



## MADERA CONTRALAMINADA (CLT), SITUACIÓN ACTUAL. ALTERNATIVA PARA UNA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN ESPAÑA.

J. Galván (1), R. Carabaño (2), I. Oteiza (1), E. Martínez (3)

(1) Departamento de Construcción. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc). Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Madrid, [j.galvan@csic.es](mailto:j.galvan@csic.es). Tel. 913020440.

(2) Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

(3) Departamento de Estructuras de la Edificación. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

### RESUMEN

El uso de la madera ha sido denostado en nuestro país en los últimos tiempos por diferentes razones. Sin embargo, se trata de un material empleado en construcción de viviendas desde tiempos prehistóricos. Una de las dificultades con las que se encontraba este material para su uso en construcción era la falta de normativa, la cual hasta hace casi 30 años era prácticamente inexistente.

El desarrollo de la normativa sobre construcción con madera, y el avance que se ha producido en la tecnología del material, ha permitido que hoy día podamos disponer en el mercado de productos innovadores de madera. La madera contralaminada (*Cross laminated timber* o *CLT*), producto relativamente novedoso, data de inicios de los 90 en Centroeuropa donde desde comienzos de los 2000 ha experimentado un crecimiento notable como material de construcción.

En los últimos tiempos, el CLT ha experimentado una expansión en países como Canadá o EE.UU., donde se plantean proyectos constructivos de incluso 30 plantas [1]. En España actualmente la construcción con CLT se plantea como una realidad, ya que no sólo se ejecutan proyectos sino que además somos fabricantes del producto, como es el caso de la empresa Egoín en Vizcaya.

**Palabras clave:** CLT, madera, materiales de construcción innovadores, eficiencia energética, construcción sostenible.

### 1 INTRODUCCIÓN

La construcción se inicia en el Neolítico con los primeros asentamientos, y es la madera uno de los primeros materiales empleados. Es un material tradicional, que ha evolucionado tecnológicamente, junto con las tipologías constructivas hasta nuestros días.

Esta evolución de la construcción con madera, partiendo de estos métodos rudimentarios, ha llevado a la creación de diferentes técnicas. Haciendo una breve reseña por la evolución de la construcción con madera, observamos que la construcción europea ha tenido una gran influencia en el continente americano. En la actualidad volvemos a encontrarnos esta influencia europea en los sistemas constructivos con madera, este es el caso de la madera contralaminada o CLT (*Cross laminated timber*).

Al ser la madera un recurso natural renovable, ha sido aprovechada en la mayor parte de los países y usada extensivamente en forma industrializada para la construcción de viviendas. Los países industrializados, han utilizado desde hace muchos años la madera como material de construcción, bien sea sola o en combinación con otros materiales [2].

Muchos han sido los motivos por los que se abandonó la construcción con madera en España. Entre las barreras que frenaban su vuelta a la escena constructiva como material en la época contemporánea, además del desconocimiento prescriptivo, se encontraba la falta de normativa. En 1985, al analizarse la normativa existente en aquellas fechas se considera que la situación se podía resumir en dos palabras "NO HAY" [3].

La aparición del acero, y el hormigón armado y pretensado, contribuyeron a sustituir a la madera en sus aplicaciones estructurales con ventajas económicas y constructivas, hasta tal punto que se llegó a prohibir el empleo de elementos estructurales de madera en las viviendas acogidas a planes nacionales [4].

## **2 EVOLUCIÓN DE LA NORMATIVA DE CONSTRUCCIÓN CON MADERA EN ESPAÑA**

El desarrollo de la normativa sobre construcción con madera, y el avance que se ha producido en la tecnología del material, han permitido que hoy día podamos disponer en el mercado de productos innovadores de madera, que por un lado tienen una capacidad técnica que lo hacen competitivos frente a otros materiales de construcción, y que por otro presenten unas credenciales medioambientales que lo hacen postularse como un material idóneo para la construcción sostenible, acorde con las políticas procedentes de Europa.

Haciendo una breve reseña en la normativa en materia de construcción con madera podemos resaltar la siguiente normativa:

- *Directiva de Productos de la Construcción*; marca el inicio de la normativa en materia de construcción con madera y su principal innovación es el establecimiento de los procedimientos necesarios para el mercado CE de productos de construcción, incluidos aquellos productos innovadores [5].

- *Eurocódigos*; surgen con el objetivo de la eliminación de las barreras técnicas al comercio en la Comunidad Europea. Sirvieron para la armonización de las especificaciones técnicas en el sector de la construcción, aquí se encuentra el Eurocódigo 5, que se aplica al proyecto de edificios y obras de ingeniería civil con madera en sus distintos productos. Sólo afecta a los requisitos de resistencia mecánica, adecuación al servicio, durabilidad y resistencia al fuego, actualmente está en revisión [6; 7].

- *Código Técnico de la Edificación (CTE)*; una de las principales novedades que introduce respecto a la legislación anterior de la edificación en España fue el enfoque por objetivos o prestaciones, que supone en la práctica, la eliminación de una serie de barreras técnicas que obstaculizaban la aplicación de innovaciones tecnológicas al proceso de edificación. El uso de las nuevas tecnologías en el sector de la construcción, lo que en el caso de la madera ha permitido grandes aportaciones al proceso constructivo [8].

- *Documento básico SE-M*; versa sobre la seguridad de las estructuras de madera, y es una transcripción casi literal del "EUROCÓDIGO 5". Su campo de aplicación es el de la verificación de la seguridad de los elementos estructurales lineales de madera en edificación [9].

- *Reglamento de Productos de la Construcción (RPC)*; establece las condiciones relativas a la introducción en el mercado de productos de construcción, y define criterios para evaluar las prestaciones de dichos productos así como las condiciones del mercado CE [10].

En esta revisión normativa se observa cómo la evolución ha ido dirigida a fomentar la investigación en el sector de la construcción, a la fabricación de productos innovadores que pudieran cumplir con la normativa existente en pro de una construcción más sostenible.

El CLT es un producto que carece de la regulación necesaria en muchos aspectos, entre ellos de una norma europea específica. Actualmente está en fase de aprobación final un proyecto de norma específico para toda la caracterización estructural del producto, así como los controles de producción, aunque sigue dejando sin reglar temas como la clase de

servicio del producto, que si bien está establecida para clases de servicio 1 y 2, no cuenta con ensayos específicos [11].

### **3 PRODUCTOS DE MADERA PARA LA CONSTRUCCIÓN. EL CASO DE LA MADERA CONTRALAMINADA**

La evolución de los productos de madera en el sector de la construcción en los últimos tiempos ha ido unida a un gran avance tecnológico en la fabricación de dichos productos, y al cumplimiento de unos exigentes controles de calidad. Un indicador de esta evolución son los documentos de idoneidad técnica (DITE), que con la implantación del nuevo reglamento pasan a ser documentos de evaluación europeos (DEE) [12].

Este avance en la tecnología de la madera ha permitido la entrada en el mercado de nuevos productos de madera para la construcción que, aparte de cumplir con todos los requisitos técnicos necesarios, poseen unas cualidades medioambientales óptimas frente a otros productos equivalentes de otros materiales. Además estos productos llevan a cabo un mayor aprovechamiento del material, generando productos estructurales de madera para la construcción, lineales como son las vigas laminadas, que permiten grandes luces gracias a sus empalmes *finger joint*, y superficiales como son los tableros contralaminados CLT.

#### **3.1 Madera contralaminada (CLT)**

El CLT minimiza el comportamiento anisótropo y heterogéneo de la madera, consiguiendo mayor homogeneidad y estabilidad dimensional sin restricciones en las medidas, con un comportamiento prácticamente bidireccional. Está formado por al menos 3 capas de tablas de madera de coníferas, encoladas generalmente sólo en sus caras, y en algunas ocasiones también por sus cantos, de forma que las tablas de capas sucesivas sean perpendiculares entre sí, excepto en casos particulares con capas dobladas. Las tablas que componen cada capa del tablero deben estar clasificadas estructuralmente [13].

No es un producto nuevo en el mercado, ya que es habitual en Centroeuropa desde hace años, donde ha experimentado un crecimiento notable. Debido a nuestra falta de experiencia en su uso, y a la falta de normativa en materia constructiva, se presenta actualmente como un producto innovador con unas capacidades técnicas en materia de eficiencia energética (logrando fácilmente el estándar *Passiv House*), de industrialización y de sostenibilidad, que lo hacen idóneo para una construcción eficiente y sostenible.

Los productos innovadores, se encontraban y en algunos casos se encuentran con el hándicap de una ausencia de normativa para su uso y normalización, como en el caso del CLT, donde su inclusión en el mundo de la construcción se logra a través de DITE, elaborado mediante un procedimiento CUAP, consiguiendo así el marcado CE.

#### **3.2 Posibilidades del CLT**

Este producto presenta muchas posibilidades y ventajas en su utilización, que se podrían resumir en las siguientes:

- *Sistema constructivo prefabricado*; lo que permite llevar a cabo la construcción completa en taller, lo que permite un mayor control de costes, de tiempos de montaje y de seguridad en obra.
- *Sistema constructivo abierto y compatible con otros sistemas*; lo que aumenta notablemente el potencial de diseño.

- *Sostenible*; al fabricarse a partir de una materia prima renovable, biodegradable y ecológica, es una construcción muy sostenible que reduce las emisiones de CO<sub>2</sub> y debido a las propiedades de la madera produce también un ahorro energético de la edificación.
- *Comportamiento energético*; al tener la madera un comportamiento muy cercano a los aislantes térmicos, su comportamiento energético genera unas transmitancias bajas y la eliminación de los puentes térmicos.
- *Comportamiento frente al sismo*; presenta también un excelente comportamiento frente al sismo, lo que la hace idónea para zonas con este tipo de problemática.
- *Grandes posibilidades en rehabilitación*; por su ligereza y respuesta estructural, el CLT presenta grandes posibilidades en el sector de la rehabilitación, permite la colonización de sobrevuelos de edificios existentes, con un buen comportamiento estructural y una sobrecarga bastante menor que otros materiales como el acero o el hormigón [14].

### 3.3 Expansión del CLT

Desde el origen del CLT ha habido una gran evolución en la investigación sobre este producto y su utilización, lo que ha llevado a su extensión a otros territorios.

Desde sus orígenes en Austria, este material se ha ido extendiendo al resto de Europa, llegando a Francia, a Inglaterra e incluso a nuestro país, donde actualmente somos fabricantes, incluso, con maderas de nuestro propio país. Hay que decir que no en todos los países se ha extendido el uso de la misma forma, ya que en España por ejemplo está teniendo una entrada lenta debido a las trabas mencionadas anteriormente.

Actualmente además de en Europa podemos encontrar que se está investigando y utilizando en países como Australia, que lo ve como una posibilidad de minimizar el impacto que produce el sector de la construcción o la India, donde se investiga la fabricación de productos técnicos de madera a partir de madera del árbol del caucho (*Hevea brasiliensis*) [15] [16].

Los tableros de CLT tienen también un mercado potencial en Estados Unidos y Canadá, para edificios de media altura e incluso mayores, debido a sus grandes prestaciones estructurales y seguridad frente al fuego, por su capacidad de almacenar CO<sub>2</sub>, su ligereza y su origen prefabricado[17].

## 4 CONCLUSIONES

Debido a las posibilidades técnicas y ambientales de este material, se prevé que en aquellos países donde aún no es habitual como España, tenga una presencia futura relevante.

Es necesario que este tipo de sistemas estructurales superficiales cuenten con una regulación específica, tanto a nivel normativo en la construcción, como a nivel de normalización del producto. Al no tener norma específica, los ensayos de caracterización como en el caso de la durabilidad están penalizándolo, reduciendo sus posibilidades de uso, por lo que se debería impulsar la investigación de la durabilidad en países de clima mediterráneo.

Además, esta necesidad de regulación, para que los prescriptores tengan acceso a este tipo de productos, es necesaria formación específica que permita su utilización eliminando falsos tabúes.

Por último al igual que en otros países en España se debería promocionar este tipo de material mediante proyectos que a la vez que fomentan la construcción sostenible, aprovechan los recursos forestales del país favoreciendo así a un sector vulnerable.

## 5 AGRADECIMIENTOS

Los autores de este artículo agradecen al Dr. J.I Fernández-Golfín (INIA) la ayuda y el aporte científico-técnico recibido sobre la madera y su tecnología.

## 6 REFERENCIAS

- [1] M. Green, J.E. Karsh. *The case for tall wood buildings*. 2012.
- [2] F. Kniffen, H. Glassie. *Building in Wood in the Eastern United States: A Time-Place Perspective*. *Geographical Review*, Vol. 56, No. 1. (1966), pp. 40-66
- [3] J.L. Miguel de, et al. *Legislación y normativa de la utilización de la madera en la construcción*. I Jornadas Nacionales de la Madera en la Construcción, Madrid, Spain, 1985, pp. 11-16
- [4] F. Cassinello. *Construcción, carpintería*. Madrid: Editorial Rueda, 1973.
- [5] Directiva 89/106/CE (DOUE N° L 40/12). *Directiva del consejo relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre los productos de construcción*. 1988.
- [6] UNE-EN 1990. *Eurocódigos. Bases de cálculo de estructuras (A1:2010)*. 2003.
- [7] UNE-EN 1995-1-1. *Eurocódigo 5. Proyecto de estructuras de madera. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación*. 2006.
- [8] Real Decreto 314/2006 (BOE n° 74, 28/03/2006). *Código Técnico de la Edificación*". 2006.
- [9] Documento Básico SE-M. *Seguridad estructural. Madera*". 2009.
- [10] Reglamento (UE) N° 305/2011 (DOUE N° L 88/5). *Reglamento del parlamento europeo y del consejo por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción*". 2011.
- [11] *Pr EN 16351:2013 Timber structures - Cross laminated timber – Requirements*.
- [12] I. Oteiza, J. Galván, T. Cuervo. *Evolución en la innovación de productos de madera para la construcción. A través del análisis de los productos con DITE*. Jornadas Internacionales de Investigación en Construcción, Madrid, Spain, 2013, pp. 81.
- [13] J.E. Peraza, et al. *Guía de la madera*. Madrid: Editorial AITIM, 2014.
- [14] U. Viotto. *El tablero contralaminado: Actualidad de una alternativa para la media altura*. Tesina de Máster. Universidad Politécnica de Catalunya, Spain, 2013.
- [15] S. Lehmann. *Low carbon construction systems using prefabricated engineered solid Wood panels for urban infill to significantly reduce greenhouse gas emissions*. *Sustainable Cities and Society*, 6 (2013) 57-67.
- [16] Y. Nadir, P. Nagarajan. *The behavior of horizontally glued laminated beams using rubber Wood*. *Construction and Buildings Materials*, 55 (2014) 398-405.
- [17] R. McClung, H. Ge, J. Straube, J. Wang. *Hygrothermal performance of cross-laminated timber wall assemblies with built-in moisture: field measurements and simulations*. *Building and Environment*, 71 (2014) 95-110.