

# LBS HARDWOOD EVO

## PARAFUSO DE CABEÇA REDONDA PARA CHAPAS EM MADEIRAS DURAS

### REVESTIMENTO C4 EVO

A classe de resistência à corrosão atmosférica (C4) do revestimento C4 EVO foi testada pelo Research Institutes of Sweden - RISE. Revestimento adequado para utilização em aplicações em madeiras com um nível de acidez (pH) superior a 4, como o abeto, o larício e o pinheiro (ver pág. 314).

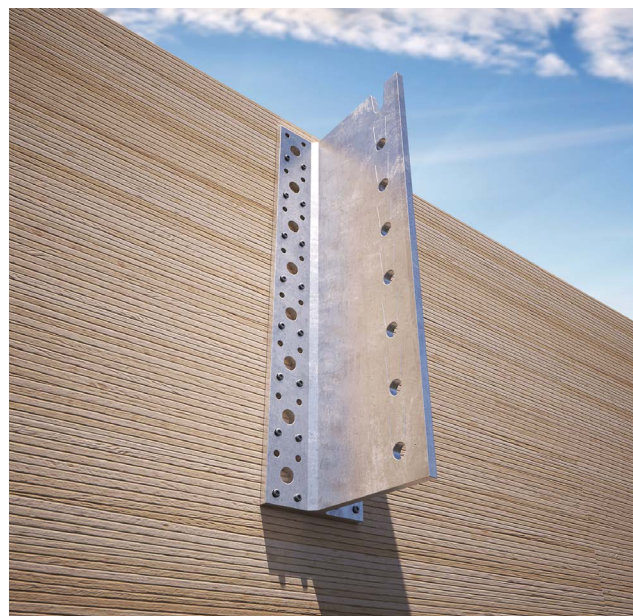
### CERTIFICAÇÃO MADEIRAS DURAS

Ponta especial com elementos fendentes em relevo. A certificação ETA-11/0030 permite a utilização com madeiras de alta densidade inteiramente sem pré-furo.

Homologado para aplicações estruturais solicitadas em qualquer direção em relação à fibra.

### ROBUSTEZ

O diâmetro do núcleo interno do parafuso foi aumentado em relação à versão LBS para garantir o aparafusamento nas madeiras com as densidades mais altas. A sub-cabeça cilíndrica foi concebida para a fixação de elementos mecânicos e para produzir um efeito de encastramento com o furo da chapa que garante um excelente desempenho estático.



MANUALS



BIT INCLUDED

#### DIÂMETRO [mm]

3,5 ☒ 5 ☐ 7 ☐ 12

#### COMPRIMENTO [mm]

25 ☐ 60 ☒ 200 ☐ 200

#### CLASSE DE SERVIÇO

☒ SC1 ☒ SC2 ☒ SC3

#### CORROSIVIDADE ATMOSFÉRICA

☒ C1 ☒ C2 ☒ C3 ☒ C4

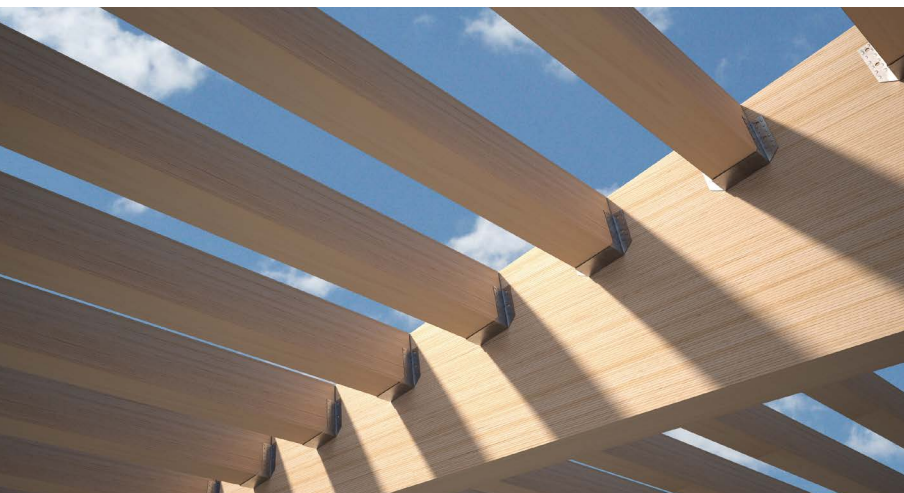
#### CORROSIVIDADE DA MADEIRA

☒ T1 ☒ T2 ☒ T3

#### MATERIAL

**C4**  
EVO  
COATING

aço carbônico com revestimento C4 EVO



### CAMPOS DE APLICAÇÃO

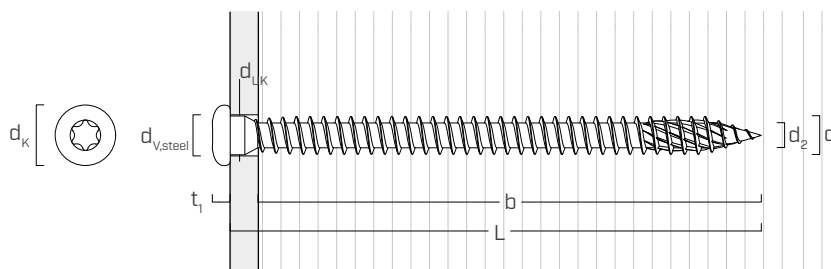
- painéis à base de madeira
- madeira maciça e lamelar
- CLT e LVL
- madeiras de alta densidade
- madeiras tratadas ACQ, CCA

## CÓDIGOS E DIMENSÕES

| $d_1$<br>[mm] | CÓDIGO      | L<br>[mm] | b<br>[mm] | pçs |
|---------------|-------------|-----------|-----------|-----|
| 5<br>TX 20    | LBSHEVO580  | 80        | 76        | 200 |
|               | LBSHEVO5100 | 100       | 96        | 200 |
|               | LBSHEVO5120 | 120       | 116       | 200 |

| $d_1$<br>[mm] | CÓDIGO      | L<br>[mm] | b<br>[mm] | pçs |
|---------------|-------------|-----------|-----------|-----|
| 7<br>TX 30    | LBSHEVO760  | 60        | 55        | 100 |
|               | LBSHEVO780  | 80        | 75        | 100 |
|               | LBSHEVO7100 | 100       | 95        | 100 |
|               | LBSHEVO7120 | 120       | 115       | 100 |
|               | LBSHEVO7160 | 160       | 155       | 100 |
|               | LBSHEVO7200 | 200       | 195       | 100 |

## GEOMETRIA E CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS



| Diâmetro nominal                    | $d_1$         | [mm] | 5       | 7       |
|-------------------------------------|---------------|------|---------|---------|
| Diâmetro da cabeça                  | $d_K$         | [mm] | 7,80    | 11,00   |
| Diâmetro do núcleo                  | $d_2$         | [mm] | 3,48    | 4,85    |
| Diâmetro sub-cabeça                 | $d_{UK}$      | [mm] | 4,90    | 7,00    |
| Espessura da cabeça                 | $t_1$         | [mm] | 2,45    | 3,50    |
| Diâmetro do furo em chapa de aço    | $d_{V,steel}$ | [mm] | 5,0÷5,5 | 7,5÷8,0 |
| Diâmetro do pré-furo <sup>(1)</sup> | $d_{V,S}$     | [mm] | 3,0     | 4,0     |
| Diâmetro do pré-furo <sup>(2)</sup> | $d_{V,H}$     | [mm] | 3,5     | 5,0     |
| Resistência característica à tração | $f_{tens,k}$  | [kN] | 11,5    | 21,5    |
| Momento plástico característico     | $M_{y,k}$     | [Nm] | 9,0     | 21,5    |

(1) Pré-furo válido para madeira de coníferas (softwood).

(2) Pré-furo válido para madeiras duras (hardwood) e para LVL em madeira de faia.

Os parâmetros mecânicos são obtidos analiticamente e validados por ensaios experimentais (LBS H EVO Ø7).

|                                     |              |                      | madeira de coníferas<br>(softwood) | carvalho, faia<br>(hardwood) | freixo<br>(hardwood) | LVL de faia<br>(beech LVL) |
|-------------------------------------|--------------|----------------------|------------------------------------|------------------------------|----------------------|----------------------------|
| Parâmetro de resistência à extração | $f_{ax,k}$   | [N/mm <sup>2</sup> ] | 11,7                               | 22,0                         | 30,0                 | 42,0                       |
| Parâmetro de penetração da cabeça   | $f_{head,k}$ | [N/mm <sup>2</sup> ] | 10,5                               | -                            | -                    | -                          |
| Densidade associada                 | $\rho_a$     | [kg/m <sup>3</sup> ] | 350                                | 530                          | 530                  | 730                        |
| Densidade de cálculo                | $\rho_k$     | [kg/m <sup>3</sup> ] | ≤ 440                              | ≤ 590                        | ≤ 590                | 590 ÷ 750                  |

Para aplicações com materiais diferentes, consultar ETA-11/0030.



## ESTRUTURAS HÍBRIDAS AÇO-MADEIRA

Os parafusos LBSHEVO de Ø7 são particularmente adequados para ligações personalizadas, características das estruturas de aço. Máximo desempenho em madeiras duras combinado com a resistência das chapas de aço.

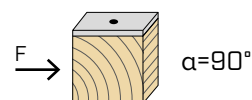
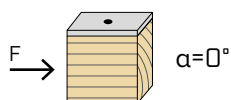
## CORROSIVIDADE DA MADEIRA T3

Revestimento adequado para utilização em aplicações em madeiras com um nível de acidez (pH) superior a 4, como o abeto, o larício, o pinheiro, o freixo e a bétula (ver pág. 314).

## ■ DISTÂNCIAS MÍNIMAS PARA PARAFUSOS SOB TENSÃO AO CORTE | AÇO-MADEIRA

● parafusos inseridos **SEM pré-furo**

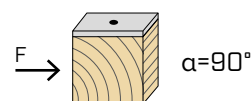
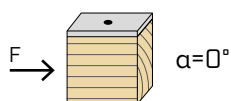
$\rho_k > 420 \text{ kg/m}^3$



| $d_1$     | [mm] | 5                      | 7   |
|-----------|------|------------------------|-----|
| $a_1$     | [mm] | $15 \cdot d \cdot 0,7$ | 53  |
| $a_2$     | [mm] | $7 \cdot d \cdot 0,7$  | 25  |
| $a_{3,t}$ | [mm] | $20 \cdot d$           | 100 |
| $a_{3,c}$ | [mm] | $15 \cdot d$           | 75  |
| $a_{4,t}$ | [mm] | $7 \cdot d$            | 35  |
| $a_{4,c}$ | [mm] | $7 \cdot d$            | 35  |

| $d_1$     | [mm] | 5                     | 7  |
|-----------|------|-----------------------|----|
| $a_1$     | [mm] | $7 \cdot d \cdot 0,7$ | 25 |
| $a_2$     | [mm] | $7 \cdot d \cdot 0,7$ | 25 |
| $a_{3,t}$ | [mm] | $15 \cdot d$          | 75 |
| $a_{3,c}$ | [mm] | $15 \cdot d$          | 75 |
| $a_{4,t}$ | [mm] | $12 \cdot d$          | 60 |
| $a_{4,c}$ | [mm] | $7 \cdot d$           | 35 |

● parafusos inseridos **COM pré-furo**



| $d_1$     | [mm] | 5                     | 7  |
|-----------|------|-----------------------|----|
| $a_1$     | [mm] | $5 \cdot d \cdot 0,7$ | 18 |
| $a_2$     | [mm] | $3 \cdot d \cdot 0,7$ | 11 |
| $a_{3,t}$ | [mm] | $12 \cdot d$          | 60 |
| $a_{3,c}$ | [mm] | $7 \cdot d$           | 35 |
| $a_{4,t}$ | [mm] | $3 \cdot d$           | 15 |
| $a_{4,c}$ | [mm] | $3 \cdot d$           | 15 |

| $d_1$     | [mm] | 5                     | 7  |
|-----------|------|-----------------------|----|
| $a_1$     | [mm] | $4 \cdot d \cdot 0,7$ | 14 |
| $a_2$     | [mm] | $4 \cdot d \cdot 0,7$ | 14 |
| $a_{3,t}$ | [mm] | $7 \cdot d$           | 35 |
| $a_{3,c}$ | [mm] | $7 \cdot d$           | 35 |
| $a_{4,t}$ | [mm] | $7 \cdot d$           | 35 |
| $a_{4,c}$ | [mm] | $3 \cdot d$           | 15 |

$\alpha$  = ângulo entre força e fibras

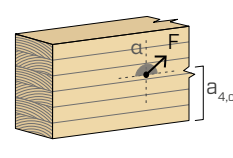
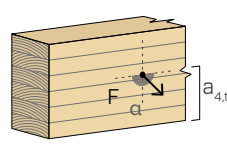
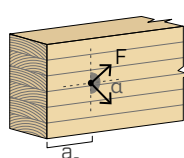
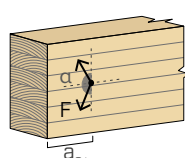
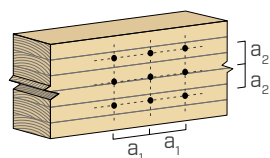
$d = d_1$  = diâmetro nominal do parafuso

extremidade sob tensão  
 $-90^\circ < \alpha < 90^\circ$

extremidade sem tensão  
 $90^\circ < \alpha < 270^\circ$

borda sob tensão  
 $0^\circ < \alpha < 180^\circ$

borda sem tensão  
 $180^\circ < \alpha < 360^\circ$



### NOTAS

- As distâncias mínimas são conforme a norma EN 1995:2014, de acordo com ETA-11/0030, considerando-se uma massa volumica dos elementos de madeira  $420 \text{ kg/m}^3 < \rho_k \leq 500 \text{ kg/m}^3$ .
- Em caso de ligação madeira-madeira, os espaçamentos mínimos ( $a_1$ ,  $a_2$ ) devem ser multiplicados por um coeficiente 1,5.

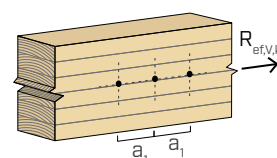
- No caso de ligações com elementos de abeto-de-Douglas (Pseudotsuga menziesii) o espaçamento e distâncias mínimas paralelas à fibra devem ser multiplicadas por um coeficiente 1,5.

## ■ NÚMERO EFETIVO PARA PARAFUSOS SOB TENSÃO DE CORTE

A capacidade de carga de uma ligação efetuada com vários parafusos, todos do mesmo tipo e dimensão, pode ser inferior à soma das capacidades de carga de cada meio de ligação.

Para uma fila de  $n$  parafusos dispostos paralelamente à direção da fibra a uma distância  $a_1$ , a capacidade de carga característica efetiva é de:

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



O valor de  $n_{ef}$  é dado na tabela seguinte em função de  $n$  e 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   |

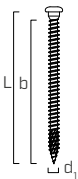
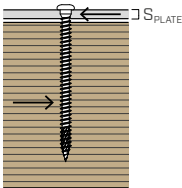
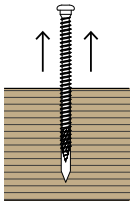
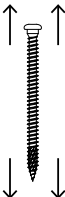
(\*) Para valores Intermediários de  $a_1$  é possível interpolar linearmente.

| geometria     |           |           | CORTE                                 |        |        |        |        |         |         |       | TRAÇÃO                                            |                      |
|---------------|-----------|-----------|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-------|---------------------------------------------------|----------------------|
|               |           |           | aço-madeira<br>$\varepsilon=90^\circ$ |        |        |        |        |         |         |       | extração<br>da roscagem<br>$\varepsilon=90^\circ$ | tração do aço        |
|               |           |           |                                       |        |        |        |        |         |         |       |                                                   |                      |
| $d_1$<br>[mm] | L<br>[mm] | b<br>[mm] | $R_{V,90,k}$<br>[kN]                  |        |        |        |        |         |         |       | $R_{ax,90,k}$<br>[kN]                             | $R_{tens,k}$<br>[kN] |
| $S_{PLATE}$   |           |           | 1,5 mm                                | 2,0 mm | 2,5 mm | 3,0 mm | 4,0 mm | 5,0 mm  | 6,0 mm  | -     | -                                                 | -                    |
| 5             | 80        | 76        | 3,35                                  | 3,35   | 3,35   | 3,35   | 3,35   | 3,34    | 3,32    | 4,80  | 11,50                                             |                      |
|               | 100       | 96        | 3,67                                  | 3,67   | 3,67   | 3,67   | 3,67   | 3,65    | 3,64    | 6,06  |                                                   |                      |
|               | 120       | 116       | 3,98                                  | 3,98   | 3,98   | 3,98   | 3,98   | 3,97    | 3,95    | 7,32  |                                                   |                      |
| $S_{PLATE}$   |           |           | 3,0 mm                                | 4,0 mm | 5,0 mm | 6,0 mm | 8,0 mm | 10,0 mm | 12,0 mm | -     | -                                                 | -                    |
| 7             | 60        | 55        | 2,81                                  | 3,02   | 3,50   | 3,99   | 4,37   | 4,25    | 4,12    | 4,86  | 21,50                                             |                      |
|               | 80        | 75        | 3,80                                  | 3,98   | 4,43   | 4,90   | 5,34   | 5,29    | 5,25    | 6,63  |                                                   |                      |
|               | 100       | 95        | 4,75                                  | 4,89   | 5,18   | 5,50   | 5,78   | 5,73    | 5,69    | 8,40  |                                                   |                      |
|               | 120       | 115       | 5,19                                  | 5,35   | 5,66   | 5,96   | 6,22   | 6,17    | 6,13    | 10,16 |                                                   |                      |
|               | 160       | 155       | 5,30                                  | 5,56   | 6,10   | 6,62   | 7,10   | 7,06    | 7,01    | 13,70 |                                                   |                      |
|               | 200       | 195       | 5,30                                  | 5,61   | 6,24   | 6,86   | 7,49   | 7,49    | 7,49    | 17,24 |                                                   |                      |

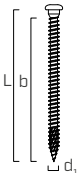
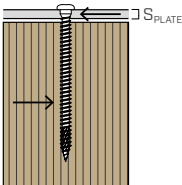
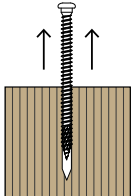
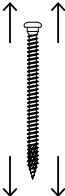
$\varepsilon$  = ângulo entre parafuso e fibras

| geometria     |           |           | CORTE                                |        |        |        |        |         |         |      | TRAÇÃO                                           |                      |
|---------------|-----------|-----------|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|------|--------------------------------------------------|----------------------|
|               |           |           | aço-madeira<br>$\varepsilon=0^\circ$ |        |        |        |        |         |         |      | extração<br>da roscagem<br>$\varepsilon=0^\circ$ | tração do aço        |
|               |           |           |                                      |        |        |        |        |         |         |      |                                                  |                      |
| $d_1$<br>[mm] | L<br>[mm] | b<br>[mm] | $R_{V,90,k}$<br>[kN]                 |        |        |        |        |         |         |      | $R_{ax,90,k}$<br>[kN]                            | $R_{tens,k}$<br>[kN] |
| $S_{PLATE}$   |           |           | 1,5 mm                               | 2,0 mm | 2,5 mm | 3,0 mm | 4,0 mm | 5,0 mm  | 6,0 mm  | -    | -                                                | -                    |
| 5             | 80        | 76        | 1,72                                 | 1,72   | 1,72   | 1,72   | 1,72   | 1,72    | 1,71    | 1,44 | 11,50                                            |                      |
|               | 100       | 96        | 1,82                                 | 1,82   | 1,82   | 1,82   | 1,82   | 1,81    | 1,81    | 1,82 |                                                  |                      |
|               | 120       | 116       | 1,91                                 | 1,91   | 1,91   | 1,91   | 1,91   | 1,91    | 1,90    | 2,20 |                                                  |                      |
| $S_{PLATE}$   |           |           | 3,0 mm                               | 4,0 mm | 5,0 mm | 6,0 mm | 8,0 mm | 10,0 mm | 12,0 mm | -    | -                                                | -                    |
| 7             | 60        | 55        | 1,12                                 | 1,23   | 1,48   | 1,73   | 1,95   | 1,92    | 1,88    | 1,46 | 21,50                                            |                      |
|               | 80        | 75        | 1,52                                 | 1,63   | 1,88   | 2,14   | 2,35   | 2,31    | 2,27    | 1,99 |                                                  |                      |
|               | 100       | 95        | 1,91                                 | 2,04   | 2,31   | 2,58   | 2,81   | 2,76    | 2,72    | 2,52 |                                                  |                      |
|               | 120       | 115       | 2,31                                 | 2,41   | 2,64   | 2,88   | 3,11   | 3,10    | 3,08    | 3,05 |                                                  |                      |
|               | 160       | 155       | 2,70                                 | 2,80   | 3,00   | 3,19   | 3,38   | 3,36    | 3,35    | 4,11 |                                                  |                      |
|               | 200       | 195       | 2,97                                 | 3,07   | 3,26   | 3,46   | 3,64   | 3,63    | 3,61    | 5,17 |                                                  |                      |

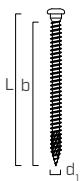
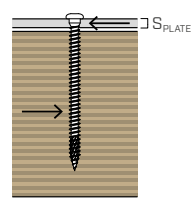
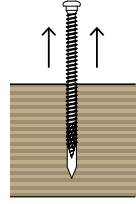
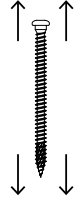
$\varepsilon$  = ângulo entre parafuso e fibras

|                                                                                   |           |           | CORTE                                                                             |        |        |        |        |         |         |       | TRAÇÃO                                                                              |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| geometria                                                                         |           |           | aço-madeira<br>$\varepsilon=90^\circ$                                             |        |        |        |        |         |         |       | extração<br>da roscagem<br>$\varepsilon=90^\circ$                                   | tração do aço                                                                       |
|  |           |           |  |        |        |        |        |         |         |       |  |  |
| $d_1$<br>[mm]                                                                     | L<br>[mm] | b<br>[mm] | $R_{V,90,k}$<br>[kN]                                                              |        |        |        |        |         |         |       | $R_{ax,90,k}$<br>[kN]                                                               | $R_{tens,k}$<br>[kN]                                                                |
| $S_{PLATE}$                                                                       |           |           | 1,5 mm                                                                            | 2,0 mm | 2,5 mm | 3,0 mm | 4,0 mm | 5,0 mm  | 6,0 mm  | -     | -                                                                                   |                                                                                     |
| 5                                                                                 | 80        | 76        | 4,73                                                                              | 4,73   | 4,73   | 4,73   | 4,73   | 4,70    | 4,67    | 8,61  | 11,50                                                                               |                                                                                     |
|                                                                                   | 100       | 96        | 5,15                                                                              | 5,15   | 5,15   | 5,15   | 5,15   | 5,15    | 5,15    | 10,88 |                                                                                     |                                                                                     |
|                                                                                   | 120       | 116       | 5,15                                                                              | 5,15   | 5,15   | 5,15   | 5,15   | 5,15    | 5,15    | 13,14 |                                                                                     |                                                                                     |
| $S_{PLATE}$                                                                       |           |           | 3,0 mm                                                                            | 4,0 mm | 5,0 mm | 6,0 mm | 8,0 mm | 10,0 mm | 12,0 mm | -     | -                                                                                   |                                                                                     |
| 7                                                                                 | 60        | 55        | 4,01                                                                              | 4,33   | 5,07   | 5,83   | 6,43   | 6,22    | 6,02    | 8,72  | 21,50                                                                               |                                                                                     |
|                                                                                   | 80        | 75        | 5,42                                                                              | 5,65   | 6,21   | 6,80   | 7,33   | 7,25    | 7,17    | 11,90 |                                                                                     |                                                                                     |
|                                                                                   | 100       | 95        | 6,33                                                                              | 6,60   | 7,15   | 7,67   | 8,12   | 8,04    | 7,97    | 15,07 |                                                                                     |                                                                                     |
|                                                                                   | 120       | 115       | 6,33                                                                              | 6,70   | 7,45   | 8,20   | 8,92   | 8,84    | 8,76    | 18,24 |                                                                                     |                                                                                     |
|                                                                                   | 160       | 155       | 6,33                                                                              | 6,70   | 7,45   | 8,20   | 8,95   | 8,95    | 8,95    | 24,59 |                                                                                     |                                                                                     |
|                                                                                   | 200       | 195       | 6,33                                                                              | 6,70   | 7,45   | 8,20   | 8,95   | 8,95    | 8,95    | 30,93 |                                                                                     |                                                                                     |

$\varepsilon$  = ângulo entre parafuso e fibras

|                                                                                     |           |           | CORTE                                                                               |        |        |        |        |         |         |      | TRAÇÃO                                                                                |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| geometria                                                                           |           |           | aço-madeira<br>$\varepsilon=0^\circ$                                                |        |        |        |        |         |         |      | extração<br>da roscagem<br>$\varepsilon=0^\circ$                                      | tração do aço                                                                         |
|  |           |           |  |        |        |        |        |         |         |      |  |  |
| $d_1$<br>[mm]                                                                       | L<br>[mm] | b<br>[mm] | $R_{V,90,k}$<br>[kN]                                                                |        |        |        |        |         |         |      | $R_{ax,90,k}$<br>[kN]                                                                 | $R_{tens,k}$<br>[kN]                                                                  |
| $S_{PLATE}$                                                                         |           |           | 1,5 mm                                                                              | 2,0 mm | 2,5 mm | 3,0 mm | 4,0 mm | 5,0 mm  | 6,0 mm  | -    | -                                                                                     |                                                                                       |
| 5                                                                                   | 80        | 76        | 2,27                                                                                | 2,27   | 2,27   | 2,27   | 2,27   | 2,27    | 2,26    | 2,58 | 11,50                                                                                 |                                                                                       |
|                                                                                     | 100       | 96        | 2,44                                                                                | 2,44   | 2,44   | 2,44   | 2,44   | 2,44    | 2,43    | 3,26 |                                                                                       |                                                                                       |
|                                                                                     | 120       | 116       | 2,61                                                                                | 2,61   | 2,61   | 2,61   | 2,61   | 2,61    | 2,60    | 3,94 |                                                                                       |                                                                                       |
| $S_{PLATE}$                                                                         |           |           | 3,0 mm                                                                              | 4,0 mm | 5,0 mm | 6,0 mm | 8,0 mm | 10,0 mm | 12,0 mm | -    | -                                                                                     |                                                                                       |
| 7                                                                                   | 60        | 55        | 1,61                                                                                | 1,75   | 2,08   | 2,41   | 2,69   | 2,63    | 2,57    | 2,62 | 21,50                                                                                 |                                                                                       |
|                                                                                     | 80        | 75        | 2,17                                                                                | 2,34   | 2,70   | 3,06   | 3,37   | 3,30    | 3,23    | 3,57 |                                                                                       |                                                                                       |
|                                                                                     | 100       | 95        | 2,73                                                                                | 2,88   | 3,23   | 3,59   | 3,92   | 3,90    | 3,88    | 4,52 |                                                                                       |                                                                                       |
|                                                                                     | 120       | 115       | 3,30                                                                                | 3,40   | 3,65   | 3,92   | 4,16   | 4,14    | 4,12    | 5,47 |                                                                                       |                                                                                       |
|                                                                                     | 160       | 155       | 3,85                                                                                | 3,96   | 4,20   | 4,43   | 4,64   | 4,62    | 4,59    | 7,38 |                                                                                       |                                                                                       |
|                                                                                     | 200       | 195       | 4,00                                                                                | 4,17   | 4,49   | 4,81   | 5,11   | 5,09    | 5,07    | 9,28 |                                                                                       |                                                                                       |

$\varepsilon$  = ângulo entre parafuso e fibras

|                                                                                   |           |           | CORTE                                                                             |        |        |        |        |         |         |       | TRAÇÃO                                                                              |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| geometria                                                                         |           |           | aço-beech LVL                                                                     |        |        |        |        |         |         |       | extração da roscagem flat                                                           | tração do aço                                                                       |
|  |           |           |  |        |        |        |        |         |         |       |  |  |
| d <sub>1</sub><br>[mm]                                                            | L<br>[mm] | b<br>[mm] | R <sub>V,90,k</sub><br>[kN]                                                       |        |        |        |        |         |         |       | R <sub>ax,90,k</sub><br>[kN]                                                        | R <sub>tens,k</sub><br>[kN]                                                         |
| S <sub>PLATE</sub>                                                                |           |           | 1,5 mm                                                                            | 2,0 mm | 2,5 mm | 3,0 mm | 4,0 mm | 5,0 mm  | 6,0 mm  | -     | -                                                                                   |                                                                                     |
| 5                                                                                 | 80        | 76        | 6,22                                                                              | 6,22   | 6,22   | 6,22   | 6,22   | 6,22    | 6,22    | 15,96 | 11,50                                                                               |                                                                                     |
|                                                                                   | 100       | 96        | 6,22                                                                              | 6,22   | 6,22   | 6,22   | 6,22   | 6,22    | 6,22    | 20,16 |                                                                                     |                                                                                     |
|                                                                                   | 120       | 116       | 6,22                                                                              | 6,22   | 6,22   | 6,22   | 6,22   | 6,22    | 6,22    | 24,36 |                                                                                     |                                                                                     |
| S <sub>PLATE</sub>                                                                |           |           | 3,0 mm                                                                            | 4,0 mm | 5,0 mm | 6,0 mm | 8,0 mm | 10,0 mm | 12,0 mm | -     | -                                                                                   |                                                                                     |
| 7                                                                                 | 60        | 55        | 7,14                                                                              | 7,44   | 8,22   | 9,06   | 9,79   | 9,64    | 9,49    | 16,17 | 21,50                                                                               |                                                                                     |
|                                                                                   | 80        | 75        | 8,44                                                                              | 8,85   | 9,68   | 10,51  | 11,26  | 11,11   | 10,96   | 22,05 |                                                                                     |                                                                                     |
|                                                                                   | 100       | 95        | 8,44                                                                              | 8,85   | 9,68   | 10,51  | 11,34  | 11,93   | 11,93   | 27,93 |                                                                                     |                                                                                     |
|                                                                                   | 120       | 115       | 8,44                                                                              | 8,85   | 9,68   | 10,51  | 11,34  | 11,93   | 11,93   | 33,81 |                                                                                     |                                                                                     |
|                                                                                   | 160       | 155       | 8,44                                                                              | 8,85   | 9,68   | 10,51  | 11,34  | 11,93   | 11,93   | 45,57 |                                                                                     |                                                                                     |
|                                                                                   | 200       | 195       | 8,44                                                                              | 8,85   | 9,68   | 10,51  | 11,34  | 11,93   | 11,93   | 57,33 |                                                                                     |                                                                                     |

ε = ângulo entre parafuso e fibras

## VALORES ESTÁTICOS

### PRINCÍPIOS GERAIS

- Os valores característicos são conforme a norma EN 1995:2014, de acordo com ETA-11/0030.
- Os valores de projeto são obtidos a partir dos valores característicos, desta forma:

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

Os coeficientes  $\gamma_M$  e  $k_{mod}$  devem ser considerados em função da norma vigente utilizada para o cálculo.

- A resistência de projeto à tração do conector é a mínima entre a resistência de projeto do lado da madeira ( $R_{ax,d}$ ) e a resistência de projeto do lado do aço ( $R_{tens,d}$ ).

$$R_{ax,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{R_{ax,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M} \\ \frac{R_{tens,k}}{\gamma_{M2}} \end{array} \right.$$

- Para os valores de resistência mecânica e para a geometria dos parafusos, fez-se referência ao que consta da ETA-11/0030.
- O dimensionamento e a verificação dos elementos de madeira e das chapas metálicas devem ser feitos à parte.
- As resistências características ao corte são avaliadas para parafusos inseridos sem pré-furo.
- O posicionamento dos parafusos deve ser efetuado dentro das distâncias mínimas.
- As resistências características à extração da rosca foram avaliadas considerando um comprimento de cravação de b.
- As resistências características de corte para parafusos LBSH EVO Ø5 são avaliadas para chapas com espessura =  $S_{PLATE}$ , considerando sempre o caso de chapa grossa de acordo a ETA-11/0030 ( $S_{PLATE} \geq 1,5$  mm).
- As resistências características ao corte para parafusos LBSH EVO Ø7 são avaliadas para chapas com espessura =  $S_{PLATE}$  considerando o caso de chapa fina ( $S_{PLATE} \leq 3,5$  mm), intermédia ( $3,5$  mm <  $S_{PLATE}$  <  $7,0$  mm) ou espessa ( $S_{PLATE} \geq 7$  mm).
- Em caso de tensão combinada de corte e tração, deve-se satisfazer a seguinte verificação:

$$\left( \frac{F_{vd}}{R_{vd}} \right)^2 + \left( \frac{F_{ax,d}}{R_{ax,d}} \right)^2 \leq 1$$

- No caso de ligações aço-madeira com chapa espessa, é necessário avaliar os efeitos associados à deformação da madeira e instalar os conectores de acordo com as instruções de montagem.
- Os valores tabelados são avaliados considerando parâmetros de resistência mecânica dos parafusos LBS H EVO Ø7 obtidos analiticamente e validados por ensaios experimentais.

### NOTAS | MADEIRA

- As resistências características ao corte madeira-madeira foram avaliadas considerando um ângulo ε de 90° ( $R_{V,90,k}$ ) e 0° ( $R_{V,0,k}$ ) entre as fibras do segundo elemento e o conector.
- No caso de parafusos inseridos com pré-furo, podem ser obtidos valores de resistência mais elevados.
- As resistências características à extração da rosca foram avaliadas considerando tanto um ângulo ε de 90° ( $R_{ax,90,k}$ ) como de 0° ( $R_{ax,0,k}$ ) entre as fibras e o conector.
- Em fase de cálculo, considerou-se uma massa volúmica dos elementos de madeira equivalente a  $\rho_k = 385$  kg/m<sup>3</sup>.  
Para valores de  $\rho_k$  diferentes, as resistências tabeladas (corte madeira-madeira, corte aço-madeira e tração) podem ser convertidas através do coeficiente  $k_{dens}$  (ver página 243).

### NOTAS | HARDWOOD

- Em fase de cálculo, considerou-se uma massa volúmica dos elementos de madeira em hardwood (carvalho) equivalente a  $\rho_k = 550$  kg/m<sup>3</sup>.

### NOTAS | BEECH LVL

- Em fase de cálculo, considerou-se uma massa volúmica dos elementos de LVL em madeira de faia equivalente a  $\rho_k = 730$  kg/m<sup>3</sup>.
- Na fase de cálculo foram considerados, para os elementos de madeira individuais, um ângulo de 90° entre o conector e a fibra, um ângulo de 90° entre o conector e a face lateral do elemento em LVL e um ângulo de 0° entre a força e a fibra.