

## Madera laminada encolada



rectilíneas o curvas. Se distingue entre madera laminada encolada homogénea (todas las láminas de la sección deben pertenecer a la misma clase resistente) y madera laminada encolada combinada (las láminas internas y externas pueden pertenecer a diferentes clases de resistencia). La madera laminada es particularmente adecuada para componentes de construcción sujetos a cargas elevadas y con grandes luces, además de para exigencias de elevada estabilidad de la forma y estéticas.

### Clases de aplicaciones

| Material de construcción    | Requisitos             | Clase de servicio según EN 1995-1-1 |
|-----------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| Madera laminada de conífera | Seco, húmedo, exterior | 1, 2 and 3*                         |

\* ... EN 386 contiene los parámetros de producción de la madera laminada para su uso en una determinada clase de servicio

### Descripción general

La madera laminada encolada está constituida por, al menos, tres tablas o láminas desecadas y encoladas entre ellas con las fibras paralelas. Antes de ser encoladas, las láminas se clasifican según la resistencia en modo visual o mecánico y, posteriormente cepilladas. La cola empleada debe cumplir los requisitos de la EN 301 para componentes de madera con función estructural. Se debe verificar la idoneidad de la especie para la producción de madera laminada encolada. Se emplean sobre todo maderas de abeto rojo, abeto blanco y alerce. Se pueden fabricar tanto vigas

### Dimensiones típicas [mm]

|          |  |
|----------|--|
| Longitud | hasta 18000 (medida estándar)<br>hasta 50000 (componentes de construcción) |
| Anchura  | hasta 260  |
| Espesor  | hasta 500  |

### Bases técnicas

|                  |  |
|------------------|--|
| Draft DIN 1052   | Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken. Allgemeine Bemessungsregeln und Bemessungsregeln für den Hochbau  |
| ÖNORM B 3800-1/4 | Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen (Comportamiento ante el fuego de los materiales y los sistemas constructivos)<br>Teil 1: Baustoffe; Anforderungen und Prüfungen (alte Ausgabe: 1.12.88)<br>Teil 4: Bauteile; Einreihung in die Brandwiderstandsklassen |
| ÖNORM B 4100-2   | Holzbau - Holztragwerke - Teil 2: Berechnung und Ausführung (Madera para la construcción – Madera para otros trabajos)   |
| ÖNORM DIN 4074-1 | Sortierung von Nadelholz nach der Tragfähigkeit - Teil 1: Nadelschnittholz (Clasificación de la madera por su capacidad para ser transportada)   |
| EN 14080         | Estructuras de madera - Madera laminada encolada - Requisitos  |
| EN 386           | Madera laminada encolada - Especificaciones y requisitos de fabricación  |
| EN 387           | Madera laminada encolada - Empalmes mediante uniones dentadas de grandes dimensiones - Especificaciones y requisitos mínimos de fabricación  |
| EN 1194          | Estructuras de madera - Madera laminada encolada - Clases de resistencia y determinación de los valores característicos  |
| EN 1995-1-1/2    | Eurocódigo 5 - Proyecto de estructuras de madera<br>Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación<br>Parte 1-2: Proyecto de estructuras sometidas al fuego   |

## Madera laminada encolada

### Propiedades mecánicas

\_ conforme a la EN 1194

| Clases de resistencia              | Madera laminada homogénea – Madera de conífera (encolado horizontal) |                   |       |       |
|------------------------------------|--|-------------------|-------|-------|
|                                    | GL24h<br>(BS11h)*  | GL28h<br>(BS14h)* | GL32h | GL36h |
| $\rho_k$ [kg/m <sup>3</sup> ]      | 380  | 410               | 430   | 450   |
| $f_{m,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]     | 24   | 28                | 32    | 36    |
| $f_{t,0,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]   | 16,5   | 19,5              | 22,5  | 26    |
| $f_{t,90,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]  | 0,4  | 0,45              | 0,5   | 0,6   |
| $f_{c,0,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]   | 24   | 26,5              | 29    | 31    |
| $f_{c,90,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]  | 2,7  | 3,0               | 3,3   | 3,6   |
| $f_{v,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]     | 2,7  | 3,2               | 3,8   | 4,3   |
| $E_{0,mean}$ [N/mm <sup>2</sup> ]  | 11600  | 12600             | 13700 | 14700 |
| $E_{90,mean}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | 390  | 420               | 460   | 490   |
| $E_{0,5}$ [N/mm <sup>2</sup> ]     | 9400   | 10200             | 11100 | 11900 |
| $G_{mean}$ [N/mm <sup>2</sup> ]    | 720  | 780               | 850   | 910   |

\* ... clases BS correspondientes según la EN 1995-1-1

Tab. 1: Valores característicos de la madera laminada homogénea según la EN 386

| Clases de resistencia              | Madera laminada homogénea – Madera de conífera (encolado horizontal) |                   |       |       |
|------------------------------------|--|-------------------|-------|-------|
|                                    | GL24c<br>(BS11k)*  | GL28c<br>(BS14k)* | GL32c | GL36c |
| $\rho_k$ [kg/m <sup>3</sup> ]      | 350  | 380               | 410   | 430   |
| $f_{m,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]     | 24   | 28                | 32    | 36    |
| $f_{t,0,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]   | 14   | 16,5              | 19,5  | 22,5  |
| $f_{t,90,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]  | 0,35   | 0,4               | 0,45  | 0,5   |
| $f_{c,0,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]   | 21   | 24                | 26,5  | 29    |
| $f_{c,90,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]  | 2,4  | 2,7               | 3,0   | 3,3   |
| $f_{v,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]     | 2,2  | 2,7               | 3,2   | 3,8   |
| $E_{0,mean}$ [N/mm <sup>2</sup> ]  | 11600  | 12600             | 13700 | 14700 |
| $E_{90,mean}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | 320  | 390               | 420   | 460   |
| $E_{0,05}$ [N/mm <sup>2</sup> ]    | 9400   | 10200             | 11100 | 11900 |
| $G_{mean}$ [N/mm <sup>2</sup> ]    | 590  | 720               | 780   | 850   |

\* ... clases BS correspondientes según la EN 1995-1-1

Tab. 2: Valores característicos de la madera laminada combinada según la EN 386

Los valores de resistencias características son referidos en el caso de la flexión a una altura, en el caso de la tracción en el sentido de las fibras a un ancho de 150 mm, en el caso de la resistencia al corte por tracción perpendicular a la fibra a una dimensión de la muestra de 45 mm x 180 mm x 70 mm y en el caso de la resistencia al corte a un volumen uniformemente solicitado de 0,0005 m<sup>3</sup>. Un sistema de clases de resistencia nos lleva de nuevo a las tablas 1 y 2.

Estos valores deben ser modificados según la EN 1995-1-1 en base a la clase de servicio y a la duración de la aplicación de la carga ( $k_{mod}$ ,  $k_{def}$ ).

### Propiedades físicas

\_ según "Catálogo de comportamiento térmico en los materiales y componentes de construcción" (Instituto de normalización austríaco, 2001)

|                  | Madera y madera contrachapado |      |      |      |      |
|------------------|-------------------------------|------|------|------|------|
|                  | $\rho_k$ [kg/m <sup>3</sup> ] | 400  | 500  | 600  | 700  |
| $\lambda$ [W/mK] | 0,11                          | 0,13 | 0,15 | 0,17 | 0,20 |
| $c$ [kJ/kgK]     | 2,5                           | 2,5  | 2,5  | 2,5  | 2,5  |

### Comportamiento al fuego

\_ conforme a la EN 1995-1-2

|  | Madera laminada                     | Frondosas                           | Frondosas                           |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
|  | $\rho_k \geq 290$ kg/m <sup>3</sup> | $\rho_k \geq 290$ kg/m <sup>3</sup> | $\rho_k \geq 450$ kg/m <sup>3</sup> |
| Velocidad de carbonización $\dot{d}_0$ | 0,7 mm/min                          | 0,7 mm/min                          | 0,5 mm/min                          |

\_ conforme a la EN 14080 (Apartado E)

|                              |  |
|------------------------------|--|
|                              | $\geq 380$ kg/m <sup>3</sup> ,<br>$\geq 40$ mm |
| Euroclase                    | D  |
| Clase de emisión de humo     | s2   |
| Clase de producción de gotas | d0   |

\_ conforme a la ÖNORM B 3800-1 (edición vieja del 1.12.88)

|                              |             |
|------------------------------|-------------|
|                              | $\geq 2$ mm |
| Clase de reacción al fuego   | B2          |
| Clase de emisión de humo     | ---         |
| Clase de producción de gotas | ---         |

\_ conforme a la ÖNORM B 3800-4

|  | BS11 y superior* |
|--|------------------|
| Velocidad de carbonización $\dot{d}_0$ | 0,65 mm/min      |

\* ... según la ÖNORM DIN 4100-2

## Madera laminada encolada

### Propiedades ecológicas

Referencia a "Características ecológicas de madera y derivados de la madera en Austria". Instituto Austriaco para la construcción biológica y ecológica (2002)

Evaluación: ☺☹ ⚡ características ecológicas en general favorables, pero con algunos puntos débiles

Para la mayor parte de los criterios ambientales considerados, la madera laminada muestra un potencial moderado, aunque presenta un elevado potencial de acidificación. Esto se debe, específicamente, a la elevada necesidad de energía eléctrica para la fabricación del producto, que presenta graves problemas ecológicos en toda Europa (UCPTE-Mix) en virtud de los fuertes consumos de energía atómica y térmica, que suponen una incidencia negativa sobre el balance, además de por la cantidad de cola empleada. Otro factor determinante es el proceso de desecado para la preparación del serrado. El porcentaje de cola en el producto es relativamente bajo y, por tanto, incide de la misma forma sobre el impacto ambiental global del producto.

### Otros

Madera laminada encolada con juntas a peine Las juntas en peine deben satisfacer las exigencias de la norma EN 387 y estar marcadas según la misma. Igualmente pueden emplearse en la clase de servicio 3 si la dirección de la fibra cambia al mismo tiempo la junta.

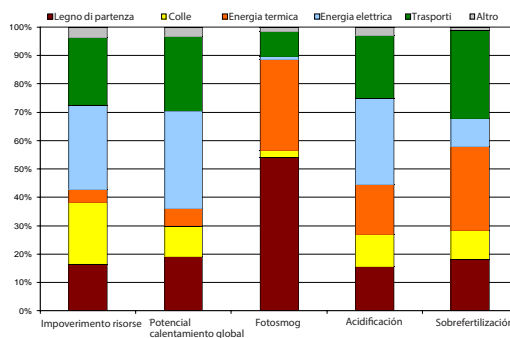


Fig. 1: Impacto ambiental por procesos (Madera laminada encolada)

| Categoría de impacto                                   | Madera laminada encolada |
|--|--------------------------|
| Referido a una tonelada seca                           |                          |
| Recurso abiótico [g Sb eq]                             | 1660                     |
| Potencial calentamiento global [kg CO <sub>2</sub> e]* | -571                     |
| Potencial calentamiento global [kg CO <sub>2</sub> e]  | 202                      |
| Fotosmog [g O <sub>3</sub> e]                          | 210                      |
| Acidificación [g SO <sub>2</sub> e]                    | 1750                     |
| Sobrefertilización [g P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e] | 173                      |
| PEC no renovable [MJ]                                  | 3335                     |
| PEC renovable [MJ]                                     | 19640                    |

\* ... teniendo en cuenta el almacenamiento de carbono en la madera