

## ANÁLISIS DE CERRAMIENTOS CONFORMADOS EN MADERAS CLT, PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

(ANALYSIS OF ENCLOSURES MADE OF CLT WOODS, FOR A SINGLE-FAMILY HOUSE)

Aparicio<sup>1</sup> y Acosta<sup>2</sup>

<sup>1</sup>José M. Aparicio L. MSc. En Administración Mención Gerencia General, UNELLEZ-San Carlos, Teléfono 0424-4197572, Email: [jmal.unellez@gmail.com](mailto:jmal.unellez@gmail.com)

<sup>2</sup>Alberto J. Acosta A. MSc. En Administración Mención Gerencia General, UNELLEZ-San Carlos, Teléfono 0412-8925946, Email: [alberto21138@gmail.com](mailto:alberto21138@gmail.com)

**Recibido:** 21/04/2022      **Aceptado:** 24/05/2022

### RESUMEN

La madera CLT no ha sido utilizada con frecuencia en nuestro país, el estudio de cerramientos conformados por madera contralaminada como elemento principal para la conformación de cerramientos se basa el siguiente artículo, teniendo como objetivo general, el estudio de los cerramientos que son conformados por madera (CLT) y su respuesta a los requerimientos estructurales y de comportamiento del material con respecto a la exigencias para las vivienda unifamiliar. El tipo de investigación es documentan, el nivel de estudio es descriptivo cualitativa, de diseño no experimental. La madera contralaminada es un elemento prefabricado compuesto por capas de tabloncillos de madera de aproximadamente 2-4 cm de espesor, apilados en sentido perpendicular unos de otros y encolados entre sí presionadas al vacío, Normalmente suele utilizarse un número impar de capas de paneles: entre 3 y 9 paneles, su comportamiento estructural se basa en la colocación bidireccional de tablas de madera garantiza mayor estabilidad y capacidad carga del panel, es posible determinar que no todas las capas de un panel, al que se le aplica una carga, trabajan de igual manera, incluso algunas de ellas apenas lo hacen y también cuentan con un gran ventaja a la hora de armar los cerramientos a la viviendas ya que los elementos de unión y anclaje son de fácil uso e instalación lo cual, permite una rápida construcción de cerramiento.

**Palabras claves:** Madera CLT, Eficiencia energética, Materiales de construcción.

### ABSTRACT

CLT wood has not been used frequently in our country, the study of enclosures made of cross-laminated wood as the main element for the conformation of enclosures is based on the following article, having as a general objective, the study of enclosures that are made of wood (CLT) and its response to the structural requirements and behavior of the material with respect to the requirements for single-family homes. The type of research is documented, the level of study is qualitative descriptive, non-experimental design. Cross-laminated timber is a prefabricated element made up of layers of wooden planks approximately 2-4 cm thick, stacked perpendicular to each other and glued together

under vacuum pressure. Normally an odd number of layers of panels is used: between 3 and 9 panels, their structural behavior is based on the bidirectional placement of wooden boards, guaranteeing greater stability and load capacity of the panel, it is possible to determine that not all the layers of a panel, to which a load is applied, work in the same way. Even some of them barely do it and they also have a great advantage when it comes to assembling the enclosures to the houses since the joining and anchoring elements are easy to use and install, which allows a rapid construction of the enclosure.

**Keywords:** CLT wood, Energy efficiency, Construction materials.

## INTRODUCCIÓN

Las construcciones se inician en la época Prehistórica con las primeras colonizaciones, y fue la madera de los primeros y principales materiales utilizados. Este es un material habitual, que cuenta con una evolución constante de tipo tecnológica, junto a las tipologías de construcción hasta nuestros tiempos.

Estas evoluciones de las construcciones con madera, iniciando a partir de estos métodos muy rudimentarios, han dirigido la creación de distintas técnicas. Realizando una corta reseña en el progreso de las construcciones con madera, se observa que los procesos de construcción europeos han generado cierta influencia en diferentes continentes, sobre todo el americano. En la actualidad podemos encontrar estas influencias europeas en los tipos sistemas constructivos basados en la madera, este puede ser el caso de

la madera contra laminada o CLT (Cross laminated timber).

La madera por ser un tipo de recurso abundante natural con características renovable, este es aprovechado en la mayoría de las naciones y empleada extensivamente de manera industrializada en las construcciones de viviendas. Los países más industrializados, utilizan desde hace muchas décadas la madera como un material para construcción, ya sea manera individual o en combinación con otros materiales.

Son muchos los motivos del abandono de las construcciones con madera en América y los países europeos. Las barreras que detienen su desarrollo a las escenas constructivas como material en algunas épocas, los desconocimientos prescriptivos, se encontraban las inexistencias de normativas. En el año de 1985, al estudiarse las normativas existentes en esas fechas, se consideraban que las

situaciones se podían resumir en dos palabras “NO EXISTEN”.

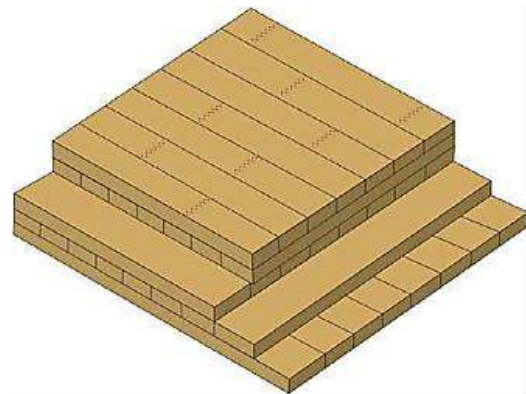
La llegada del acero y el concreto armado pretensado, ayudaron a sustituir a la madera en sus funciones de tipo estructural, generando muchas ventajas en las áreas económicas y constructivas, hasta el punto de llegar prácticamente prohibir la utilización de los elementos estructurales basados en la madera en las viviendas desarrolladas en planes de muchos países.

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### Madera contralaminada (CLT)

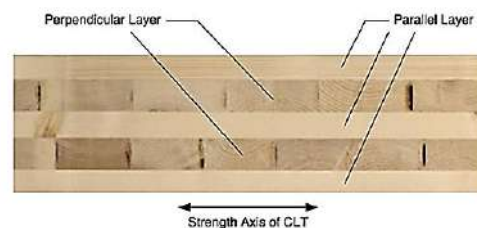
El CLT es un material que disminuye el comportamiento heterogéneo y anisótropo de la madera, obteniendo una mayor homogeneidad y estabilidad proyectar sin ningún tipo de restricciones en sus medidas, con un comportamiento usualmente bidireccional. La lámina está conformada por lo menos por 3 capas de tabloncillos de maderas de coníferas, pegadas solamente en sus caras, y en ciertas oportunidades también en los cantos, de manera que las tablas de diversas capas continuadas sean perpendiculares entre ellas, excepto en los casos muy particulares que se cuentan con capas dobladas. Todas las

tablas que conforman cada capa cada uno de los tableros deben ser clasificadas estructuralmente.



**Figura 1:** Esquema de la conformación de las capas del CLT.

**Fuente:** AITIM.



**Figura 2:** Sección transversal de un panel de CLT de cinco capas.

**Fuente:** AITIM.

### Cerramiento de vivienda

Los cerramientos son superficies envolventes que tienden a delimitar y condicionar los espacios de una vivienda tapando o cerrando las aberturas de los espacios para impedir el paso del aire y la luz y en la parte arquitectónica permite delimitar y separar los espacios de las viviendas.

### Características de las láminas CLT

La madera contralaminada (CLT), presenta grades características y

ventajas en su manejo, que se pudieran simplificar en las siguientes:

- **Sistema constructivo prefabricado;** este consiente llevar a cabo la elaboración y construcción en su totalidad en taller, lo que genera un mejor control de costos, en los tiempos de ensamblaje y de seguridad en obra.
- **Sistema construcción abierta y compatible con otros sistemas;** este genera un aumento muy notable en el potencial de los diseños. **Sostenible;** se establece al elaborarse bajo unas materias primas renovables, ecológica y biodegradable, que permite realizar una construcción sostenible que disminuye las posibles emisiones de CO<sub>2</sub> y también debido a las diversas propiedades que tiene madera genera también un gran ahorro energético de las edificaciones.
- **Comportamiento energético;** la madera posee ciertos comportamientos muy similares a los aislantes térmicos, su conducta energética genera unas transmisibilidades bajas y la supresión de los puentes térmicos.
- **Comportamiento frente al sismo;** también se cuenta un gran comportamiento con respecto a los movimientos telúricos, lo cual la hace

muy idónea para zonas con esta problemática.

- **Posibilidades en rehabilitación;** Cuenta con una gran ligereza y respuesta de tipo estructural, el CLT también muestra grandes posibilidades en los sectores de las rehabilitaciones, también permite las adiciones de los edificaciones ya existentes, generando una buena conducta estructural y menos sobrecarga en comparación con materiales como es acero o el concreto.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Tipo, diseño y nivel de la investigación**

El tipo de investigación es cualitativa, documental, el diseño no experimental, que según Hernández, Fernández y Baptista (2010) se fundamenta en la observación del fenómeno tal como ocurre en la naturaleza, sin la manipulación de las variables, además por su prolongación en el tiempo es una investigación de corte transversal. El nivel del estudio es descriptivo, ya que busca conocer las características, propiedades, rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice (Hernández y otros, ob. cit), y evaluativo por comparar y analizar los resultados.

### Unidad de estudio

Comprende el análisis de estudio construido con cerramiento de viviendas con madera (CLT).

#### Conformación del Panel

Contralaminado para cerramiento

### Fases de la investigación

El procedimiento realizado para dar cumplimiento al objetivo de la investigación fue el siguiente:

#### Fase I. Análisis de la conformación del panel:

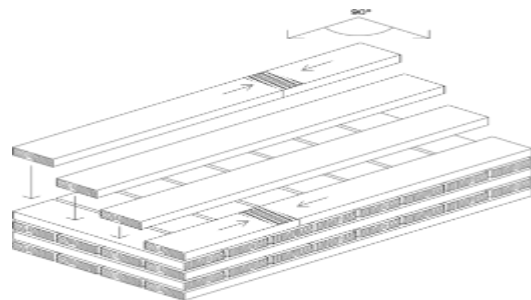
La madera contralaminada, conocida con las siglas **CLT**, aunque también denominada 'X-Lam' ('Cross-Lam'), es un sistema prefabricado compuesto por capas de tablonces de madera de aproximadamente 2-4 cm de espesor, apilados en sentido **perpendicular** unos de otros y **encolados** entre sí presionadas al vacío. Normalmente suele utilizarse un número impar de capas de paneles: entre 3 y 9 paneles.

En el proceso de elaboración, se lleva a cabo una clasificación mecánica y visual de los tablonces utilizados. Todo aquel **defecto** de la madera que pueda afectar a la rigidez y estabilidad del producto final, como, por ejemplo, nudos, fendas o hendiduras se tienen en

cuenta para determinar la **clase resistente** del panel.

Para alcanzar la longitud final del producto deseado, estos tablonces, tras ser recortados, se empalman entre sí y son secados en un horno hasta alcanzar un contenido de humedad de entre 10-14% permitiendo mejorar posteriormente su capacidad de adhesión y reduciendo variaciones dimensionales y posibles roturas o grietas superficiales.

Como ventaja con respecto a otros productos industrializados de madera laminada, el CLT coloca sus capas en sentido perpendicular de manera que sus vetas se encuentran cruzadas. Esto permite minimizar las deformaciones de hinchazón o merma por variación de humedad en el plano del panel. Además, aporta al sistema una alta estabilidad dimensional y su elaboración colocando capas bidireccionales genera un efecto bidimensional en el trabajo estructural.



**Figura 3.** 'Esquema de elaboración de un panel CLT'

**Fuente:** 100 UK CLT Buildings

## Fase II. Análisis del Comportamiento estructural del CLT:

Los tablones del panel (*'in-plane'*) soportan los esfuerzos de cizalladura y transmiten la carga al resto de elementos estructurales; cuando la carga actúa perpendicularmente al plano del panel (*'out-of-plane'*) este actúa como una losa que trabaja a flexión

El sistema responde satisfactoriamente en ambos casos. Aunque, si la carga perpendicular al panel es elevada, como ocurre, por ejemplo, en el punto de encuentro de tabiques portantes sobre el forjado; el esfuerzo de compresión puede generar deformaciones. Además, los apoyos puntuales a compresión de columnas o pilares pueden generar punzonamiento sobre el panel horizontal.

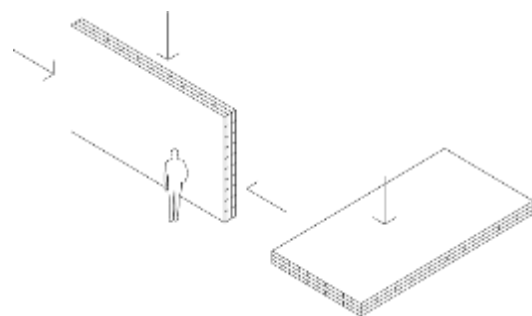
En los lugares donde los esfuerzos a compresión tienden a ser altos como, por ejemplo, ocurre en las plantas bajas de los edificios se recomienda el refuerzo del CLT con otros elementos auxiliares como tornillos metálicos, tacos y cilindros de madera o rellenos de hormigón o mortero.

La colocación bidireccional de tablas de madera en el CLT garantiza mayor estabilidad y capacidad estructural. Sin embargo, es posible determinar que no

todas las capas de un panel, al que se le aplica una carga, trabajan de igual manera, incluso algunas de ellas apenas lo hacen.

El uso redundante de la madera en el CLT garantiza mayor sección al conjunto evitando deformaciones y roturas frente apoyos puntuales, mejorando su capacidad térmica, acústica y frente a incendios. Por este motivo, es posible la combinación de especies de madera de diferente calidad; siempre y cuando sean las de menor valor aquellas que se encuentren en las capas interiores del panel.

El comportamiento bidireccional de un panel afecta al comportamiento del conjunto estructural del edificio: las características del panel y la madera, así como el de sus uniones, aportan mayor flexibilidad y absorben la energía de vibraciones y cargas variables que afectan al edificio como las de viento o incluso terremotos.



**Figura 4.** 'Acciones "In-plane" (izquierda) y "Out-of-plane" (derecha)'  
**Fuente:** 100 UK CLT Buildings

### Fase III. Descripción Conexiones estructurales de los paneles CLT.

Para el ensamblaje de la estructura paneles se utilizan paneles de 120x60mm se utilizan conexiones de los tipos Brackets, Hold-Down y los tipos paneles CLT a tres, tomando en cuenta eso se realiza el estudio que tiende a contemplar diferentes casos, con variaciones en la calidad de los suelos, así como las diversas aceleraciones basales en los suelos donde se encuentra fundada las estructuras (zonas sísmicas).



Imagen 1. Conectores tipo Hold-Down.  
Fuente: Rothoblass.



Imagen 2. Conectores tipo Brackets.  
Fuente: Rothoblass.

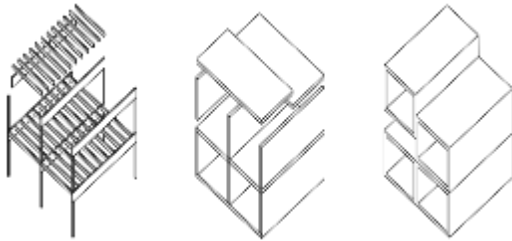
### Fase IV. Análisis de la modulación.

La construcción prefabricada en plano puede desarrollarse en fábrica hasta obtener como resultado una **construcción modular**: un sistema compuesto por forjado y techo junto con sus muros perimetrales. Directamente a obra, llegan resueltos todo tipo de uniones y puntos singulares, superficies interiores e incluso instalaciones.

El principal inconveniente es la limitación que existe en relación a la dimensión final del producto muy ligado a las condiciones del **transporte**. Empleando los medios estandarizados, las dimensiones máximas son de 13,50m de largo y 3,50m de ancho. Aunque puede darse la posibilidad de combinar módulos que permitan soluciones más complejas.

La alta precisión de este sistema permite que cada módulo llegue perfectamente acabado a obra, y sea colocado uno a uno mediante grúa. Resulta importante destacar la necesidad de núcleos de comunicación vertical de hormigón o acero, e, incluso, fachadas de mayor peso, con el objetivo de **arriostrar** los módulos que quedan apilados uno sobre otro, garantizando así una mayor estabilidad del conjunto

frente a acciones como el viento o movimientos sísmicos.



**Figura 5.** ‘Esquemas Entramado Ligero (izquierda) – Panel CLT (centro) – Panel CLT en módulos (derecha)’

**Fuente:** MANUAL Multi-storey Timber Construction

### CONCLUSIONES

La utilización de materiales reutilizables y sostenibles, permiten disminuir el impacto medio-ambiental. Está en comparación con los casos de construcciones convencionales, los datos de los paneles CLT nos permiten aseverar que el impacto relacionado con la energía usada en su ciclo de vida, puede minimizar cerca de un tercio de los convencionales se habla de cubiertas o revestimiento sanitario.

Se debe tomar en cuenta que las láminas están formada por un sistema prefabricado compuesto por capas de tablones de madera de aproximadamente 2-4 cm de espesor, apilados en sentido perpendicular unos de otros y encolados entre sí presionadas al vacío. Normalmente

suele utilizarse un número impar de capas de paneles: entre 3 y 9 paneles.

También se debe tomar en cuenta su colocación de forma bidireccional de las tablas de madera en el CLT garantizan una mayor estabilidad y capacidad estructural. Sin embargo, es posible determinar que no todas las capas de un panel, al que se le aplica una carga, trabajan de igual manera, incluso algunas de ellas apenas lo hacen y también cuentan con un gran ventaja a la hora de armar los cerramientos a la viviendas ya que los elementos de unión y anclaje son de fácil uso e instalación lo cual, permite una rápida construcción de cerramiento.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrahamsen, R. B. y K. A. Malo (2014). *Structural design and assembly of “treet”-a 14-storey timber residential building in norway*. En: World Conference On Timber Engineering 2014, pág. 8 (vid. pág. 81).
- Aicher, S. y G. Dill-Langer (1997). *Climate induced stresses perpendicular to the grain in glulam*. Otto Graf Journal 8, págs. 209-231 (vid. pág. 90).
- Allue, J. (1966). *Subregiones fitoclimáticas de España*. Instituto Forestal de INV. y Exp. Madrid (vid. pág. 105).
- Álvarez, H. y J. Fernández-Golfín (1996). *Humedad de la madera en*



*la construcción: valores recomendados y riesgo de cambio dimensional.* España. Centro de Investigación forestal. CIFORINIA. AITIM 182, págs. 65-71 (vid. págs. 33, 38, 128).

Basterra Otero, Luis-Alfonso; *Construcción de estructuras de madera*; Valladolid: Secretariado de Publicaciones e Intercambio Editorial [etc.], 2012

De Miguel, J. (1985). *Legislación y normativa de la utilización de la madera en la construcción.* En: Actas de las I Jornadas Nacionales de la Madera en la Construcción. Agrupación Nacional de Constructores de Obras (ANCOP) (vid. pág. 85).

Peraza Sánchez y Fernando (2014). *Guía de la madera. II, Construcción y estructuras*; Alcobendas; AITIM, D. L.