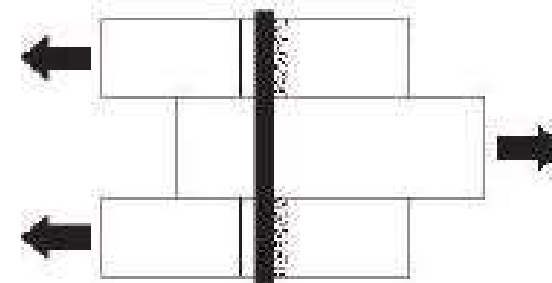
Unión con una sección de corte

Unión con dos secciones de corte

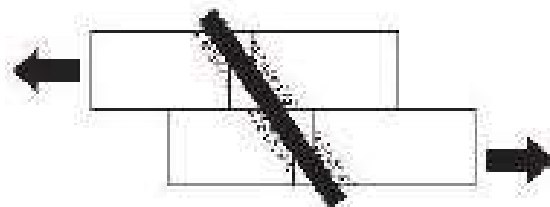
Modo I_m



Modo I_s



Modo II



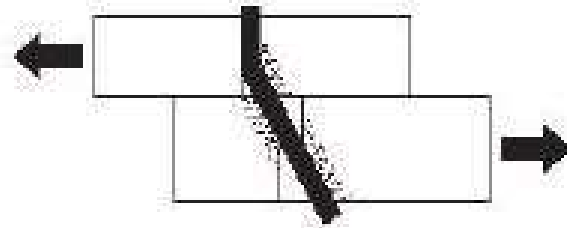
No aplicable

Modo de Rotura

Unión con una sección de corte

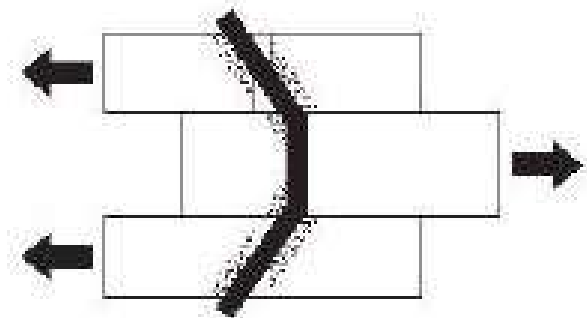
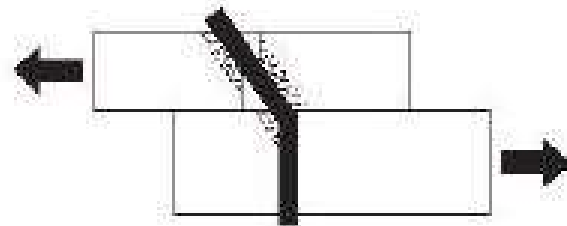
Unión con dos secciones de corte

Modo III_m

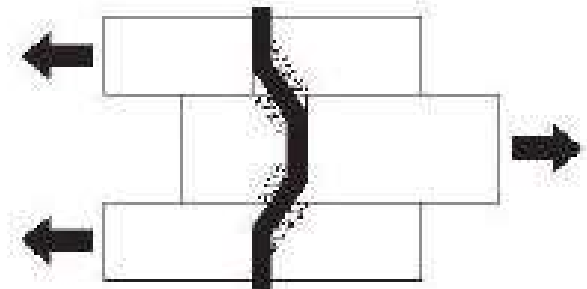
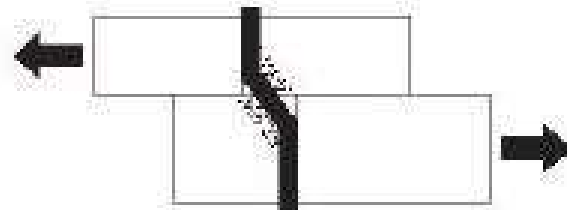


No aplicable

Modo III_s



Modo IV



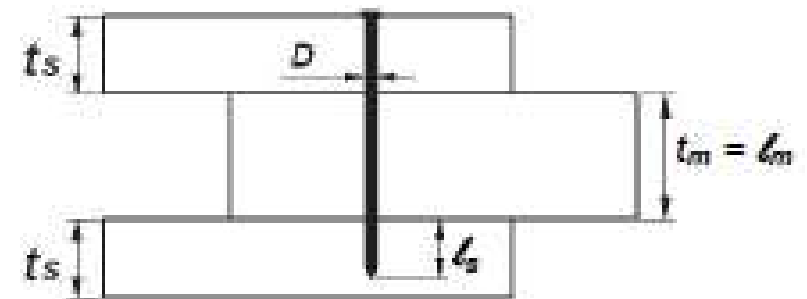
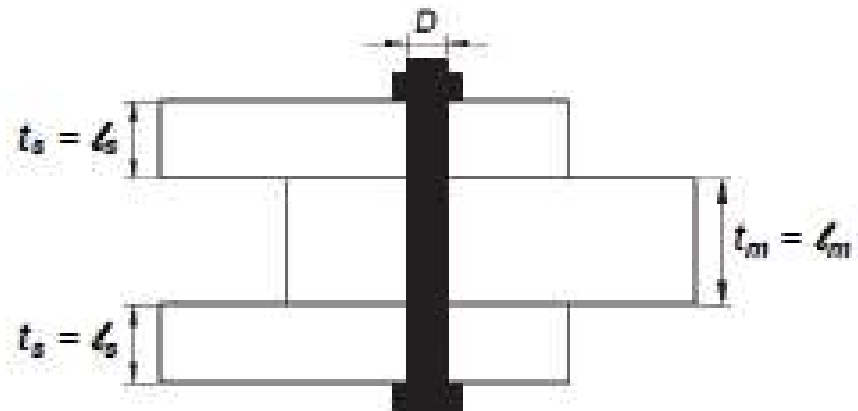
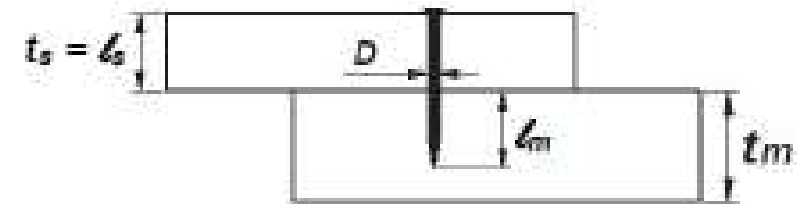
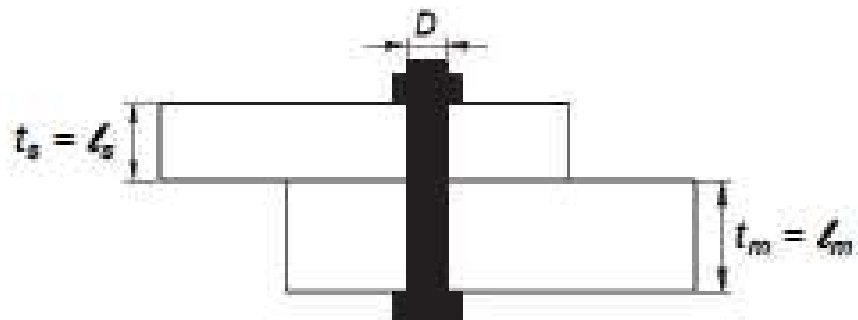


Figura 8.2.1.1-2. Uniones con una y dos secciones de corte.

El subíndice “m” identifica al elemento principal (main element)

El subíndice “s” identifica al elemento lateral (side element)

Tabla 8.2.1.1-1. Expresiones correspondientes a los modos de rotura en uniones para un elemento de fijación de tipo clavija sometido a carga lateral

Modo de rotura	Una sección de corte	Dos secciones de corte	Expresiones
I _m	$Z = \frac{D \ell_m F_{em}}{R_d}$	$Z = \frac{D \ell_m F_{em}}{R_d}$	(8.2.1.1-1)
I _s	$Z = \frac{D \ell_s F_{es}}{R_d}$	$Z = \frac{2D \ell_s F_{es}}{R_d}$	(8.2.1.1-2)
II	$Z = \frac{k_1 D \ell_s F_{es}}{R_d}$		(8.2.1.1-3)
III _m	$Z = \frac{k_2 D \ell_m F_{em}}{(1 + 2R_e) R_d}$		(8.2.1.1-4)
III _s	$Z = \frac{k_3 D \ell_s F_{em}}{(2 + R_e) R_d}$	$Z = \frac{2k_3 D \ell_s F_{em}}{(2 + R_e) R_d}$	(8.2.1.1-5)
IV	$Z = \frac{D^2}{R_d} \sqrt{\frac{2F_{em} F_{yb}}{3(1 + R_e)}}$	$Z = \frac{2D^2}{R_d} \sqrt{\frac{2F_{em} F_{yb}}{3(1 + R_e)}}$	(8.2.1.1-6)

siendo:

- D el diámetro nominal del elemento de fijación cuando éste no es roscado o cuando la zona roscada está suficientemente lejos de las secciones de corte (ver la Figura 8.2.1.1-1.). En caso contrario se debe tomar el diámetro del núcleo del elemento, D_r , en lugar de D .
- F_{em} la resistencia al aplastamiento de referencia del miembro principal (ver el Suplemento 4)
- F_{es} la resistencia al aplastamiento de referencia del miembro lateral (ver el Suplemento 4)
- F_{yb} la tensión de fluencia en flexión del elemento de fijación (ver el Suplemento 4)
- ℓ_m la longitud del elemento de fijación dentro del miembro principal (ver la Figura 8.2.1.1-2.)
- ℓ_s la longitud del elemento de fijación dentro del miembro lateral (ver la Figura 8.2.1.1-2.)
- R_θ el coeficiente de reducción (ver la Tabla 8.2.1.1.-2)
- $R_\theta = F_{em} / F_{es}$
- $R_t = \ell_m / \ell_s$

$$k_1 = \frac{\sqrt{R_\theta + 2R_\theta^2(1 + R_t + R_t^2) + R_t^2R_\theta^3} - R_\theta(1 + R_t)}{(1 + R_\theta)}$$

$$k_2 = -1 + \sqrt{2(1 + R_\theta) + \frac{2F_{yb}(1 + 2R_\theta)D^2}{3F_{em}\ell_m^2}}$$

$$k_3 = -1 + \sqrt{\frac{2(1 + R_\theta)}{R_\theta} + \frac{2F_{yb}(2 + R_\theta)D^2}{3F_{em}\ell_s^2}}$$

Tabla 8.2.1.1-2. Coeficiente de reducción (R_d)

D	Modo de rotura	R_d
$6,35 \text{ mm} \leq D \leq 25,4 \text{ mm}$	I _m , I _s	$4 K_\theta$
	II	$3,6 K_\theta$
	III _m , III _s , IV	$3,2 K_\theta$
$D < 6,35 \text{ mm}$	I _m , I _s , II, III _m , III _s , IV	$K_D^{(1)}$
siendo: θ el máximo ángulo entre la dirección de la fuerza y la de las fibras de cualquier miembro que integra la unión ($0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$) $K_\theta = 1 + 0,25(\theta / 90)$ D el diámetro del elemento de fijación (mm) K_D - para $D \leq 4,3 \text{ mm}$ es $K_D = 2,2$; - para $4,3 \text{ mm} < D < 6,35 \text{ mm}$ es $K_D = 0,38 D + 0,56$		
(1) En elementos de fijación roscados con $D \geq 6,35 \text{ mm}$ y $D_r < 6,35 \text{ mm}$, $R_d = K_D K_\theta$		

Tabla 8.2.1.2-1. Factores de ajuste aplicables para uniones con elementos de fijación tipo clavija sometidos a carga lateral

Resistencia lateral	Factores de ajuste aplicables					
$Z' = Z$	X	C_D	C_M	C_t	C_g	C_{tn}