

# Normas aplicables a las estructuras de madera laminada encolada\*

## La normalización de la madera laminada avanza a pasos agigantados tanto en Europa como en España

JUAN IGNACIO FERNÁNDEZ-GOLFÍN SECO, M. RAFAEL DIEZ BARRA Y EVA HERMOSO PRIETO  
LABORATORIO DE ESTRUCTURAS DE MADERA. UNIDAD CONJUNTA INIA-AITIM. CENTRO DE INVESTIGACIÓN FORESTAL (CIFOR-INIA)  
MADRID. WWW.INIA.ES. WWW.AITIM.ES

Siguiendo con el objetivo de aclarar cuál es la normativa aplicable en el control de calidad de los productos estructurales de la madera, abordamos en este caso la situación de dos productos estructurales de creciente uso en el mercado español y europeo, como son la madera laminada y la menos conocida madera unida longitudinalmente mediante entalladura multidentada.

Tal y como decíamos en un artículo anterior (Normas aplicables a las estructuras de madera maciza), publicado por esta misma revista, la normalización europea y española en el campo de las aplicaciones estructurales de la madera y sus productos derivados avanza a gran ritmo con el objetivo final de dar seguridad al usuario y poner a la madera en competencia directa con otros materiales estructurales, más comunes hoy en día pero menos tradicionales, como son el hormigón y el acero.

Los productos de los que nos ocupamos en este artículo entran ya dentro de lo que se conoce como «Productos de la Ingeniería de la madera», ya que son productos, especialmente la madera laminada, que incorporan un gran nivel tecnológico, tanto en su fabricación como en su diseño.

No se aborda en este trabajo la situación de los elementos estructurales de madera microlaminada (LVL, laminated veneer lumber) ya que es todavía incierta. En el seno de los comités de normalización CEN TC124 (Madera estructural) y CEN TC 112 (Tableros) existe un cierto debate sobre si estos productos deben ser considerados como perfiles estructurales o como tableros, ya que si fueran considerados como perfiles su ensayo mecánico debería ser efectuado de

acuerdo con UNE EN 408 pero si fueran tableros lo deberían ser de acuerdo con UNE EN 789, siendo ambas normas distintas en su concepción y modo de ensayo.

Lo que sí es necesario avanzar es la enorme trascendencia que tiene a nivel de uso el conocer bajo qué norma se ha certificado un producto de madera microlaminada o LVL ya que si lo fue bajo la norma UNE EN 789 ese producto deberá trabajar sólo como tablero (plano), mientras que si lo fue bajo UNE EN 408 deberá trabajar de canto (como perfil).

El objetivo de este artículo es presentar y comentar brevemente las normas más importantes de aplicación a la madera laminada y madera unida longitudinalmente mediante entalladura multidentada.

Debe destacarse, sin embargo, que existe un proyecto de norma que aborda un tipo especial de estructuras de madera laminada, lo que vulgarmente se entiende por duos y tríos (glued 2 and 3-part timber). Estas estructuras, muy similares a las de madera laminada, se caracterizan por tener unas dimensiones máximas de 240 mm x 80 mm y estar compuestas por sólo dos o tres laminas, que pueden tener un espesor superior al establecido para la madera laminada (35 o 45 mm). Estas estructuras de madera laminada, siempre fabricadas con madera de coníferas, no serán objeto de nuestro análisis ya que la norma que regula su fabricación está todavía en una fase muy incipiente de redacción.

### 1.- Normas referidas a las tolerancias dimensionales permisibles en el producto.

#### Madera laminada

• **UNE EN 390:1994.** Madera laminada encolada. Dimensiones y tolerancias. Esta norma establece las tolerancias dimensionales para la madera laminada encolada utilizada estructuralmente, así como el contenido de humedad de referencia al cual deben realizarse las medidas (12%). Asimismo establece un método para el cálculo de las dimensiones corregidas de la madera laminada con un contenido de humedad diferente al de referencia. Esta norma es de aplicación para la madera laminada encolada de sección rectangular, de altura de sección comprendida entre 100 y 500 mm y espesor entre 50 y 300 mm. Las tolerancias dimensionales establecidas por la norma son las siguientes:

- **Altura de la sección:**  
Para  $h \leq 400$  mm: +4 y -2 mm  
Para  $h > 400$  mm +1 y -0,5%
- **Espesor:** +2 y -2 mm para cualquier espesor
- **Longitud:**  
Para  $L < 2,0$  m: +2 y -2 mm  
 $2,0 < L < 20$  m: +0,1 y -0,1%  
 $L > 20$  m: +20mm y -20 mm

#### Madera unida longitudinalmente mediante entalladura multidentada

No existe una norma específica, motivo por lo cual se entiende que será de aplicación la norma UNE EN 336:1995 en el caso de madera estructural con empalmes dentados que afectan a toda su sección transversal y la UNE EN

\*y a la madera unida longitudinalmente mediante entalladuras multidentadas

390:1994 (en lo que le afecte) cuando se trate de láminas destinadas a la fabricación de madera laminada encolada.

## 2.- Normas referidas a la determinación y establecimiento de las propiedades del material

### 2.1.- Normas referidas a la presentación de las propiedades del material

#### **Madera laminada**

• **UNE EN 1194:1999.** Estructuras de madera. Madera laminada encolada. Clases resistentes y determinación de los valores característicos. Esta norma establece el sistema de clases resistentes para la madera encolada de laminado horizontal constituida como mínimo por cuatro láminas y fabricada exclusivamente con madera de coníferas. Al igual que la UNE EN 338, referida a madera aserrada, establece para cada una de las clases resistentes consideradas (cuatro para laminados homogéneos y otras cuatro para laminados combinados) los valores característicos de las propiedades resistentes (resistencia a la flexión, a la tracción, a la compresión y cortante), de rigidez (módulos de elasticidad paralelo y de cortante) y de la densidad. En esta norma también se establece un conjunto de expresiones matemáticas para deducir determinadas propiedades a partir de las tres propiedades básicas de los ensayos efectuados sobre las láminas que componen la pieza: Resistencia a la flexión, Módulo de elasticidad y densidad.

A diferencia de lo que ocurre con la madera aserrada (para la que existen dos normas distintas, la UNE EN 338 y la UNE EN 384) esta incluye una serie de consideraciones a tener en cuenta a la hora de asignar los valores obtenidos por ensayo a una clase de resistencia concreta.

La nomenclatura de las clases de resistencia en madera laminada es distinta a la considerada en madera sólida (UNE EN 338) ya que en este caso todas las clases resistentes (cualquiera que sea la familia de producto) empiezan por las letras GL, van seguidas de dos números indicativos de la clase y que informan sobre la resistencia característica a flexión del material (expresada en  $N/mm^2$ ) y finalizan bien por una h (minúscula) o una c (minús-



cula), que informan si la estructura es homogénea (la sección transversal de la pieza está construida con láminas de la misma calidad y especie) o combinada (toda la sección transversal de la pieza construida con láminas de distintas calidades y/o especies). De esta manera existen dos clases, denominadas genéricamente GLxxh y GLxxc, donde las x pueden ser sustituidas por cuatro posibles números (24, 28, 32 y 36).

### 2.2.- Normas referidas al cálculo de los valores característicos y ensayo del material o sus componentes

#### **Madera laminada**

• **UNE EN 391:2002.** Madera laminada encolada. Ensayo de delaminación de las líneas de encolado. Esta norma establece tres métodos distintos para realizar el ensayo de delaminación, aplicable al control de calidad continuo de la integridad de las líneas de encolado en madera laminada encolada. De los tres métodos establecidos por la norma, dos de ellos, llamados A y B, son aplicables a uniones mediante adhesivos del Tipo I, tal y como se define en la UNE EN 301, y el tercer método, denominado C, es de aplicación a las uniones mediante adhesivos del Tipo II. Con el primer método (A) el ensayo dura 24 horas, con el segundo (B) medio día y con el tercero (C) cuatro días. Este ensayo se efectúa sobre el producto ya acabado.

• **UNE EN 392:1995.** Madera laminada encolada. Ensayo de esfuerzo cor-

tante en líneas de adhesivo.

Esta norma describe un método de laboratorio para determinar la resistencia al esfuerzo cortante de las líneas de adhesivo en la dirección paralela a las fibras. Esta norma se aplica fundamentalmente para efectuar el control continuo de la calidad de las líneas de adhesivo. El método propuesto se basa en la aplicación de un esfuerzo cortante, mediante un accesorio esquematizado en la norma, hasta llegar a la rotura.

#### **Madera laminada encolada y madera unida longitudinalmente mediante entalladura multidentada**

• **UNE EN 302:1992 (partes 1 a 4).** Adhesivos para estructuras de madera bajo carga. Adhesivos de policondensación de tipos fenólicos y aminoplásticos. Métodos de ensayo.  
o Parte 1: Determinación de la resistencia del encolado a la cizalladura longitudinal  
o Parte 2: Determinación de la resistencia a la delaminación (método de laboratorio)  
o Parte 3: Determinación de la influencia del tratamiento cíclico sobre la resistencia a la tracción  
o Parte 4: Determinación de la influencia de la contracción sobre la resistencia a la cizalladura  
Estas cuatro partes de la norma permiten valorar, mediante la realización de diversos ensayos, el cumplimiento por parte del adhesivo de las especificaciones de la norma EN 301:1992, así como valorar la idoneidad y calidad de

los adhesivos usados para la fabricación de estructuras de madera bajo carga. Este paquete de normas permite valorar al adhesivo y a su unión pero no al conjunto de la pieza.

- **UNE EN 408:2000.** Estructuras de madera. Madera aserrada y madera laminada encolada para uso estructural. Determinación de algunas propiedades físicas y mecánicas. Esta norma especifica los métodos de ensayo para obtener los valores de las diferentes propiedades de la madera estructural: maciza, laminada y unida longitudinalmente mediante uniones encoladas. Las propiedades para las que la norma aporta métodos válidos de ensayo son: resistencia a la flexión, a la tracción y a la compresión paralela y perpendicular a la fibra, resistencia al cortante; módulos de elasticidad paralelo en tracción, compresión y en flexión, tanto global como local. También se especifican los métodos de determinación de las dimensiones, del contenido de humedad y de la densidad. Esta norma resulta también aplicable a las piezas estructurales de madera maciza de sección circular (aunque está en desarrollo la norma prEN 14251 de aplicación al ensayo de madera en rollo), así como a las de sección rectangular unidas mediante entalladura multidentada.

Al igual que la anterior (UNE EN 391), esta es una norma de laboratorio de ensayo ya que establece el método operativo a seguir para efectuar todos y cada uno de los ensayos contemplados en la norma de clases resistentes (UNE EN 338 en madera aserrada y UNE EN 1194 en madera laminada). La última versión de esta norma es del año 2000 e incluye todos los métodos de ensayo contemplados en la norma UNE EN 1193:1997.

Esta no es una norma destinada al control de calidad de fábrica sino a la evaluación mecánica del producto acabado.

- **UNE EN 1193:1997.** Estructuras de madera. Madera estructural y madera laminada encolada. Determinación de la resistencia al esfuerzo cortante y de las propiedades mecánicas en dirección perpendicular a la fibra. Esta norma establece métodos especiales de ensayo de la resistencia a la tracción y a la compresión perpendicular, del módulo de elasticidad perpendicular a la fibra y de la resistencia al esfuerzo cortante paralelo a la fibra. Estos métodos son complementarios a los establecidos en la norma general de ensayo UNE EN 408. Esta norma tam-

bién es de aplicación a la madera aserrada maciza y, por tanto, se sobrentiende que a la madera empalmada mediante uniones dentadas.

Esta norma será completamente incluida en la futura versión de la norma UNE EN 408 (2000)

### **3.- Normas referidas a los requisitos generales exigibles a la madera laminada y a la madera unida mediante entalladuras multidentadas**

#### **Madera laminada y madera unida mediante entalladuras multidentadas**

- **UNE EN 301:1992.** Adhesivos para estructuras de madera bajo carga. Adhesivos de policondensación de tipos fenólico y amino-plástico. Clasificación y especificaciones de comportamiento. Esta norma establece una clasificación y aporta especificaciones de comportamiento para los adhesivos de policondensación, de tipo fenólico y aminoplástico, bajo carga en condiciones de exposición climática definidas. Las especificaciones de comportamiento establecidas por esta norma se aplican sólo al adhesivo, no a la estructura. Con tal de que el proceso de encolado haya sido realizado adecuadamente, un adhesivo que reúna los requisitos de esta norma actuará satisfactoriamente en una estructura bajo carga trabajando en las condiciones correspondientes para el tipo seleccionado.

La norma establece dos tipos de adhesivo en función de las condiciones ambientales de trabajo:

- Tipo I: En condiciones de exposición prolongada a alta temperatura (50°C). Los adhesivos de este tipo también están capacitados para trabajar en condiciones climáticas externas (20°C y 85% Hr, lo que equivale a un contenido de humedad aproximado del 20%)

- Tipo II: En condiciones interiores (edificios calefactados y ventilados) o semiexteriores (protección de las inclemencias atmosféricas). Los adhesivos de este tipo permiten una exposición corta a las condiciones climáticas externas.

Los ensayos de control de calidad del encolado se efectuarán según lo establecido en las cuatro partes de la norma UNE EN 302:1992.

- **UNE EN 385:2001.** Empalmes por

unión dentada en madera estructural. Especificaciones y requisitos mínimos de fabricación. Esta norma establece los requisitos para los empalmes mediante uniones dentadas encoladas, entre elementos del mismo tipo de madera, y los requisitos mínimos para la mecanización, ensamble y encolado de estas uniones en elementos estructurales de madera. Los requisitos afectan a la madera utilizada, los adhesivos, el contenido de humedad, la mecanización y el encolado. Esta norma también es de aplicación a las uniones dentadas presentes en las láminas que constituyen la madera laminada encolada.

#### **Madera laminada**

- **UNE EN 386:1999.** Madera laminada encolada. Especificaciones y requisitos de fabricación. Esta norma establece las especificaciones de los elementos de madera laminada encolada y las exigencias mínimas que se deben cumplir en la fabricación de los elementos con uso estructural. Esta norma se aplica a elementos con un espesor de lámina cepillada menor o igual a 45 mm. Esta norma es válida tanto para madera de coníferas como de frondosas. Los requisitos de fabricación de esta norma se deberán complementar con los de la norma UNE EN 385:1994, que serán de aplicación en las uniones dentadas de las láminas, así como con los de la norma UNE EN 301, que serán de aplicación a los adhesivos utilizados en las uniones.

- **UNE EN 387:1999.** Madera laminada encolada. Grandes uniones dentadas. Requisitos de comportamiento y requisitos mínimos de fabricación. Esta norma es de aplicación a la fabricación de grandes uniones dentadas, que afecten totalmente a la sección transversal de un elemento estructural de madera laminada encolada y que vayan a trabajar en clases de servicio 1 o 2. Para aplicaciones en clase de servicio 3 deberán tomarse precauciones especiales, entre las que se encuentra el uso exclusivo de resinas fenólicas que cumplan con los requisitos del Tipo I de UNE EN 301. La fabricación de las uniones dentadas de gran tamaño se entiende que se llevará a cabo en fábrica para asegurar la estabilidad y fiabilidad del producto.

