

## TORNILLO DE CABEZA ANCHA

### ARANDELA INTEGRADA

La cabeza ancha tiene la función de una arandela y garantiza una elevada resistencia a la penetración de la cabeza. Ideal en presencia de viento o de variaciones dimensionales de la madera.

### PUNTA 3 THORNS

Gracias a la punta 3 THORNS, se reducen las distancias mínimas de instalación. Se pueden usar más tornillos en menos espacio y tornillos más grandes en elementos más pequeños.

En consecuencia, los costes y los tiempos para realizar el proyecto son menores.

### MADERAS DE NUEVA GENERACIÓN

Ensayado y certificado para su uso en una gran variedad de maderas ingenierizadas, como CLT, GL, LVL, OSB y Beech LVL.

Muy versátil, el tornillo TBS facilita el uso de maderas de nueva generación para crear estructuras cada vez más innovadoras y sostenibles.

### VELOCIDAD

Con la punta 3 THORNS, el agarre de los tornillos es más fiable y rápido, aunque se mantienen las prestaciones mecánicas habituales.

Más velocidad, menos esfuerzo.

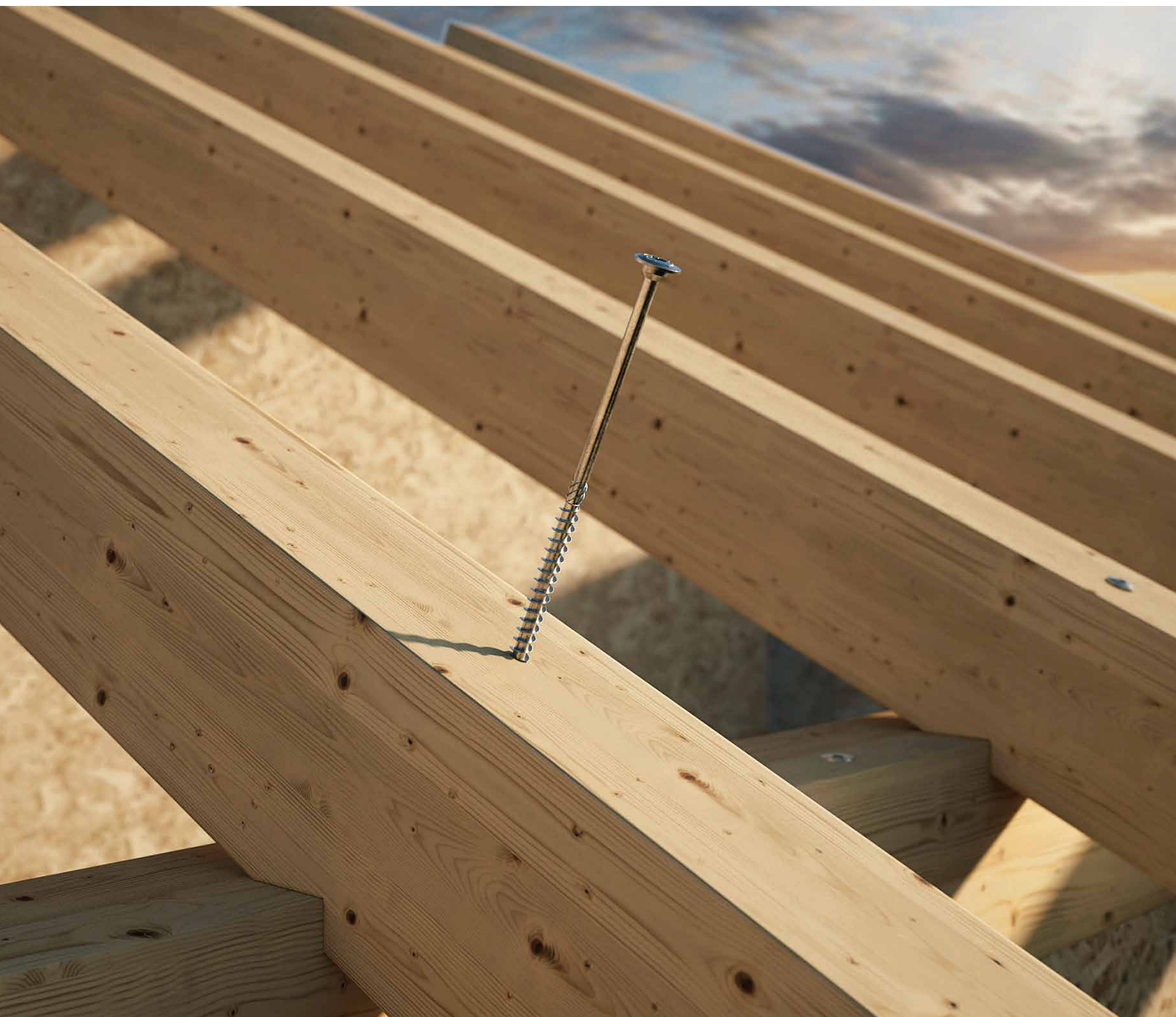


|                           |                                                                    |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| DIÁMETRO [mm]             | 6 (6) 12 16                                                        |
| LONGITUD [mm]             | 40 (40) 1000 1000                                                  |
| CLASE DE SERVICIO         | SC1 SC2                                                            |
| CORROSIVIDAD ATMOSFÉRICA  | C1 C2                                                              |
| CORROSIVIDAD DE LA MADERA | T1 T2                                                              |
| MATERIAL                  | Zn<br>ELECTRO<br>PLATED<br>acero al carbono<br>electro galvanizado |



## CAMPOS DE APLICACIÓN

- paneles de madera
- paneles de aglomerado de madera y MDF
- madera maciza y laminada
- CLT y LVL
- maderas de alta densidad

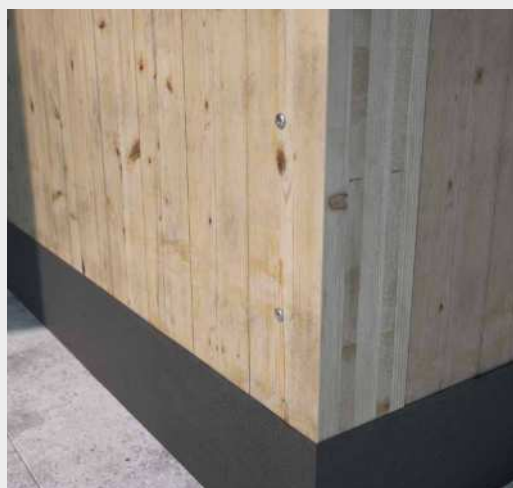


## VIGA SECUNDARIA

Ideal para la fijación de las viguetas a la viga de solera para una elevada resistencia al arranque por parte del viento. La cabeza ancha garantiza una elevada resistencia a la tracción que evita el uso de ulteriores sistemas de anclajes laterales.

## I-JOIST

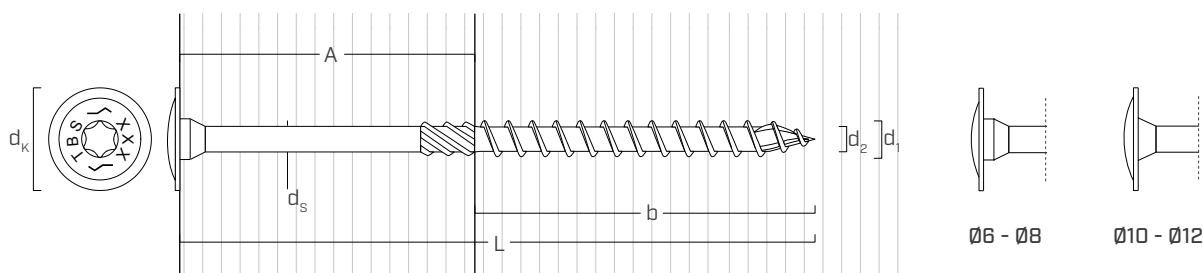
Valores ensayados, certificados y calculados también para CLT y maderas de alta densidad como la madera microlaminada LVL.



^  
Fijación de paneles SIP con tornillos TBS diámetro 8 mm.

^  
Fijación de paredes de CLT con TBS.

## ■ GEOMETRÍA Y CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS



### GEOMETRÍA

| Diámetro nominal                    | $d_1$     | [mm] | 6     | 8     | 10    | 12    |
|-------------------------------------|-----------|------|-------|-------|-------|-------|
| Diámetro cabeza                     | $d_k$     | [mm] | 15,50 | 19,00 | 25,00 | 29,00 |
| Diámetro núcleo                     | $d_2$     | [mm] | 3,95  | 5,40  | 6,40  | 6,80  |
| Diámetro cuello                     | $d_s$     | [mm] | 4,30  | 5,80  | 7,00  | 8,00  |
| Diámetro pre-agujero <sup>(1)</sup> | $d_{V,S}$ | [mm] | 4,0   | 5,0   | 6,0   | 7,0   |
| Diámetro pre-agujero <sup>(2)</sup> | $d_{V,H}$ | [mm] | 4,0   | 6,0   | 7,0   | 8,0   |

(1) Pre-agujero válido para madera de conífera (softwood).

(2) Pre-agujero válido para maderas duras (hardwood) y para LVL de madera de haya.

### PARÁMETROS MECÁNICOS CARACTERÍSTICOS

| Diámetro nominal             | $d_1$        | [mm] | 6    | 8    | 10   | 12   |
|------------------------------|--------------|------|------|------|------|------|
| Resistencia a la tracción    | $f_{tens,k}$ | [kN] | 11,3 | 20,1 | 31,4 | 33,9 |
| Momento de esfuerzo plástico | $M_{y,k}$    | [Nm] | 9,5  | 20,1 | 35,8 | 48,0 |

|                                       |              |                      | madera de conífera<br>(softwood) | LVL de conífera<br>(LVL softwood) | LVL de haya pre-perforada<br>(beech LVL predrilled) |
|---------------------------------------|--------------|----------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Parámetro de resistencia a extracción | $f_{ax,k}$   | [N/mm <sup>2</sup> ] | 11,7                             | 15,0                              | 29,0                                                |
| Parámetro de penetración de la cabeza | $f_{head,k}$ | [N/mm <sup>2</sup> ] | 10,5                             | 20,0                              | -                                                   |
| Densidad asociada                     | $\rho_a$     | [kg/m <sup>3</sup> ] | 350                              | 500                               | 730                                                 |
| Densidad de cálculo                   | $\rho_k$     | [kg/m <sup>3</sup> ] | ≤ 440                            | 410 ÷ 550                         | 590 ÷ 750                                           |

Para aplicaciones con materiales diferentes consultar ETA-11/0030.

## CÓDIGOS Y DIMENSIONES

| d <sub>1</sub><br>[mm] | d <sub>k</sub><br>[mm] | CÓDIGO  | L<br>[mm] | b<br>[mm] | A<br>[mm] | unid. |
|------------------------|------------------------|---------|-----------|-----------|-----------|-------|
| 6<br>TX 30             | 15,5                   | TBS660  | 60        | 40        | 20        | 100   |
|                        |                        | TBS670  | 70        | 40        | 30        | 100   |
|                        |                        | TBS680  | 80        | 50        | 30        | 100   |
|                        |                        | TBS690  | 90        | 50        | 40        | 100   |
|                        |                        | TBS6100 | 100       | 60        | 40        | 100   |
|                        |                        | TBS6120 | 120       | 75        | 45        | 100   |
|                        |                        | TBS6140 | 140       | 75        | 65        | 100   |
|                        |                        | TBS6160 | 160       | 75        | 85        | 100   |
|                        |                        | TBS6180 | 180       | 75        | 105       | 100   |
|                        |                        | TBS6200 | 200       | 75        | 125       | 100   |
|                        |                        | TBS6220 | 220       | 100       | 120       | 100   |
|                        |                        | TBS6240 | 240       | 100       | 140       | 100   |
|                        |                        | TBS6260 | 260       | 100       | 160       | 100   |
|                        |                        | TBS6280 | 280       | 100       | 180       | 100   |
|                        |                        | TBS6300 | 300       | 100       | 200       | 100   |
|                        |                        | TBS6320 | 320       | 100       | 220       | 100   |
|                        |                        | TBS6360 | 360       | 100       | 260       | 100   |
|                        |                        | TBS6400 | 400       | 100       | 300       | 100   |
| 8<br>TX 40             | 19,0                   | TBS840  | 40        | 32        | 8         | 100   |
|                        |                        | TBS860  | 60        | 52        | 8         | 100   |
|                        |                        | TBS880  | 80        | 52        | 28        | 50    |
|                        |                        | TBS8100 | 100       | 52        | 48        | 50    |
|                        |                        | TBS8120 | 120       | 80        | 40        | 50    |
|                        |                        | TBS8140 | 140       | 80        | 60        | 50    |
|                        |                        | TBS8160 | 160       | 100       | 60        | 50    |
|                        |                        | TBS8180 | 180       | 100       | 80        | 50    |
|                        |                        | TBS8200 | 200       | 100       | 100       | 50    |
|                        |                        | TBS8220 | 220       | 100       | 120       | 50    |
|                        |                        | TBS8240 | 240       | 100       | 140       | 50    |
|                        |                        | TBS8260 | 260       | 100       | 160       | 50    |
|                        |                        | TBS8280 | 280       | 100       | 180       | 50    |
|                        |                        | TBS8300 | 300       | 100       | 200       | 50    |
|                        |                        | TBS8320 | 320       | 100       | 220       | 50    |
|                        |                        | TBS8340 | 340       | 100       | 240       | 50    |
|                        |                        | TBS8360 | 360       | 100       | 260       | 50    |
|                        |                        | TBS8380 | 380       | 100       | 280       | 50    |
|                        |                        | TBS8400 | 400       | 100       | 300       | 50    |
|                        |                        | TBS8440 | 440       | 100       | 340       | 50    |
|                        |                        | TBS8480 | 480       | 100       | 380       | 50    |
|                        |                        | TBS8520 | 520       | 100       | 420       | 50    |
|                        |                        | TBS8560 | 560       | 100       | 460       | 50    |
|                        |                        | TBS8580 | 580       | 100       | 480       | 50    |
|                        |                        | TBS8600 | 600       | 100       | 500       | 50    |

| d <sub>1</sub><br>[mm] | d <sub>k</sub><br>[mm] | CÓDIGO    | L<br>[mm] | b<br>[mm] | A<br>[mm] | unid. |
|------------------------|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| 10<br>TX 50            | 25,0                   | TBS10100  | 100       | 52        | 48        | 50    |
|                        |                        | TBS10120  | 120       | 60        | 60        | 50    |
|                        |                        | TBS10140  | 140       | 60        | 80        | 50    |
|                        |                        | TBS10160  | 160       | 80        | 80        | 50    |
|                        |                        | TBS10180  | 180       | 80        | 100       | 50    |
|                        |                        | TBS10200  | 200       | 100       | 100       | 50    |
|                        |                        | TBS10220  | 220       | 100       | 120       | 50    |
|                        |                        | TBS10240  | 240       | 100       | 140       | 50    |
|                        |                        | TBS10260  | 260       | 100       | 160       | 50    |
|                        |                        | TBS10280  | 280       | 100       | 180       | 50    |
|                        |                        | TBS10300  | 300       | 100       | 200       | 50    |
|                        |                        | TBS10320  | 320       | 120       | 200       | 50    |
|                        |                        | TBS10340  | 340       | 120       | 220       | 50    |
|                        |                        | TBS10360  | 360       | 120       | 240       | 50    |
|                        |                        | TBS10380  | 380       | 120       | 260       | 50    |
|                        |                        | TBS10400  | 400       | 120       | 280       | 50    |
|                        |                        | TBS10440  | 440       | 120       | 320       | 50    |
|                        |                        | TBS10480  | 480       | 120       | 360       | 50    |
|                        |                        | TBS10520  | 520       | 120       | 400       | 50    |
|                        |                        | TBS10560  | 560       | 120       | 440       | 50    |
| 12<br>TX 50            | 29,0                   | TBS10600  | 600       | 120       | 480       | 50    |
|                        |                        | TBS12200  | 200       | 120       | 80        | 25    |
|                        |                        | TBS12240  | 240       | 120       | 120       | 25    |
|                        |                        | TBS12280  | 280       | 120       | 160       | 25    |
|                        |                        | TBS12320  | 320       | 120       | 200       | 25    |
|                        |                        | TBS12360  | 360       | 120       | 240       | 25    |
|                        |                        | TBS12400  | 400       | 140       | 260       | 25    |
|                        |                        | TBS12440  | 440       | 140       | 300       | 25    |
|                        |                        | TBS12480  | 480       | 140       | 340       | 25    |
|                        |                        | TBS12520  | 520       | 140       | 380       | 25    |
|                        |                        | TBS12560  | 560       | 140       | 420       | 25    |
|                        |                        | TBS12600  | 600       | 140       | 460       | 25    |
|                        |                        | TBS12800  | 800       | 160       | 640       | 25    |
|                        |                        | TBS121000 | 1000      | 160       | 840       | 25    |

## PRODUCTOS RELACIONADOS



TBS MAX  
pág. 92



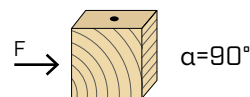
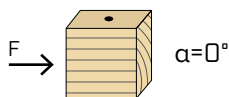
XYLOFON WASHER  
pág. 73



TORQUE LIMITER  
pág. 408

## DISTANCIA MÍNIMA PARA TORNILLOS SOLICITADOS AL CORTE | MADERA

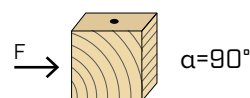
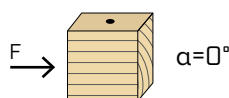
tornillos insertados **SIN** pre-agujero  $\rho_k \leq 420 \text{ kg/m}^3$



| $d_1$ [mm]     |             | 6  | 8   | 10  | 12  |
|----------------|-------------|----|-----|-----|-----|
| $a_1$ [mm]     | <b>10·d</b> | 60 | 80  | 100 | 120 |
| $a_2$ [mm]     | <b>5·d</b>  | 30 | 40  | 50  | 60  |
| $a_{3,t}$ [mm] | <b>15·d</b> | 90 | 120 | 150 | 180 |
| $a_{3,c}$ [mm] | <b>10·d</b> | 60 | 80  | 100 | 120 |
| $a_{4,t}$ [mm] | <b>5·d</b>  | 30 | 40  | 50  | 60  |
| $a_{4,c}$ [mm] | <b>5·d</b>  | 30 | 40  | 50  | 60  |

| $d_1$ [mm]     |             | 6  | 8  | 10  | 12  |
|----------------|-------------|----|----|-----|-----|
| $a_1$ [mm]     | <b>5·d</b>  | 30 | 40 | 50  | 60  |
| $a_2$ [mm]     | <b>5·d</b>  | 30 | 40 | 50  | 60  |
| $a_{3,t}$ [mm] | <b>10·d</b> | 60 | 80 | 100 | 120 |
| $a_{3,c}$ [mm] | <b>10·d</b> | 60 | 80 | 100 | 120 |
| $a_{4,t}$ [mm] | <b>10·d</b> | 60 | 80 | 100 | 120 |
| $a_{4,c}$ [mm] | <b>5·d</b>  | 30 | 40 | 50  | 60  |

tornillos insertados **CON** pre-agujero



| $d_1$ [mm]     |             | 6  | 8  | 10  | 12  |
|----------------|-------------|----|----|-----|-----|
| $a_1$ [mm]     | <b>5·d</b>  | 30 | 40 | 50  | 60  |
| $a_2$ [mm]     | <b>3·d</b>  | 18 | 24 | 30  | 36  |
| $a_{3,t}$ [mm] | <b>12·d</b> | 72 | 96 | 120 | 144 |
| $a_{3,c}$ [mm] | <b>7·d</b>  | 42 | 56 | 70  | 84  |
| $a_{4,t}$ [mm] | <b>3·d</b>  | 18 | 24 | 30  | 36  |
| $a_{4,c}$ [mm] | <b>3·d</b>  | 18 | 24 | 30  | 36  |

| $d_1$ [mm]     |            | 6  | 8  | 10 | 12 |
|----------------|------------|----|----|----|----|
| $a_1$ [mm]     | <b>4·d</b> | 24 | 32 | 40 | 48 |
| $a_2$ [mm]     | <b>4·d</b> | 24 | 32 | 40 | 48 |
| $a_{3,t}$ [mm] | <b>7·d</b> | 42 | 56 | 70 | 84 |
| $a_{3,c}$ [mm] | <b>7·d</b> | 42 | 56 | 70 | 84 |
| $a_{4,t}$ [mm] | <b>7·d</b> | 42 | 56 | 70 | 84 |
| $a_{4,c}$ [mm] | <b>3·d</b> | 18 | 24 | 30 | 36 |

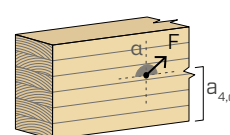
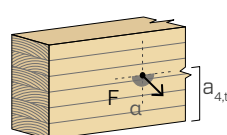
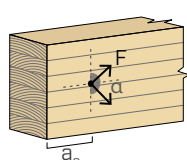
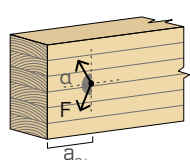
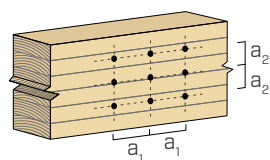
$\alpha$  = ángulo entre fuerza y fibras  
 $d = d_1$  = diámetro nominal tornillo

extremidad solicitada  
 $-90^\circ < \alpha < 90^\circ$

extremidad descargada  
 $90^\circ < \alpha < 270^\circ$

borde solicitado  
 $0^\circ < \alpha < 180^\circ$

borde descargado  
 $180^\circ < \alpha < 360^\circ$

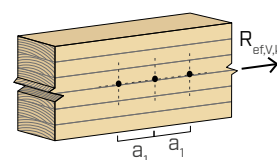


NOTAS en la página 87.

## NÚMERO EFICAZ PARA TORNILLOS SOLICITADOS AL CORTE

La capacidad portante de una conexión realizada con varios tornillos, todos del mismo tipo y tamaño, puede ser inferior a la suma de las capacidades portantes de cada conector. Para una fila de  $n$  tornillos dispuestos paralelamente a la dirección de la fibra a una distancia  $a_1$ , la capacidad portante característica eficaz es igual a:

$$R_{ef,V,k} = n_{ef} \cdot R_{V,k}$$



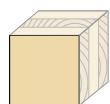
El valor de  $n_{ef}$  se indica en la siguiente tabla en función de  $n$  y de  $a_1$ .

| $n$ |   | $a_1^{(*)}$ |      |      |      |      |      |      |      |      |        |
|-----|---|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
|     |   | 4·d         | 5·d  | 6·d  | 7·d  | 8·d  | 9·d  | 10·d | 11·d | 12·d | ≥ 14·d |
| 2   | 2 | 1,41        | 1,48 | 1,55 | 1,62 | 1,68 | 1,74 | 1,80 | 1,85 | 1,90 | 2,00   |
|     | 3 | 1,73        | 1,86 | 2,01 | 2,16 | 2,28 | 2,41 | 2,54 | 2,65 | 2,76 | 3,00   |
|     | 4 | 2,00        | 2,19 | 2,41 | 2,64 | 2,83 | 3,03 | 3,25 | 3,42 | 3,61 | 4,00   |
|     | 5 | 2,24        | 2,49 | 2,77 | 3,09 | 3,34 | 3,62 | 3,93 | 4,17 | 4,43 | 5,00   |

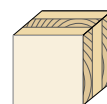
(\*) Para valores intermedios de  $a_1$  se puede interpolar de forma lineal.

## DISTANCIAS MÍNIMAS PARA TORNILLOS SOLICITADOS AL CORTE Y CARGADOS AXIALMENTE | CLT

tornillos insertados SIN pre-agujero



lateral face

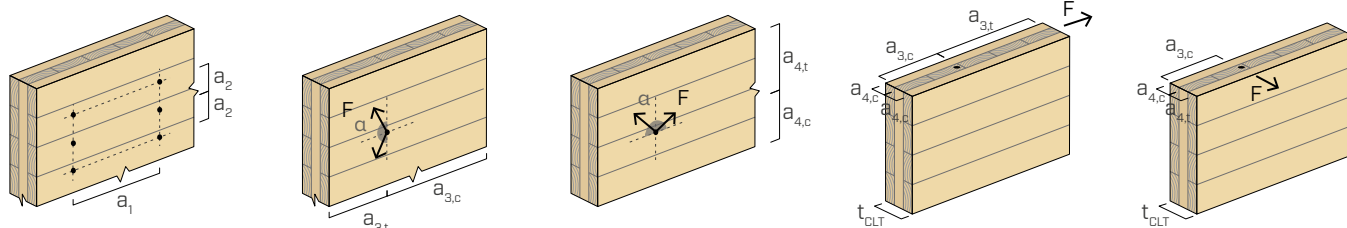


narrow face

| $d_1$ [mm]     |              | 6  | 8  | 10 | 12 |
|----------------|--------------|----|----|----|----|
| $a_1$ [mm]     | <b>4·d</b>   | 24 | 32 | 40 | 48 |
| $a_2$ [mm]     | <b>2,5·d</b> | 15 | 20 | 25 | 30 |
| $a_{3,t}$ [mm] | <b>6·d</b>   | 36 | 48 | 60 | 72 |
| $a_{3,c}$ [mm] | <b>6·d</b>   | 36 | 48 | 60 | 72 |
| $a_{4,t}$ [mm] | <b>6·d</b>   | 36 | 48 | 60 | 72 |
| $a_{4,c}$ [mm] | <b>2,5·d</b> | 15 | 20 | 25 | 30 |

| $d_1$ [mm]     |             | 6  | 8  | 10  | 12  |
|----------------|-------------|----|----|-----|-----|
| $a_1$ [mm]     | <b>10·d</b> | 60 | 80 | 100 | 120 |
| $a_2$ [mm]     | <b>4·d</b>  | 24 | 32 | 40  | 48  |
| $a_{3,t}$ [mm] | <b>12·d</b> | 72 | 96 | 120 | 144 |
| $a_{3,c}$ [mm] | <b>7·d</b>  | 42 | 56 | 70  | 84  |
| $a_{4,t}$ [mm] | <b>6·d</b>  | 36 | 48 | 60  | 72  |
| $a_{4,c}$ [mm] | <b>3·d</b>  | 18 | 24 | 30  | 36  |

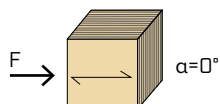
$d = d_1$  = diámetro nominal tornillo



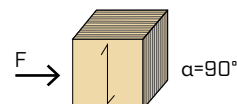
NOTAS en la página 87.

## DISTANCIA MÍNIMA PARA TORNILLOS SOLICITADOS AL CORTE | LVL

tornillos insertados SIN pre-agujero



$\alpha=0^\circ$

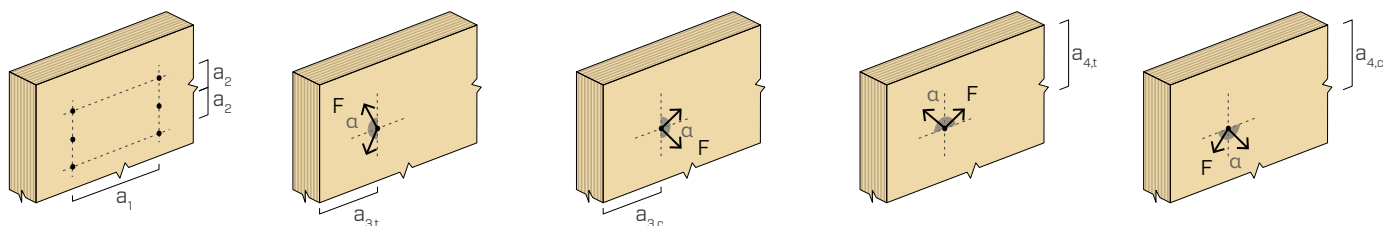


$\alpha=90^\circ$

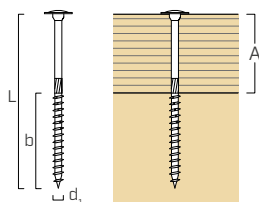
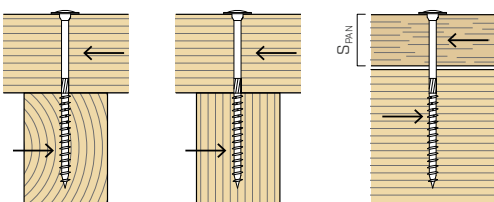
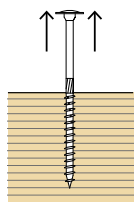
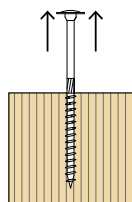
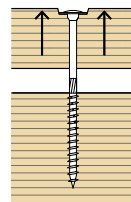
| $d_1$ [mm]     |             | 6  | 8   | 10  |
|----------------|-------------|----|-----|-----|
| $a_1$ [mm]     | <b>12·d</b> | 72 | 96  | 120 |
| $a_2$ [mm]     | <b>5·d</b>  | 30 | 40  | 50  |
| $a_{3,t}$ [mm] | <b>15·d</b> | 90 | 120 | 150 |
| $a_{3,c}$ [mm] | <b>10·d</b> | 60 | 80  | 100 |
| $a_{4,t}$ [mm] | <b>5·d</b>  | 30 | 40  | 50  |
| $a_{4,c}$ [mm] | <b>5·d</b>  | 30 | 40  | 50  |

| $d_1$ [mm]     |            | 6  | 8  | 10  |
|----------------|------------|----|----|-----|
| $a_1$ [mm]     | <b>5d</b>  | 30 | 40 | 50  |
| $a_2$ [mm]     | <b>5d</b>  | 30 | 40 | 50  |
| $a_{3,t}$ [mm] | <b>10d</b> | 60 | 80 | 100 |
| $a_{3,c}$ [mm] | <b>10d</b> | 60 | 80 | 100 |
| $a_{4,t}$ [mm] | <b>10d</b> | 60 | 80 | 100 |
| $a_{4,c}$ [mm] | <b>5d</b>  | 30 | 40 | 50  |

$\alpha$  = ángulo entre fuerza y fibras  
 $d = d_1$  = diámetro nominal tornillo

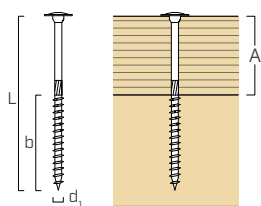
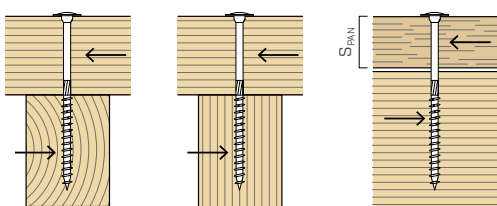
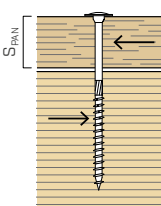
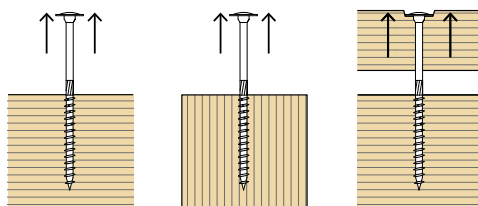


NOTAS en la página 87.

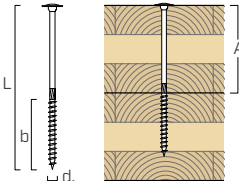
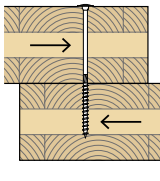
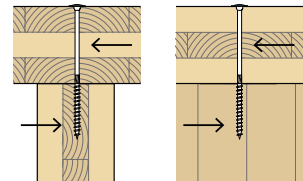
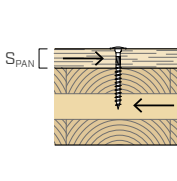
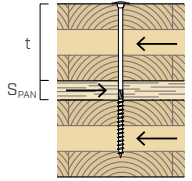
|                                                                                   |           |           |           | CORTE                                                                             |                            |                                                                                    |                          | TRACCIÓN                                                                            |                                                                                     |                             |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--|
| geometría                                                                         |           |           |           | madera-madera<br>ε=90°                                                            | madera-madera<br>ε=0°      | panel-madera                                                                       |                          | extracción<br>de la rosca<br>ε=90°                                                  | extracción<br>de la rosca<br>ε=0°                                                   | penetración<br>cabeza       |  |
|  |           |           |           |  |                            |  |                          |  |  |                             |  |
| d <sub>1</sub><br>[mm]                                                            | L<br>[mm] | b<br>[mm] | A<br>[mm] | R <sub>V,90,k</sub><br>[kN]                                                       | R <sub>V,0,k</sub><br>[kN] | S <sub>PAN</sub><br>[mm]                                                           | R <sub>V,k</sub><br>[kN] | R <sub>ax,90,k</sub><br>[kN]                                                        | R <sub>ax,0,k</sub><br>[kN]                                                         | R <sub>head,k</sub><br>[kN] |  |
| 6                                                                                 | 60        | 40        | 20        | 1,89                                                                              | 1,02                       | 50                                                                                 | -                        | 3,03                                                                                | 0,91                                                                                | 2,72                        |  |
|                                                                                   | 70        | 40        | 30        | 2,15                                                                              | 1,20                       |                                                                                    | -                        | 3,03                                                                                | 0,91                                                                                | 2,72                        |  |
|                                                                                   | 80        | 50        | 30        | 2,15                                                                              | 1,37                       |                                                                                    | 2,14                     | 3,79                                                                                | 1,14                                                                                | 2,72                        |  |
|                                                                                   | 90        | 50        | 40        | 2,35                                                                              | 1,38                       |                                                                                    | 2,50                     | 3,79                                                                                | 1,14                                                                                | 2,72                        |  |
|                                                                                   | 100       | 60        | 40        | 2,35                                                                              | 1,58                       |                                                                                    | 2,50                     | 4,55                                                                                | 1,36                                                                                | 2,72                        |  |
|                                                                                   | 120       | 75        | 45        | 2,35                                                                              | 1,69                       |                                                                                    | 2,50                     | 5,68                                                                                | 1,70                                                                                | 2,72                        |  |
|                                                                                   | 140       | 75        | 65        | 2,35                                                                              | 1,69                       |                                                                                    | 2,50                     | 5,68                                                                                | 1,70                                                                                | 2,72                        |  |
|                                                                                   | 160       | 75        | 85        | 2,35                                                                              | 1,69                       |                                                                                    | 2,50                     | 5,68                                                                                | 1,70                                                                                | 2,72                        |  |
|                                                                                   | 180       | 75        | 105       | 2,35                                                                              | 1,69                       |                                                                                    | 2,50                     | 5,68                                                                                | 1,70                                                                                | 2,72                        |  |
|                                                                                   | 200       | 75        | 125       | 2,35                                                                              | 1,69                       |                                                                                    | 2,50                     | 5,68                                                                                | 1,70                                                                                | 2,72                        |  |
|                                                                                   | 220       | 100       | 120       | 2,35                                                                              | 1,83                       |                                                                                    | 2,50                     | 7,58                                                                                | 2,27                                                                                | 2,72                        |  |
|                                                                                   | 240       | 100       | 140       | 2,35                                                                              | 1,83                       |                                                                                    | 2,50                     | 7,58                                                                                | 2,27                                                                                | 2,72                        |  |
|                                                                                   | 260       | 100       | 160       | 2,35                                                                              | 1,83                       |                                                                                    | 2,50                     | 7,58                                                                                | 2,27                                                                                | 2,72                        |  |
|                                                                                   | 280       | 100       | 180       | 2,35                                                                              | 1,83                       |                                                                                    | 2,50                     | 7,58                                                                                | 2,27                                                                                | 2,72                        |  |
|                                                                                   | 300       | 100       | 200       | 2,35                                                                              | 1,83                       |                                                                                    | 2,50                     | 7,58                                                                                | 2,27                                                                                | 2,72                        |  |
|                                                                                   | 320       | 100       | 220       | 2,35                                                                              | 1,83                       |                                                                                    | 2,50                     | 7,58                                                                                | 2,27                                                                                | 2,72                        |  |
|                                                                                   | 360       | 100       | 260       | 2,35                                                                              | 1,83                       |                                                                                    | 2,50                     | 7,58                                                                                | 2,27                                                                                | 2,72                        |  |
|                                                                                   | 400       | 100       | 300       | 2,35                                                                              | 1,83                       |                                                                                    | 2,50                     | 7,58                                                                                | 2,27                                                                                | 2,72                        |  |
| 8                                                                                 | 40        | 32        | 8         | 1,08                                                                              | 0,90                       | 65                                                                                 | -                        | 3,23                                                                                | 0,97                                                                                | 4,09                        |  |
|                                                                                   | 60        | 52        | 8         | 1,08                                                                              | 1,08                       |                                                                                    | -                        | 5,25                                                                                | 1,58                                                                                | 4,09                        |  |
|                                                                                   | 80        | 52        | 28        | 3,02                                                                              | 1,70                       |                                                                                    | -                        | 5,25                                                                                | 1,58                                                                                | 4,09                        |  |
|                                                                                   | 100       | 52        | 48        | 3,71                                                                              | 1,95                       |                                                                                    | 3,22                     | 5,25                                                                                | 1,58                                                                                | 4,09                        |  |
|                                                                                   | 120       | 80        | 40        | 3,41                                                                              | 2,54                       |                                                                                    | 3,89                     | 8,08                                                                                | 2,42                                                                                | 4,09                        |  |
|                                                                                   | 140       | 80        | 60        | 3,71                                                                              | 2,61                       |                                                                                    | 3,89                     | 8,08                                                                                | 2,42                                                                                | 4,09                        |  |
|                                                                                   | 160       | 100       | 60        | 3,71                                                                              | 2,79                       |                                                                                    | 3,89                     | 10,10                                                                               | 3,03                                                                                | 4,09                        |  |
|                                                                                   | 180       | 100       | 80        | 3,71                                                                              | 2,79                       |                                                                                    | 3,89                     | 10,10                                                                               | 3,03                                                                                | 4,09                        |  |
|                                                                                   | 200       | 100       | 100       | 3,71                                                                              | 2,79                       |                                                                                    | 3,89                     | 10,10                                                                               | 3,03                                                                                | 4,09                        |  |
|                                                                                   | 220       | 100       | 120       | 3,71                                                                              | 2,79                       |                                                                                    | 3,89                     | 10,10                                                                               | 3,03                                                                                | 4,09                        |  |
|                                                                                   | 240       | 100       | 140       | 3,71                                                                              | 2,79                       |                                                                                    | 3,89                     | 10,10                                                                               | 3,03                                                                                | 4,09                        |  |
|                                                                                   | 260       | 100       | 160       | 3,71                                                                              | 2,79                       |                                                                                    | 3,89                     | 10,10                                                                               | 3,03                                                                                | 4,09                        |  |
|                                                                                   | 280       | 100       | 180       | 3,71                                                                              | 2,79                       |                                                                                    | 3,89                     | 10,10                                                                               | 3,03                                                                                | 4,09                        |  |
|                                                                                   | 300       | 100       | 200       | 3,71                                                                              | 2,79                       |                                                                                    | 3,89                     | 10,10                                                                               | 3,03                                                                                | 4,09                        |  |
|                                                                                   | 320       | 100       | 220       | 3,71                                                                              | 2,79                       |                                                                                    | 3,89                     | 10,10                                                                               | 3,03                                                                                | 4,09                        |  |
|                                                                                   | 340       | 100       | 240       | 3,71                                                                              | 2,79                       |                                                                                    | 3,89                     | 10,10                                                                               | 3,03                                                                                | 4,09                        |  |
|                                                                                   | 360       | 100       | 260       | 3,71                                                                              | 2,79                       |                                                                                    | 3,89                     | 10,10                                                                               | 3,03                                                                                | 4,09                        |  |
|                                                                                   | 380       | 100       | 280       | 3,71                                                                              | 2,79                       |                                                                                    | 3,89                     | 10,10                                                                               | 3,03                                                                                | 4,09                        |  |
|                                                                                   | 400       | 100       | 300       | 3,71                                                                              | 2,79                       |                                                                                    | 3,89                     | 10,10                                                                               | 3,03                                                                                | 4,09                        |  |
|                                                                                   | 440       | 100       | 340       | 3,71                                                                              | 2,79                       |                                                                                    | 3,89                     | 10,10                                                                               | 3,03                                                                                | 4,09                        |  |
|                                                                                   | 480       | 100       | 380       | 3,71                                                                              | 2,79                       |                                                                                    | 3,89                     | 10,10                                                                               | 3,03                                                                                | 4,09                        |  |
|                                                                                   | 520       | 100       | 420       | 3,71                                                                              | 2,79                       |                                                                                    | 3,89                     | 10,10                                                                               | 3,03                                                                                | 4,09                        |  |
|                                                                                   | 560       | 100       | 460       | 3,71                                                                              | 2,79                       |                                                                                    | 3,89                     | 10,10                                                                               | 3,03                                                                                | 4,09                        |  |
|                                                                                   | 580       | 100       | 480       | 3,71                                                                              | 2,79                       |                                                                                    | 3,89                     | 10,10                                                                               | 3,03                                                                                | 4,09                        |  |
|                                                                                   | 600       | 100       | 500       | 3,71                                                                              | 2,79                       |                                                                                    | 3,89                     | 10,10                                                                               | 3,03                                                                                | 4,09                        |  |

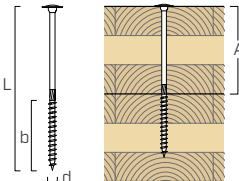
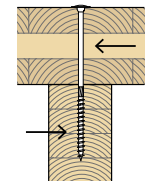
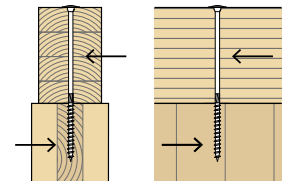
$\varepsilon$  = ángulo entre tornillo y fibras

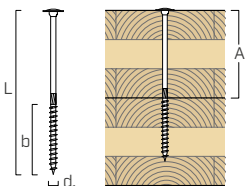
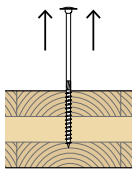
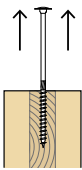
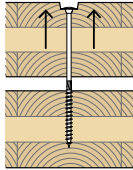
NOTAS y PRINCIPIOS GENERALES en la página 87.

|                                                                                   |      |      |      | CORTE                                                                             |                       |                                                                                   |                  | TRACCIÓN                                                                           |                                   |                       |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|--|
| geometría                                                                         |      |      |      | madera-madera<br>ε=90°                                                            | madera-madera<br>ε=0° | panel-madera                                                                      |                  | extracción<br>de la rosca<br>ε=90°                                                 | extracción<br>de la rosca<br>ε=0° | penetración<br>cabeza |  |
|  |      |      |      |  |                       |  |                  |  |                                   |                       |  |
| d <sub>1</sub>                                                                    | L    | b    | A    | R <sub>V,90,k</sub>                                                               | R <sub>V,0,k</sub>    | S <sub>PAN</sub>                                                                  | R <sub>V,k</sub> | R <sub>ax,90,k</sub>                                                               | R <sub>ax,0,k</sub>               | R <sub>head,k</sub>   |  |
| [mm]                                                                              | [mm] | [mm] | [mm] | [kN]                                                                              | [kN]                  | [mm]                                                                              | [kN]             | [kN]                                                                               | [kN]                              | [kN]                  |  |
| 10                                                                                | 100  | 52   | 48   | 4,92                                                                              | 2,56                  | 80                                                                                | -                | 6,57                                                                               | 1,97                              | 7,08                  |  |
|                                                                                   | 120  | 60   | 60   | 5,64                                                                              | 2,75                  |                                                                                   | -                | 7,58                                                                               | 2,27                              | 7,08                  |  |
|                                                                                   | 140  | 60   | 80   | 5,64                                                                              | 2,75                  |                                                                                   | 5,84             | 7,58                                                                               | 2,27                              | 7,08                  |  |
|                                                                                   | 160  | 80   | 80   | 5,64                                                                              | 3,28                  |                                                                                   | 5,85             | 10,10                                                                              | 3,03                              | 7,08                  |  |
|                                                                                   | 180  | 80   | 100  | 5,64                                                                              | 3,28                  |                                                                                   | 5,85             | 10,10                                                                              | 3,03                              | 7,08                  |  |
|                                                                                   | 200  | 100  | 100  | 5,64                                                                              | 3,87                  |                                                                                   | 5,85             | 12,63                                                                              | 3,79                              | 7,08                  |  |
|                                                                                   | 220  | 100  | 120  | 5,64                                                                              | 3,87                  |                                                                                   | 5,85             | 12,63                                                                              | 3,79                              | 7,08                  |  |
|                                                                                   | 240  | 100  | 140  | 5,64                                                                              | 3,87                  |                                                                                   | 5,85             | 12,63                                                                              | 3,79                              | 7,08                  |  |
|                                                                                   | 260  | 100  | 160  | 5,64                                                                              | 3,87                  |                                                                                   | 5,85             | 12,63                                                                              | 3,79                              | 7,08                  |  |
|                                                                                   | 280  | 100  | 180  | 5,64                                                                              | 3,87                  |                                                                                   | 5,85             | 12,63                                                                              | 3,79                              | 7,08                  |  |
|                                                                                   | 300  | 100  | 200  | 5,64                                                                              | 3,87                  |                                                                                   | 5,85             | 12,63                                                                              | 3,79                              | 7,08                  |  |
|                                                                                   | 320  | 120  | 200  | 5,64                                                                              | 4,06                  |                                                                                   | 5,85             | 15,15                                                                              | 4,55                              | 7,08                  |  |
|                                                                                   | 340  | 120  | 220  | 5,64                                                                              | 4,06                  |                                                                                   | 5,85             | 15,15                                                                              | 4,55                              | 7,08                  |  |
|                                                                                   | 360  | 120  | 240  | 5,64                                                                              | 4,06                  |                                                                                   | 5,85             | 15,15                                                                              | 4,55                              | 7,08                  |  |
|                                                                                   | 380  | 120  | 260  | 5,64                                                                              | 4,06                  |                                                                                   | 5,85             | 15,15                                                                              | 4,55                              | 7,08                  |  |
|                                                                                   | 400  | 120  | 280  | 5,64                                                                              | 4,06                  |                                                                                   | 5,85             | 15,15                                                                              | 4,55                              | 7,08                  |  |
|                                                                                   | 440  | 120  | 320  | 5,64                                                                              | 4,06                  |                                                                                   | 5,85             | 15,15                                                                              | 4,55                              | 7,08                  |  |
|                                                                                   | 480  | 120  | 360  | 5,64                                                                              | 4,06                  |                                                                                   | 5,85             | 15,15                                                                              | 4,55                              | 7,08                  |  |
|                                                                                   | 520  | 120  | 400  | 5,64                                                                              | 4,06                  |                                                                                   | 5,85             | 15,15                                                                              | 4,55                              | 7,08                  |  |
|                                                                                   | 560  | 120  | 440  | 5,64                                                                              | 4,06                  |                                                                                   | 5,85             | 15,15                                                                              | 4,55                              | 7,08                  |  |
|                                                                                   | 600  | 120  | 480  | 5,64                                                                              | 4,06                  |                                                                                   | 5,85             | 15,15                                                                              | 4,55                              | 7,08                  |  |
| 12                                                                                | 200  | 120  | 80   | 7,16                                                                              | 4,98                  | 95                                                                                | 7,35             | 18,18                                                                              | 5,45                              | 9,53                  |  |
|                                                                                   | 240  | 120  | 120  | 7,16                                                                              | 4,98                  |                                                                                   | 7,35             | 18,18                                                                              | 5,45                              | 9,53                  |  |
|                                                                                   | 280  | 120  | 160  | 7,16                                                                              | 4,98                  |                                                                                   | 7,35             | 18,18                                                                              | 5,45                              | 9,53                  |  |
|                                                                                   | 320  | 120  | 200  | 7,16                                                                              | 4,98                  |                                                                                   | 7,35             | 18,18                                                                              | 5,45                              | 9,53                  |  |
|                                                                                   | 360  | 120  | 240  | 7,16                                                                              | 4,98                  |                                                                                   | 7,35             | 18,18                                                                              | 5,45                              | 9,53                  |  |
|                                                                                   | 400  | 140  | 260  | 7,16                                                                              | 5,20                  |                                                                                   | 7,35             | 21,21                                                                              | 6,36                              | 9,53                  |  |
|                                                                                   | 440  | 140  | 300  | 7,16                                                                              | 5,20                  |                                                                                   | 7,35             | 21,21                                                                              | 6,36                              | 9,53                  |  |
|                                                                                   | 480  | 140  | 340  | 7,16                                                                              | 5,20                  |                                                                                   | 7,35             | 21,21                                                                              | 6,36                              | 9,53                  |  |
|                                                                                   | 520  | 140  | 380  | 7,16                                                                              | 5,20                  |                                                                                   | 7,35             | 21,21                                                                              | 6,36                              | 9,53                  |  |
|                                                                                   | 560  | 140  | 420  | 7,16                                                                              | 5,20                  |                                                                                   | 7,35             | 21,21                                                                              | 6,36                              | 9,53                  |  |
|                                                                                   | 600  | 140  | 460  | 7,16                                                                              | 5,20                  |                                                                                   | 7,35             | 21,21                                                                              | 6,36                              | 9,53                  |  |
|                                                                                   | 800  | 160  | 640  | 7,16                                                                              | 5,43                  |                                                                                   | 7,35             | 24,24                                                                              | 7,27                              | 9,53                  |  |
|                                                                                   | 1000 | 160  | 840  | 7,16                                                                              | 5,43                  |                                                                                   | 7,35             | 24,24                                                                              | 7,27                              | 9,53                  |  |

$\varepsilon$  = ángulo entre tornillo y fibras

| geometría                                                                         |           |           |           | CORTE                                                                             |                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
|                                                                                   |           |           |           | CLT-CLT<br>lateral face                                                           | CLT-CLT<br>lateral face-narrow face                                               | panel-CLT<br>lateral face                                                           | CLT-panel-CLT<br>lateral face                                                       |                                                       |
|  |           |           |           |  |  |  |  |                                                       |
| d <sub>1</sub><br>[mm]                                                            | L<br>[mm] | b<br>[mm] | A<br>[mm] | R <sub>V,k</sub><br>[kN]                                                          | R <sub>V,k</sub><br>[kN]                                                          | S <sub>PAN</sub><br>[mm]                                                            | R <sub>V,k</sub><br>[kN]                                                            | S <sub>PAN</sub> t R <sub>V,k</sub><br>[mm] [mm] [kN] |
| 6                                                                                 | 60÷70     | 40        | ≥ 20      | 1,77                                                                              | -                                                                                 | 18                                                                                  | 1,82                                                                                | ≥ 20 2,67                                             |
|                                                                                   | 80÷90     | 50        | ≥ 30      | 2,00                                                                              | -                                                                                 |                                                                                     | 1,82                                                                                | ≥ 30 2,67                                             |
|                                                                                   | 100       | 60        | 40        | 2,22                                                                              | -                                                                                 |                                                                                     | 1,82                                                                                | ≥ 40 2,67                                             |
|                                                                                   | 120÷200   | 75        | ≥ 45      | 2,22                                                                              | -                                                                                 |                                                                                     | 1,82                                                                                | ≥ 50 2,67                                             |
|                                                                                   | 220÷400   | 100       | ≥ 120     | 2,22                                                                              | -                                                                                 |                                                                                     | 1,82                                                                                | ≥ 100 2,67                                            |
| 8                                                                                 | 40        | 32        | 8         | 0,98                                                                              | 0,98                                                                              | 22                                                                                  | 1,65                                                                                | ≥ 5 1,23                                              |
|                                                                                   | 60÷100    | 52        | ≥ 30      | 2,23                                                                              | 1,70                                                                              |                                                                                     | 2,66                                                                                | ≥ 15 3,64                                             |
|                                                                                   | 120÷140   | 80        | ≥ 40      | 3,16                                                                              | 2,80                                                                              |                                                                                     | 2,98                                                                                | ≥ 45 3,64                                             |
|                                                                                   | 160÷600   | 100       | ≥ 60      | 3,51                                                                              | 2,98                                                                              |                                                                                     | 2,98                                                                                | ≥ 65 3,64                                             |
| 10                                                                                | 100       | 52        | 48        | 4,50                                                                              | 3,14                                                                              | 25                                                                                  | 4,20                                                                                | ≥ 35 4,47                                             |
|                                                                                   | 120÷140   | 60        | ≥ 60      | 5,22                                                                              | 3,41                                                                              |                                                                                     | 4,44                                                                                | ≥ 45 4,47                                             |
|                                                                                   | 160÷180   | 80        | ≥ 80      | 5,33                                                                              | 4,12                                                                              |                                                                                     | 4,44                                                                                | ≥ 65 4,47                                             |
|                                                                                   | 200÷300   | 100       | ≥ 100     | 5,33                                                                              | 4,52                                                                              |                                                                                     | 4,44                                                                                | ≥ 85 4,47                                             |
|                                                                                   | 320÷600   | 120       | ≥ 200     | 5,33                                                                              | 4,52                                                                              |                                                                                     | 4,44                                                                                | ≥ 145 4,47                                            |
| 12                                                                                | 200÷360   | 120       | ≥ 80      | 6,76                                                                              | 5,72                                                                              | 25                                                                                  | 4,72                                                                                | ≥ 85 4,72                                             |
|                                                                                   | 400÷600   | 140       | ≥ 260     | 6,76                                                                              | 5,72                                                                              |                                                                                     | 4,72                                                                                | ≥ 185 4,72                                            |
|                                                                                   | 800÷1000  | 160       | ≥ 640     | 6,76                                                                              | 5,72                                                                              |                                                                                     | 4,72                                                                                | ≥ 385 4,72                                            |

| geometría                                                                           |           |           |           | CORTE                                                                               |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                     |           |           |           | CLT-madera<br>lateral face                                                          | madera -CLT<br>narrow face                                                            |
|  |           |           |           |  |  |
| d <sub>1</sub><br>[mm]                                                              | L<br>[mm] | b<br>[mm] | A<br>[mm] | R <sub>V,k</sub><br>[kN]                                                            | R <sub>V,k</sub><br>[kN]                                                              |
| 6                                                                                   | 60-70     | 40        | ≥ 20      | 1,79                                                                                | -                                                                                     |
|                                                                                     | 80-90     | 50        | ≥ 30      | 2,02                                                                                | -                                                                                     |
|                                                                                     | 100       | 60        | 40        | 2,26                                                                                | -                                                                                     |
|                                                                                     | 120-200   | 75        | ≥ 45      | 2,26                                                                                | -                                                                                     |
|                                                                                     | 220-400   | 100       | ≥ 120     | 2,26                                                                                | -                                                                                     |
| 8                                                                                   | 40        | 32        | 8         | 0,98                                                                                | 1,08                                                                                  |
|                                                                                     | 60-100    | 52        | ≥ 30      | 2,36                                                                                | 1,70                                                                                  |
|                                                                                     | 120-140   | 80        | ≥ 40      | 3,20                                                                                | 2,90                                                                                  |
|                                                                                     | 160-600   | 100       | ≥ 60      | 3,57                                                                                | 3,01                                                                                  |
| 10                                                                                  | 100       | 52        | 48        | 4,78                                                                                | 3,17                                                                                  |
|                                                                                     | 120-140   | 60        | ≥ 60      | 5,32                                                                                | 3,43                                                                                  |
|                                                                                     | 160-180   | 80        | ≥ 80      | 5,42                                                                                | 4,15                                                                                  |
|                                                                                     | 200-300   | 100       | ≥ 100     | 5,42                                                                                | 4,56                                                                                  |
|                                                                                     | 320-600   | 120       | ≥ 200     | 5,42                                                                                | 4,57                                                                                  |
| 12                                                                                  | 200-360   | 120       | ≥ 80      | 6,87                                                                                | 5,77                                                                                  |
|                                                                                     | 400-600   | 140       | ≥ 260     | 6,87                                                                                | 5,77                                                                                  |
|                                                                                     | 800-1000  | 160       | ≥ 640     | 6,87                                                                                | 5,77                                                                                  |

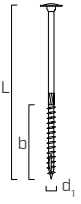
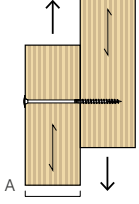
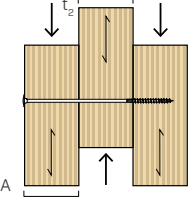
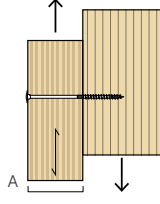
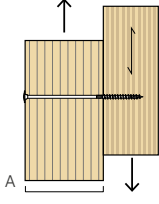
|                                                                                   |           |           | TRACCIÓN                                                                          |                                                                                   |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| geometría                                                                         |           |           | extracción de la rosca<br>lateral face                                            | extracción de la rosca<br>narrow face                                             | penetración<br>cabeza                                                               |
|  |           |           |  |  |  |
| d <sub>1</sub><br>[mm]                                                            | L<br>[mm] | b<br>[mm] | R <sub>ax,k</sub><br>[kN]                                                         | R <sub>ax,k</sub><br>[kN]                                                         | R <sub>head,k</sub><br>[kN]                                                         |
| 6                                                                                 | 60÷70     | 40        | 2,81                                                                              | -                                                                                 | 2,52                                                                                |
|                                                                                   | 80÷90     | 50        | 3,51                                                                              | -                                                                                 | 2,52                                                                                |
|                                                                                   | 100       | 60        | 4,21                                                                              | -                                                                                 | 2,52                                                                                |
|                                                                                   | 120÷200   | 75        | 5,27                                                                              | -                                                                                 | 2,52                                                                                |
|                                                                                   | 220÷400   | 100       | 7,02                                                                              | -                                                                                 | 2,52                                                                                |
| 8                                                                                 | 40        | 32        | 3,00                                                                              | 2,39                                                                              | 3,79                                                                                |
|                                                                                   | 60÷100    | 52        | 4,87                                                                              | 3,70                                                                              | 3,79                                                                                |
|                                                                                   | 120÷140   | 80        | 7,49                                                                              | 5,45                                                                              | 3,79                                                                                |
|                                                                                   | 160÷600   | 100       | 9,36                                                                              | 6,66                                                                              | 3,79                                                                                |
| 10                                                                                | 100       | 52        | 6,08                                                                              | 4,42                                                                              | 6,56                                                                                |
|                                                                                   | 120÷140   | 60        | 7,02                                                                              | 5,03                                                                              | 6,56                                                                                |
|                                                                                   | 160÷180   | 80        | 9,36                                                                              | 6,51                                                                              | 6,56                                                                                |
|                                                                                   | 200÷300   | 100       | 11,70                                                                             | 7,96                                                                              | 6,56                                                                                |
|                                                                                   | 320÷600   | 120       | 14,04                                                                             | 9,38                                                                              | 6,56                                                                                |
| 12                                                                                | 200÷360   | 120       | 16,85                                                                             | 10,86                                                                             | 8,83                                                                                |
|                                                                                   | 400÷600   | 140       | 19,66                                                                             | 12,47                                                                             | 8,83                                                                                |
|                                                                                   | 800÷1000  | 160       | 22,46                                                                             | 14,06                                                                             | 8,83                                                                                |

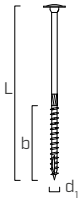
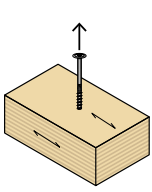
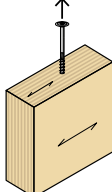
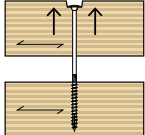
NOTAS y PRINCIPIOS GENERALES en la página 87.



¿Memorias de cálculo completas para proyectar en madera?  
¡Descarga MyProject y simplifica tu trabajo!



| CORTE                                                                             |           |           |                                                                                   |                          |                                                                                   |                        |                          |                                                                                     |                          |                                                                                     |                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| geometría                                                                         |           |           | LVL-LVL                                                                           |                          | LVL-LVL- LVL                                                                      |                        |                          | LVL-madera                                                                          |                          | madera-LVL                                                                          |                          |
|  |           |           |  |                          |  |                        |                          |  |                          |  |                          |
| d <sub>1</sub><br>[mm]                                                            | L<br>[mm] | b<br>[mm] | A<br>[mm]                                                                         | R <sub>V,k</sub><br>[kN] | A<br>[mm]                                                                         | t <sub>2</sub><br>[mm] | R <sub>V,k</sub><br>[kN] | A<br>[mm]                                                                           | R <sub>V,k</sub><br>[kN] | A<br>[mm]                                                                           | R <sub>V,k</sub><br>[kN] |
| 6                                                                                 | 80÷90     | 50        | -                                                                                 | -                        | -                                                                                 | -                      | -                        | -                                                                                   | -                        | ≥ 30                                                                                | 2,21                     |
|                                                                                   | 100       | 60        | 45                                                                                | 3,02                     | -                                                                                 | -                      | -                        | 45                                                                                  | 2,80                     | 40                                                                                  | 2,44                     |
|                                                                                   | 120÷200   | 75        | ≥ 45                                                                              | 3,02                     | ≥ 45                                                                              | ≥ 75                   | 5,47                     | ≥ 45                                                                                | 2,92                     | ≥ 45                                                                                | 2,44                     |
|                                                                                   | 220÷400   | 100       | ≥ 120                                                                             | 3,02                     | ≥ 70                                                                              | ≥ 85                   | 6,05                     | ≥ 120                                                                               | 2,92                     | ≥ 120                                                                               | 2,44                     |
| 8                                                                                 | 120÷140   | 80        | ≥ 60                                                                              | 4,74                     | -                                                                                 | -                      | -                        | ≥ 60                                                                                | 4,34                     | ≥ 40                                                                                | 3,51                     |
|                                                                                   | 160÷180   | 100       | ≥ 60                                                                              | 4,74                     | -                                                                                 | -                      | -                        | ≥ 60                                                                                | 4,57                     | ≥ 60                                                                                | 3,85                     |
|                                                                                   | 200÷600   | 100       | ≥ 60                                                                              | 4,74                     | ≥ 60                                                                              | ≥ 75                   | 9,48                     | ≥ 60                                                                                | 4,57                     | ≥ 60                                                                                | 3,85                     |
| 10                                                                                | 120÷140   | 60        | -                                                                                 | -                        | -                                                                                 | -                      | -                        | -                                                                                   | -                        | ≥ 60                                                                                | 5,84                     |
|                                                                                   | 160÷180   | 80        | ≥ 75                                                                              | 7,23                     | -                                                                                 | -                      | -                        | ≥ 75                                                                                | 6,60                     | ≥ 80                                                                                | 5,85                     |
|                                                                                   | 200       | 100       | 100                                                                               | 7,35                     | -                                                                                 | -                      | -                        | 100                                                                                 | 7,10                     | 100                                                                                 | 5,85                     |
|                                                                                   | 220÷300   | 100       | ≥ 120                                                                             | 7,35                     | ≥ 75                                                                              | ≥ 75                   | 13,73                    | ≥ 100                                                                               | 7,10                     | ≥ 100                                                                               | 5,85                     |
|                                                                                   | 320÷600   | 120       | ≥ 200                                                                             | 7,35                     | ≥ 100                                                                             | ≥ 125                  | 14,69                    | ≥ 200                                                                               | 7,10                     | ≥ 200                                                                               | 5,85                     |

| TRACCIÓN                                                                            |           |           |                                                                                     |  |                                                                                      |  |                                                                                       |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
| geometría                                                                           |           |           | extracción de la rosca<br>flat                                                      |  | extracción de la rosca<br>edge                                                       |  | penetración cabeza<br>flat                                                            |  |  |  |  |
|  |           |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| d <sub>1</sub><br>[mm]                                                              | L<br>[mm] | b<br>[mm] | R <sub>ax,k</sub><br>[kN]                                                           |  | R <sub>ax,k</sub><br>[kN]                                                            |  | R <sub>head,k</sub><br>[kN]                                                           |  |  |  |  |
| 6                                                                                   | 60÷70     | 40        | 3,48                                                                                |  | 2,32                                                                                 |  | 4,65                                                                                  |  |  |  |  |
|                                                                                     | 80÷90     | 50        | 4,36                                                                                |  | 2,90                                                                                 |  | 4,65                                                                                  |  |  |  |  |
|                                                                                     | 100       | 60        | 5,23                                                                                |  | 3,48                                                                                 |  | 4,65                                                                                  |  |  |  |  |
|                                                                                     | 120÷200   | 75        | 6,53                                                                                |  | 4,36                                                                                 |  | 4,65                                                                                  |  |  |  |  |
|                                                                                     | 220÷400   | 100       | 8,71                                                                                |  | 5,81                                                                                 |  | 4,65                                                                                  |  |  |  |  |
| 8                                                                                   | 40        | 32        | 3,72                                                                                |  | 2,48                                                                                 |  | 6,99                                                                                  |  |  |  |  |
|                                                                                     | 60÷100    | 52        | 6,04                                                                                |  | 4,03                                                                                 |  | 6,99                                                                                  |  |  |  |  |
|                                                                                     | 120÷140   | 80        | 9,29                                                                                |  | 6,19                                                                                 |  | 6,99                                                                                  |  |  |  |  |
|                                                                                     | 160÷180   | 100       | 11,61                                                                               |  | 7,74                                                                                 |  | 6,99                                                                                  |  |  |  |  |
|                                                                                     | 200÷600   | 100       | 11,61                                                                               |  | 7,74                                                                                 |  | 6,99                                                                                  |  |  |  |  |
| 10                                                                                  | 100       | 52        | 7,55                                                                                |  | 5,03                                                                                 |  | 12,10                                                                                 |  |  |  |  |
|                                                                                     | 120÷140   | 60        | 8,71                                                                                |  | 5,81                                                                                 |  | 12,10                                                                                 |  |  |  |  |
|                                                                                     | 160÷180   | 80        | 11,61                                                                               |  | 7,74                                                                                 |  | 12,10                                                                                 |  |  |  |  |
|                                                                                     | 200÷300   | 100       | 14,52                                                                               |  | 9,68                                                                                 |  | 12,10                                                                                 |  |  |  |  |
|                                                                                     | 320÷600   | 120       | 17,42                                                                               |  | 11,61                                                                                |  | 12,10                                                                                 |  |  |  |  |

NOTAS y PRINCIPIOS GENERALES en la página 87.

# VALORES ESTÁTICOS

## PRINCIPIOS GENERALES

- Los valores característicos respetan la normativa EN 1995:2014 conforme con ETA-11/0030.
- Los valores de proyecto se obtienen a partir de los valores característicos de la siguiente manera:

$$R_d = \frac{R_k \cdot k_{mod}}{\gamma_M}$$

Los coeficientes  $\gamma_M$  y  $k_{mod}$  se deben tomar de acuerdo con la normativa vigente utilizada para el cálculo.

- Para los valores de resistencia mecánica y para la geometría de los tornillos se han tomado como referencia las indicaciones de ETA-11/0030.
- El dimensionamiento y el cálculo de los elementos de madera y de los paneles deben efectuarse por separado.
- Los tornillos deben colocarse con respecto a las distancias mínimas.
- Las resistencias características al corte se evalúan para tornillos insertados sin pre-agujero; en caso de tornillos insertados con pre-agujero, se pueden obtener valores de resistencia superiores.
- Las resistencias al corte se calculan considerando la parte roscada completamente insertada en el segundo elemento.
- Las resistencias características al corte panel-madera se evalúan considerando un panel OSB o un panel de partículas de espesor  $S_{PAN}$  y densidad  $\rho_k = 500 \text{ kg/m}^3$ .
- Las resistencias características a la extracción de la rosca se han evaluado considerando una longitud de penetración igual a b.
- La resistencia característica de penetración de la cabeza se ha evaluado en un elemento de madera o base de madera.
- Para configuraciones de cálculo diferentes tenemos disponible el software MyProject ([www.rothoblaas.es](http://www.rothoblaas.es)).

## NOTAS | MADERA

- Las resistencias características al corte madera-madera se han evaluado considerando tanto un ángulo  $\epsilon$  de  $90^\circ$  ( $R_{V,90,k}$ ) como de  $0^\circ$  ( $R_{V,0,k}$ ) entre las fibras del segundo elemento y el conector.
- Las resistencias características al corte panel-madera se han evaluado considerando un ángulo  $\epsilon$  de  $90^\circ$  entre las fibras del elemento de madera y el conector.
- Las resistencias características a la extracción de la rosca se han evaluado considerando tanto un ángulo  $\epsilon$  de  $90^\circ$  ( $R_{ax,90,k}$ ) como de  $0^\circ$  ( $R_{ax,0,k}$ ) entre las fibras del elemento de madera y el conector.
- En la fase de cálculo se ha considerado una masa volúmica de los elementos de madera equivalente a  $\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$ . Para valores de  $\rho_k$  diferentes, las resistencias indicadas en las tablas (corte madera-madera y tracción) pueden convertirse mediante el coeficiente  $k_{dens}$ .

$$R'_{V,k} = k_{dens,v} \cdot R_{V,k}$$
$$R'_{ax,k} = k_{dens,ax} \cdot R_{ax,k}$$
$$R'_{head,k} = k_{dens,ax} \cdot R_{head,k}$$

| $\rho_k$<br>[kg/m <sup>3</sup> ] | 350  | 380  | <b>385</b> | 405   | 425   | 430   | 440   |
|----------------------------------|------|------|------------|-------|-------|-------|-------|
| C-GL                             | C24  | C30  | GL24h      | GL26h | GL28h | GL30h | GL32h |
| $k_{dens,v}$                     | 0,90 | 0,98 | 1,00       | 1,02  | 1,05  | 1,05  | 1,07  |
| $k_{dens,ax}$                    | 0,92 | 0,98 | 1,00       | 1,04  | 1,08  | 1,09  | 1,11  |

Los valores de resistencia determinados de esta manera pueden diferir, en favor de la seguridad, de los obtenidos mediante un cálculo exacto.

## NOTAS | CLT

- Los valores característicos son según las especificaciones austriacas ÖNORM EN 1995 - Anexo K.
- En la fase de cálculo se ha considerado una masa volúmica para los elementos de CLT de  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$  y para los elementos de madera de  $\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$ .
- Las resistencias características al corte se evalúan considerando una longitud de penetración mínima del tornillo igual a  $4 \cdot d_1$ .
- La resistencia característica al corte es independiente de la dirección de la fibra de la capa externa de los paneles de CLT.
- La resistencia axial a la extracción de la rosca en narrow face es válida para espesores mínimos de CLT  $t_{CLT,min} = 10 \cdot d_1$  y profundidad de penetración mínima del tornillo  $t_{pen} = 10 \cdot d_1$ .

## NOTAS | LVL

- En la fase de cálculo se ha considerado una masa volúmica de los elementos de LVL de madera conífera (softwood) de  $\rho_k = 480 \text{ kg/m}^3$  y de los elementos de madera de  $\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$ .
- Las resistencias características al corte se evalúan para conectores insertados en la cara lateral (wide face) considerando, para los elementos de madera individuales, un ángulo de  $90^\circ$  entre el conector y la fibra, un ángulo de  $90^\circ$  entre el conector y la cara lateral del elemento de LVL y un ángulo de  $0^\circ$  entre la fuerza y la fibra.
- La resistencia axial a la extracción de la rosca se ha evaluado considerando un ángulo de  $90^\circ$  entre las fibras y el conector.
- Los tornillos con una longitud inferior a la mínima indicada en las tablas no son compatibles con las hipótesis de cálculo y, por lo tanto, se omiten.

# DISTANCIAS MÍNIMAS

## NOTAS | MADERA

- Las distancias mínimas están en línea con la norma EN 1995:2014 conforme con ETA-11/0030.
- En el caso de unión panel-madera, las separaciones mínimas ( $a_1$ ,  $a_2$ ) pueden ser multiplicadas por un coeficiente 0,85.
- En el caso de uniones con elementos de abeto de Douglas (Pseudotsuga menziesii), las separaciones y distancias mínimas paralelas a la fibra deben multiplicarse por un coeficiente 1,5.
- La separación  $a_1$  indicada en las tablas para tornillos con punta 3 THORNS y  $d_1 \geq 5 \text{ mm}$  insertados sin pre-agujero en elementos de madera con densidad  $\rho_k \leq 420 \text{ kg/m}^3$  con altura y anchura mínima de 10 d y ángulo entre fuerza y fibras  $\alpha = 0^\circ$  se ha considerado igual a  $10 \cdot d$ . En alternativa, usar 12 d conforme con EN 1995:2014.

## NOTAS | CLT

- Las distancias mínimas se ajustan a ETA-11/0030 y deben considerarse válidas si no se especifica lo contrario en los documentos técnicos de los paneles CLT.
- Las distancias mínimas son válidas para espesor mínimo de CLT  $t_{CLT,min} = 10 \cdot d_1$ .
- Las distancias mínimas correspondientes a narrow face son válidas para una profundidad de penetración mínima del tornillo  $t_{pen} = 10 \cdot d_1$ .

## NOTAS | LVL

- Las distancias mínimas se ajustan a ETA-11/0030 y deben considerarse válidas si no se especifica lo contrario en los documentos técnicos de los paneles LVL.
- Las distancias mínimas son válidas para LVL de madera de conífera (softwood) tanto con chapas paralelas como cruzadas.
- Las distancias mínimas sin pre-agujero son válidas para espesores mínimos de los elementos de LVL  $t_{min}$ :

$$t_1 \geq 8,4 \cdot d - 9$$
$$t_2 \geq \begin{cases} 11,4 \cdot d \\ 75 \end{cases}$$

donde:

- $t_1$  es el espesor en milímetros del elemento de LVL en una conexión con 2 elementos de madera. En el caso de conexiones con 3 o más elementos,  $t_1$  representa el espesor del LVL posicionado más externamente;
- $t_2$  es el espesor en milímetros del elemento central en una conexión con 3 o más elementos.