

## TABLEROS CONTRALAMINADOS

### DEFINICIÓN

Tablero estructural 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. Todas las tablas que componen cada capa del tablero deben estar clasificadas estructuralmente.

En español se denominan con las siglas TCL, tableros contralaminados, en inglés "Cross Laminated Timber, CLT o X Lam, en francés Panneaux de Bois Massif y en alemán como Brettsperrholz (BSP).

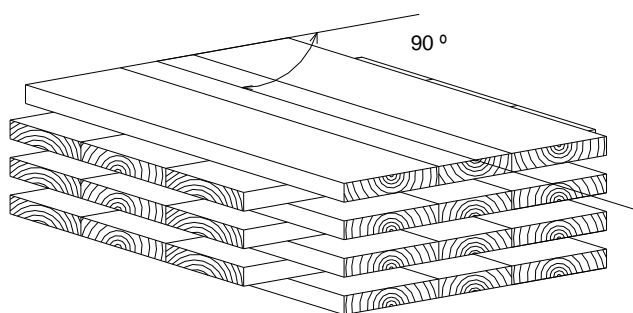


Figura Composición de un panel contralaminado.

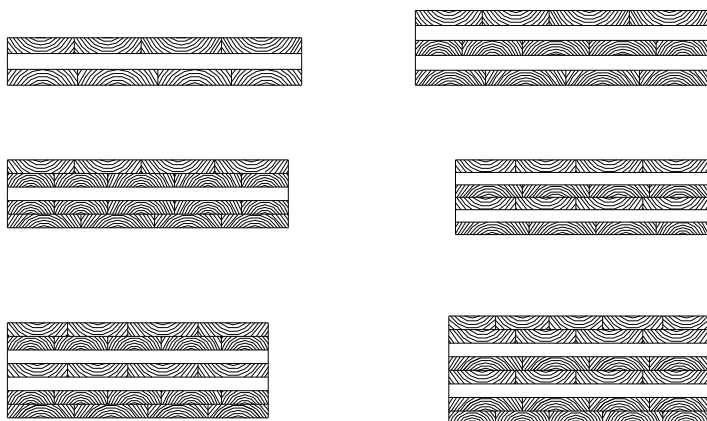


Figura. Diferentes composiciones de capas, algunas de tablas dobladas.

Los tableros contralaminados se diferencian de los tableros de madera maciza de tipo alistonado o tricapa (SWP, solid wood panels) por sus dimensiones muy superiores, tanto en espesor como en longitud, lo que implica técnicas de fabricación diferentes, y unas prestaciones estructurales diferentes.

## APLICACIONES

Su uso está limitado a clases de servicio 1 y 2. Su principal ventaja reside en que resuelven mejor en muchos casos la triple función arquitectónica: estructural (con una mayor continuidad en la transmisión de las cargas), aislamiento térmico y aislamiento acústico (debido a su mayor espesor).

Se utilizan como forjados, muros y cubiertas en construcciones tanto de sólo madera como de estructura mixta. Por sus cualidades resistentes pueden utilizarse en edificios de todo tipo (desde viviendas hasta construcciones industriales, pasando por edificios administrativos, educacionales, etc.) pero por sus luces moderadas y alturas son especialmente adecuadas para viviendas y edificios educativos (si bien se han llegado a construir edificios de viviendas de hasta 9 plantas).

La construcción a base de tableros contralaminados ha encontrado un uso interesante en zonas sísmicas según los resultados de ciertos estudios de laboratorio realizados con edificios a escala real. Otra aplicación donde pueden alcanzar un gran desarrollo es en la rehabilitación.

Su cálculo y diseño requiere la intervención de calculistas especializados en madera. También es posible obtener asistencia técnica y tablas de predimensionado por parte del fabricante de los tableros contralaminados previamente al suministro de las piezas.

## TIPOS

Los tableros contralaminados se diferencian:

- a) por la especie de madera y las propiedades mecánicas de las tablas empleadas.
- b) por el número de capas y por el grosor total.

En el mercado se denominan y marcan haciendo mención a ambos parámetros. La presencia de capas dobles constituye una denominación suplementaria. El número de capas más habituales es de 3, 5 y 7 y excepcionalmente 9, 13 y 15.

- c) por la orientación de la capa exterior.

- perpendicular a la dirección longitudinal del tablero: se emplean principalmente en tabiques.
- paralela a la dirección longitudinal del tablero: se emplean principalmente en forjados porque trabajan mejor a flexión, y en muros.

- d) por el aspecto de las caras vistas y las capas interiores, siendo cada fabricante el que define sus características ya que no está normalizado.

## MATERIALES

### Madera aserrada estructural en forma de tablas

Normalmente se utilizan tablas de madera aserrada de coníferas clasificadas estructuralmente: píceas (*Picea spp.*), pino (*Pinus spp.*), abeto (*Abies spp.*) o alerce (*Larix spp.*), siendo la píceas (*Picea abies* (L) Karst.) la especie más utilizada.

La madera empleada debe estar seca y clasificada estructuralmente, aunque se admite que un pequeño porcentaje de tablas por capa no cumplan la clasificación.

Las tablas de cada capa o bien son enterizas o bien se unen longitudinalmente mediante empalme dentado, no estando permitidas las uniones a tope por la discontinuidad estructural que producirían. El espesor de las tablas de cada capa varía según cada fabricante, desde 10 hasta 45 mm. La anchura de tabla puede estar comprendida entre 60 y 240 mm, de forma que el ratio anchura / espesor, sea superior a 4.

### **Adhesivos**

Se pueden utilizar adhesivos estructurales certificados de los siguientes tipos:

- fenólicos y aminoplásticos.
- poliuretanos de un componente.
- emulsiones de polímeros de isocianato.

### **DIMENSIONES**

Normalmente se fabrica a medida. Las piezas se encargan a fábrica con un grosor y una forma determinada (incluso con la mecanización de sus bordes, canalizaciones para el paso de instalaciones y huecos), con la única limitación de las dimensiones de transporte:

- longitud: máxima de 15 a 25 metros.
- anchura: hasta 5 m.
- espesor: hasta 500 mm.

En la práctica las dimensiones de los elementos constructivos de tableros contralaminado son muy parecidas a las de la construcción tradicional (ladrillo y hormigón armado):

- forjados: grosores de 190 a 250 mm
- techos: grosores de 57 a 190 mm
- muros: grosores de 120 a 180 mm
- tabiques: 78 a 96 mm
- cubiertas: 200 a 240 mm

### **PROPIEDADES**

#### **Contenido de humedad**

Se fabrican con un contenido de humedad de  $12 \pm 2$  %.

#### **Densidad**

Depende de las especies de madera utilizadas, la habitual es una densidad media de 450 – 500 kg/m<sup>3</sup>, que es la correspondiente a la mayoría de las coníferas.

#### **Estabilidad dimensional**

Debido a su constitución de láminas cruzadas su estabilidad dimensional mejora respecto a la madera maciza si bien se puede manifestar una vez instalada, aperturas de juntas laterales entre las tablas.

#### **Acabados**

Se pueden suministrar con diversas calidades estéticas de acabado, en general se fabrican como madera cruda para revestir en obra, cepillados en calidad vista industrial y calidad vista residencial; pudiendo recubrirse con otros tableros y revestimientos (normalmente tablero de cartón-yeso).

---

#### **ÁREA TÉCNICA - AITIM - MADERA**

#### **PRODUCTOS ESTRUCTURALES Y CONSTRUCCIÓN EN MADERA - Tableros Contralaminados**

**Fecha actualización: 15 de Junio de 2015**

**Página 3 de 7**

## **Mecanizados**

Los tableros suelen estar mecanizados en distintas partes:

- en sus cantos, para mejorar las juntas estructurales.
- en su cara (huecos de ventanas y puertas o inclinaciones para formar pendientes).
- en su interior (canalizaciones para pasos de electricidad, tuberías, etc.).

## **Resistencia mecánica y estabilidad**

La documentación de referencia para la evaluación de este producto debe incluir las siguientes propiedades:

### **- Acciones mecánicas perpendiculares al panel contralaminado:**

- Módulo de elasticidad paralelo.
- Módulo cortante paralelo.
- Resistencia a flexión perpendicular.
- Resistencia a tracción perpendicular.
- Resistencia a compresión perpendicular.
- Resistencia a cortante paralelo.

### **- Acciones mecánicas paralelas al panel contralaminado:**

- Módulo de elasticidad paralelo.
- Módulo Cortante paralelo.
- Resistencia a flexión paralela.
- Resistencia a tracción paralela.
- Resistencia a compresión paralela y concentrada.
- Resistencia a cortante paralelo.

## **Reacción al fuego**

De acuerdo con la Decisión de la Comisión 2003/43/EC y con lo especificado en el último borrador de su norma armonizada se clasifican sin necesidad de ensayar como:

- D-s2, d0, para muros y techos.
- D<sub>FL</sub>-s1, para suelos.

Esta reacción al fuego se puede mejorar con la aplicación de tratamientos retardadores del fuego en la madera, en cuyo caso el fabricante tiene que aportar el informe de ensayo correspondiente y la clasificación realizada de acuerdo con las normas UNE-EN 13501-1.

## **Resistencia al fuego**

El último borrador de su norma armonizada menciona que se puede calcular de forma teórica a través de la resistencia al fuego de sus componentes o mediante ensayo normalizado.

Por otra parte al tratarse de tableros de madera maciza se puede calcular de acuerdo con las indicaciones del Eurocódigo 5 (UNE EN 1995-1-2) o el DB SI siguiendo un modelo de cálculo para secciones compuestas teniendo en cuenta como se carboniza.

## **Higiene, salud y medio ambiente**

Al ser un sistema masivo a base de madera, permite el intercambio de vapor de agua con el interior, independientemente de que se limite éste por razones de durabilidad o de aislamiento térmico.

**- Resistencia a la difusión del vapor de agua ( $\mu = r_v$ )**

Se determina mediante ensayo de acuerdo con la norma UNE-EN 12524.

**- Estanquidad al agua**

Esta propiedad no se considera relevante para este tipo de tableros ya que esta función la desempeñan otros materiales específicos que forman el muro de fachada o la cubierta del edificio.

**- Emisión de sustancias peligrosas**

*Emisión de Formaldehído*

En el último borrador de su norma armonizada, que recoge las mismas especificaciones de la madera laminada encolada, se especifican las clases E1 y E2 obtenidas de acuerdo con la norma UNE-EN 717-1.

*Otras sustancias*

Cuando se realicen tratamientos de la madera con productos biocidas o productos retardantes del fuego, han de declararse los tratamientos realizados y el cumplimiento de la legislación vigente de cada país.

**Aislamiento o protección frente a las radiaciones**

Cuando estos tableros se usan como único elemento constructivo, el edificio funcionaría teóricamente como una caja de Faraday por lo que algunos fabricantes resaltan su aislamiento o protección frente a las radiaciones electromagnéticas de cualquier origen.

**Aislamiento acústico a ruido aéreo**

No se dispone de datos. Los fabricantes aportan soluciones constructivas concretas para muros de fachada y forjados a base de elementos tipo sándwich con sus respectivos resultados de ensayo.

**Aislamiento acústico a ruido de impacto**

Puede asimilarse a la madera maciza, la cual transmite bien las ondas acústicas, por lo que su comportamiento no es especialmente bueno. En su caso se puede determinar de acuerdo con las normas EN ISO 140-6 y EN ISO 717-2.

**Absorción acústica**

No se dispone de datos, pero es similar a la madera maciza o a los tableros de madera maciza. Al no disponer de poros abiertos no es un buen absorbente acústico. En su caso se determinará de acuerdo con la norma UNE-EN 2.0354 A1.

**Permeabilidad al aire**

Debido a la estructura cruzada de sus caras los tableros de más de 5 capas y los de 3 capas con espesores de capa iguales o superiores a 30 mm son en si mismos estancos al aire, si bien su punto débil, en este aspecto, lo constituyen las juntas que salvo que lleven sistemas de sellado especial no se suelen considerar estancas al aire. La permeabilidad al aire de las juntas entre tableros se determinará de acuerdo con la norma UNE-EN 12114.

### **Resistencia térmica**

Es equivalente a la madera maciza con una  $R = 0,13 \text{ Kcal/mh } ^\circ\text{C} = 0,13 \text{ W/ (m}\cdot\text{K)}$  según la norma UNE EN 12.524.

### **Inercia térmica**

Es similar a la de la madera maciza de la que está formada. Se pueden tomar los datos de la norma UNE EN 12.524,  $C_p = 1.600 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$

### **Durabilidad**

El uso de estos paneles está permitido en las clases de servicio 1 y 2. Si los elementos se emplean como elementos de construcción exteriores deberán contar con una protección adicional y permanente contra agentes degradantes.

## **MARCAS DE CALIDAD**

### **Sello de Calidad AITIM**

Es un sello que se refiere exclusivamente a la calidad del encolado y al control de fabricación que permitan garantizar que el producto cumpla los aspectos y las propiedades especificados por el fabricante. Se utilizan como referencia las normas de rango europeo específicas para productos encolados estructurales similares a este (principalmente madera laminada encolada y tableros).

Las propiedades especificadas por el fabricante deben hacer referencia a los Requisitos definidos en el Reglamento Europeo de Productos de Construcción y estar recogidas en un documento emitido por un Organismo Notificado.

La certificación se materializa mediante el seguimiento de las empresas, con visitas de inspección a la fábrica, evaluación de sus controles internos de calidad, toma de muestras, ensayos externos periódicos y verificación de documentación de suministro.

### **Sello MPA Stuttgart, Otto-Graf-Institut (FMPE)**

Este sello tiene el mismo enfoque que el Sello de Calidad AITIM pero está basado en requisitos propios cercanos a la normativa nacional alemana de construcción con madera y control de encolados.

## **ALMACENAJE, TRANSPORTE Y ACOPIO EN OBRA**

### **Almacenaje en fábrica**

Se marcan y codifican en fábrica, señalando la ubicación de los tableros en obra (forjados, muros o cubiertas) y la dirección de sus cantos y bordes para facilitar su almacenaje e instalación. Normalmente las piezas salen de fábrica con mecanizados o herrajes donde ajustar los elementos de cuelgue que faciliten el transporte.

### **Transporte**

Se transportan por carretera en trailers con una longitud máxima de unos 13,5 m. Para longitudes superiores se debe estudiar para cada caso concreto la utilización de medios de transporte especiales o específicos.

---

### **ÁREA TÉCNICA - AITIM - MADERA**

### **PRODUCTOS ESTRUCTURALES Y CONSTRUCCIÓN EN MADERA - Tableros Contralaminados**

**Fecha actualización: 15 de Junio de 2015**

**Página 6 de 7**



Los tableros deben protegerse contra la lluvia directa durante el transporte y ensamblaje, pudiendo recubrirse mediante una lámina plástica, lona plastificada o procedimiento similar, especialmente en aquellos elementos que van a quedar vistos (si bien un humedecimiento temporal no disminuye las prestaciones técnicas del material).

Debido a sus dimensiones y peso es necesario prever los medios adecuados de descarga y manipulación.

### **Acopio en obra**

Debido al tamaño y peso de las piezas se debe organizar un acopio delimitado con caminos de acceso perfectamente compactados para el tránsito. El acopio se realizará en posición horizontal sobre rastreles elevados o espaciadores que faciliten su izado. Lo más frecuente es acopiar en la propia losa de cimentación para minimizar los movimientos. Es necesario prever los movimientos de las piezas para asegurar el suficiente espacio de maniobra necesario para su izado e instalación. Si se dispone de poco espacio lo más recomendable es programar varios envíos según el avance esperado de los trabajos.

### **PRODUCTOS FINALES**

En los catálogos de los fabricantes se incluyen soluciones finales para muros exteriores, muros o tabiques interiores, forjados en los que se detalla:

- Composición. En función del elemento final pueden incorporar: revestimientos interiores y exteriores de madera maciza, materiales aislantes (lana de roca, fibras de madera, etc.), cámara de ventilación, tableros de yeso, membranas de vapor de agua, etc.
- Reacción al fuego: A, B1, B2 o D.
- Resistencia al Fuego: se pueden alcanzar valores de REI de 30, 60 y 90 minutos
- Aislamiento Térmico:  $U =$  desde 0,16 a 0,51 W/m<sup>2</sup>·k
- Aislamiento Acústico:  $R_w (C; C_{tr}) =$  desde 33 (-1; -4) a 60 (-3; -9) dB
- Aislamiento Acústico – suelos  $L_{n,w} (C_t) =$  48 dB

### **MÁS INFORMACIÓN**

Publicaciones de AITIM - [www.aitim.es](http://www.aitim.es)

- Guía de la Madera: Tomo II - Productos estructurales y Construcción en madera.
- Diseño Estructural en madera.
- Estructuras de madera: Diseño y Cálculo.
- Manual de clasificación de madera.
- Uniones metálicas en estructuras de madera.

Pliego condiciones – [www.aitim.es](http://www.aitim.es)