

CATÁLOGO  
TÉCNICO  
CLT MADERA  
CONTRALAMINADA





1

# ÍNDICE

04

## ARAUCO

EN UNA MIRADA



2

8

## HILAM

¿QUÉ HACEMOS?

¿POR QUÉ LO HACEMOS?

¿CÓMO LO HACEMOS?



3

16

## CLT HILAM

MADERA CONTRALAMINADA

USOS

ESPECIFICACIONES

TÉCNICAS





4

42

## CÓMO SE USA

ELEMENTOS DE UNIÓN  
CONSIDERACIONES  
GENERALES DE INSTALACIÓN



5

68

## TRANSPORTE Y MONTAJE

TRANSPORTE  
DESCARGA EN OBRA



6

74

## SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS HILAM

**arauco®**

01

A close-up photograph of a person's hand gently touching a tree trunk covered in vibrant green moss. The background is softly blurred, showing more of the forest. A semi-transparent dark grey box with a white border is overlaid on the image, containing text.

## **Renovables para una vida mejor**

La protección de los ecosistemas es nuestra prioridad. Para ello trabajamos en el cuidado de la biodiversidad, la puesta en valor del bosque nativo, la investigación y la generación de conocimiento científico.

# arauco

Desde la naturaleza  
y lo renovable,  
contribuimos  
al bienestar de las  
personas y el planeta



## Nuestro Sello

Certificación por manejo responsable de bosques FSC/PEFC



Nuestros bosques se gestionan de manera sostenible, respetando los ciclos de crecimiento del árbol.

Hacemos un uso integral del bosque



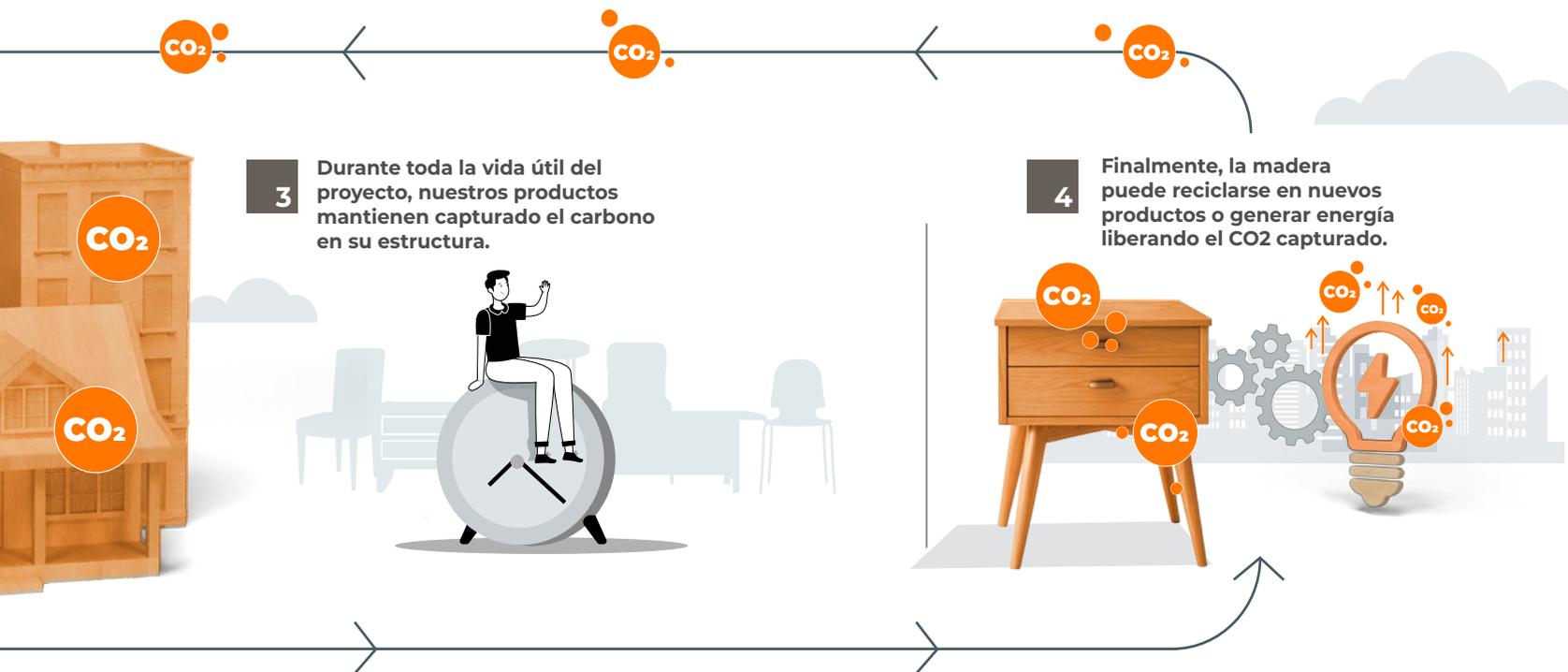
Generamos energía de biomasa (ramas, corteza, aserrín, lignina) para autoabastecernos e inyectar al sistema.



Producimos celulosa y pulpa textil, utilizadas para papel, embalaje, pañales y fibrocemento entre otros.



Producimos madera, madera de ingeniería, tableros y molduras, usados en mueblería, construcción y embalaje.



Somos una Empresa Global con un alto enfoque hacia la sustentabilidad



**3.880 clientes**  
Presencia en 5 continentes.

Primera Empresa Forestal certificada Carbono Neutral en el mundo.

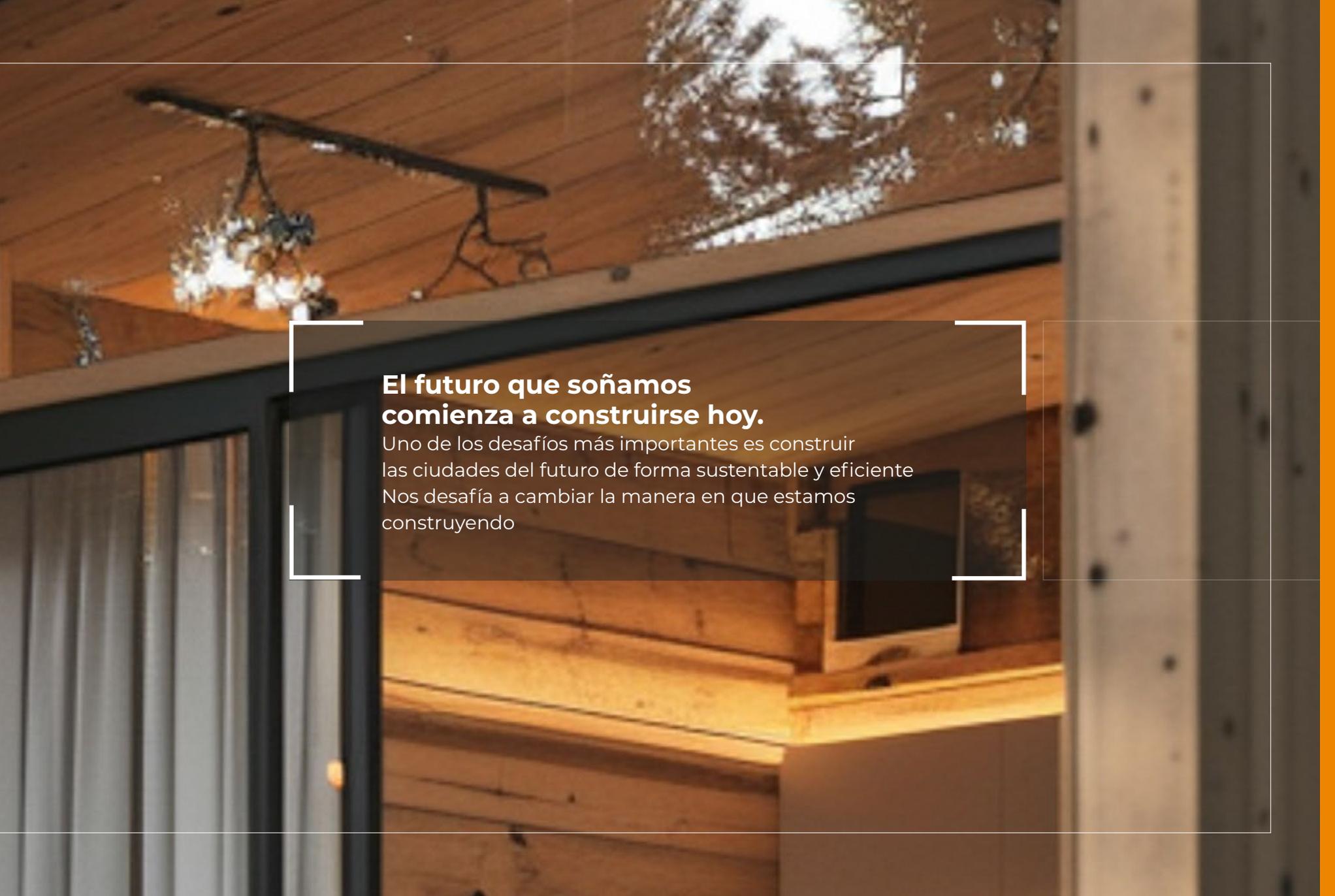
Conoce nuestra estrategia de sustentabilidad y todas las acciones en nuestro reporte de sustentabilidad.



Ver reporte



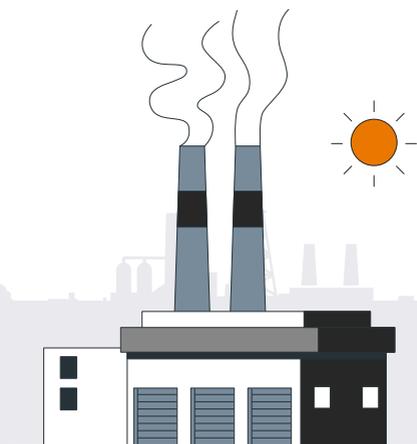
02



**El futuro que soñamos  
comienza a construirse hoy.**

Uno de los desafíos más importantes es construir las ciudades del futuro de forma sustentable y eficiente. Nos desafía a cambiar la manera en que estamos construyendo.

# Problemática actual de la industria de la construcción



## Emisiones de GEI

La industria de la construcción es responsable del **40% de las emisiones de GEI** y el uso de los materiales tradicionales representan el 13% de las emisiones globales de GEI.



## Residuos sólidos

El **35% de los residuos sólidos** en el mundo están vinculados a la industria de la construcción.



## Alta accidentabilidad:

En 2022 en Chile, el 12,9% del total de accidentes y el **18,5% de los accidentes** con resultado de muerte se **originaron en la construcción**.



## El Impacto generado por el ruido

El año 2022 por las faenas de construcción, hizo que fuera la actividad económica con más **denuncias por ruidos molestos**.

## Baja productividad y poca innovación

Mano de obra poco calificada y comprometida



Menores rendimientos y certezas



Rentabilidad menor a la esperada

Baja calidad y peores condiciones laborales



Mayores costos y mayor riesgo



Presión sobre los costos





La madera masiva es una respuesta eficaz a este desafío, son productos de origen renovable, de alto estándar estructural y con una estética incomparable.



# Derribando mitos de la madera

Hoy contamos con el **conocimiento y la tecnología para que más diseñadores y constructoras adopten la construcción en madera**, pero es un cambio importante de paradigma

## Conocimiento disponible

Disponibilidad creciente de arquitectos, ingenieros y constructores especializados en el trabajo con madera

## Diseños eficientes y seguros

Información disponible para el diseño estructural, sísmico, térmico, acústico y de resistencia al fuego

## Percepción

La madera es apreciada por su valor estético y por los beneficios que produce habitar en edificaciones en madera

## Certeza

La experiencia acumulada del negocio muestra que el sistema es competitivo y la industrialización resulta ahorro en los tiempos de construcción



# Nuestra oferta

Ofrecemos los mejores productos en Madera Masiva con distintos niveles de valor agregado, que permitirán hacer una mejor construcción, todo con el respaldo de Arauco.

## Proyectos mecanizados Asesoría técnica

Te acompañamos en el desarrollo de tu proyecto

### Estudio y validación técnica

En esta etapa, analizamos y validamos técnicamente tu idea y buscamos la mejor combinación de tipologías para hacer el proyecto más eficiente. Además, generamos una cotización referencial para que puedas tomar una decisión informada antes de avanzar.

- Cubicación
- Factibilidad de transporte
- Plazos

### Modelado BIM 3D

Generamos un modelo 3D preciso del proyecto basado en los proyectos de arquitectura y cálculo, garantiza que cada componente esté perfectamente diseñado antes de proceder a las siguientes etapas de fabricación y ensamblaje

- Modelo BIM y Cadwork
- Cubicación final
- Cotización del transporte
- Planos y secuencia de montaje



### **Fabricación y coordinación logística**

Utilizando el modelo BIM 3D creado en la etapa anterior, fabricamos los componentes de tu proyecto, los mecanizamos utilizando tecnología CNC de última generación y coordinamos la logística para asegurar entrega e instalación eficientes.

- **Producción de los componentes de MLE y CLT**
- **Mecanización CNC de las piezas**
- **Aplicación de los tratamientos de protección**
- **Despacho según secuencia de montaje**

### **Proyectos prediseñados**

**Proyectos optimizados, para soluciones rápidas y eficientes**

Portafolio de proyectos, desarrollados por oficinas y arquitectos, que pueden ajustarse a tu requerimiento

### **Elementos estándar y dimensionados**

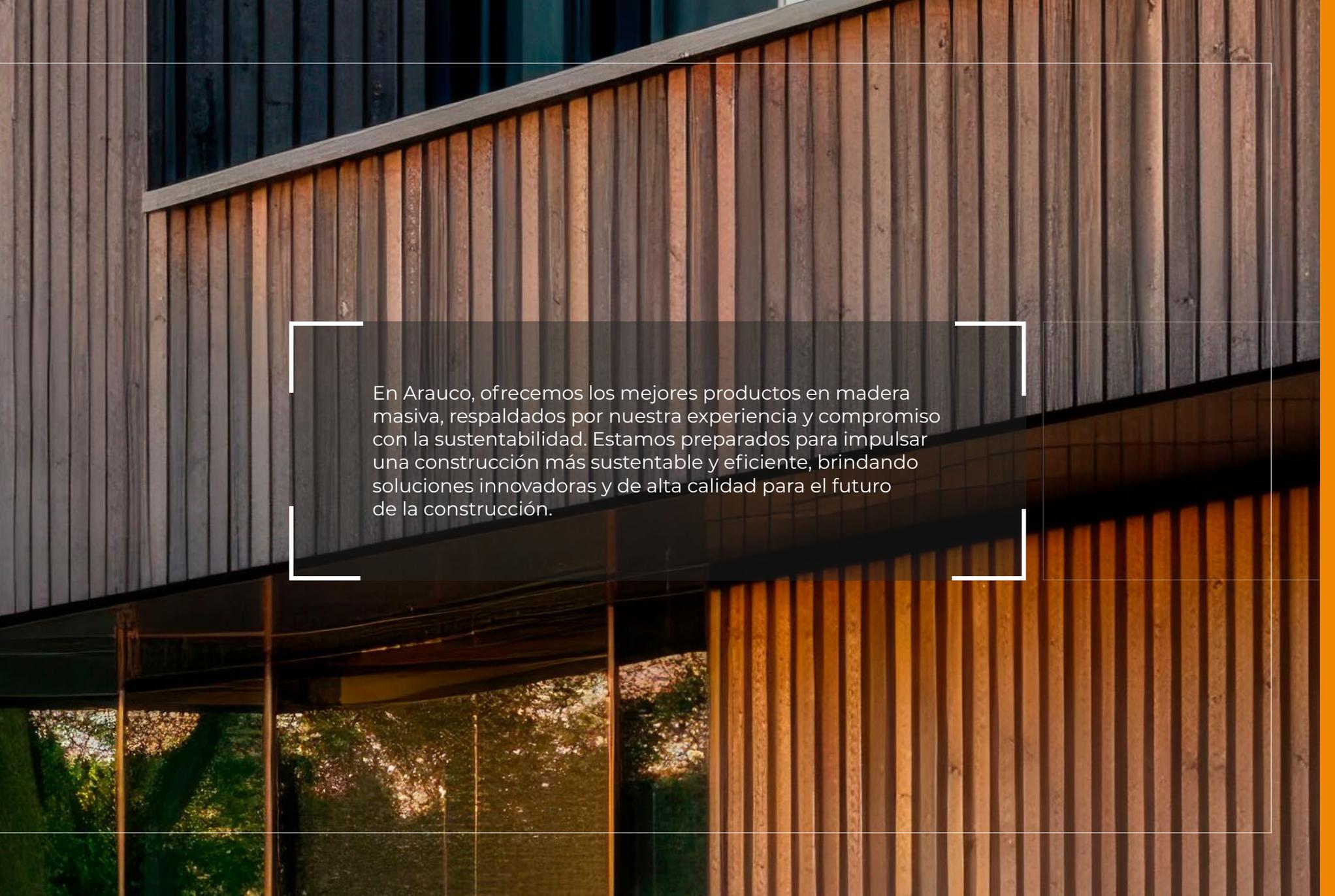
**Productos estándar para optimizar rendimiento y costos**

Portafolio de productos disponibles en stock para entrega rápida que podrás comprar en distribuidores adheridos



03

CLT- Madera Contralaminada

The image shows a close-up of a building's exterior. The upper portion features a wall of vertical wooden slats in a dark, weathered finish. Below this, a large glass window reflects a lush green forest. The lower right part of the image shows more vertical wooden slats, but in a lighter, natural wood tone. A semi-transparent dark grey rectangular box is centered over the image, containing white text. The box has a white border that is open on the left and right sides.

En Arauco, ofrecemos los mejores productos en madera masiva, respaldados por nuestra experiencia y compromiso con la sustentabilidad. Estamos preparados para impulsar una construcción más sustentable y eficiente, brindando soluciones innovadoras y de alta calidad para el futuro de la construcción.



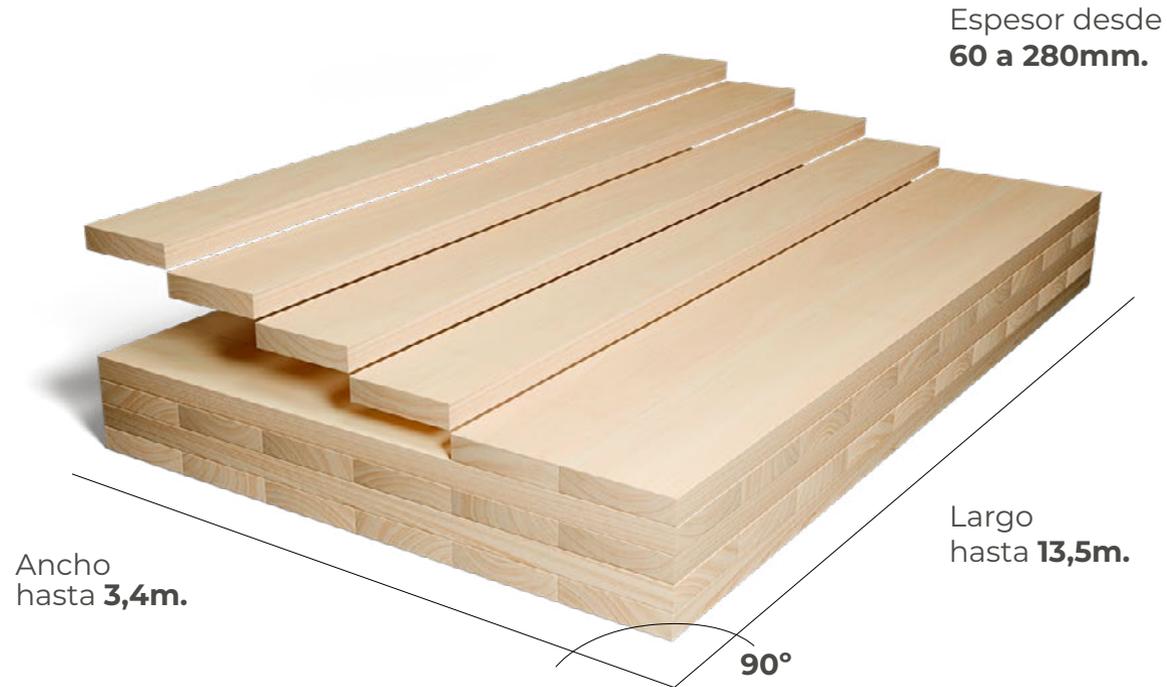
Características y usos del CLT

- 
- 
- CLT Hílam
  - Usos
  - Especificaciones técnicas
  - Calidades visuales
  - Configuraciones

## CLT HILAM

### El CLT Hilam (Madera contralaminada o Cross laminated timber)

es un producto estructural fabricado con madera seleccionada de Pino Radiata, conformado por tres, cinco o siete capas de láminas dispuestas perpendiculares entre sí.

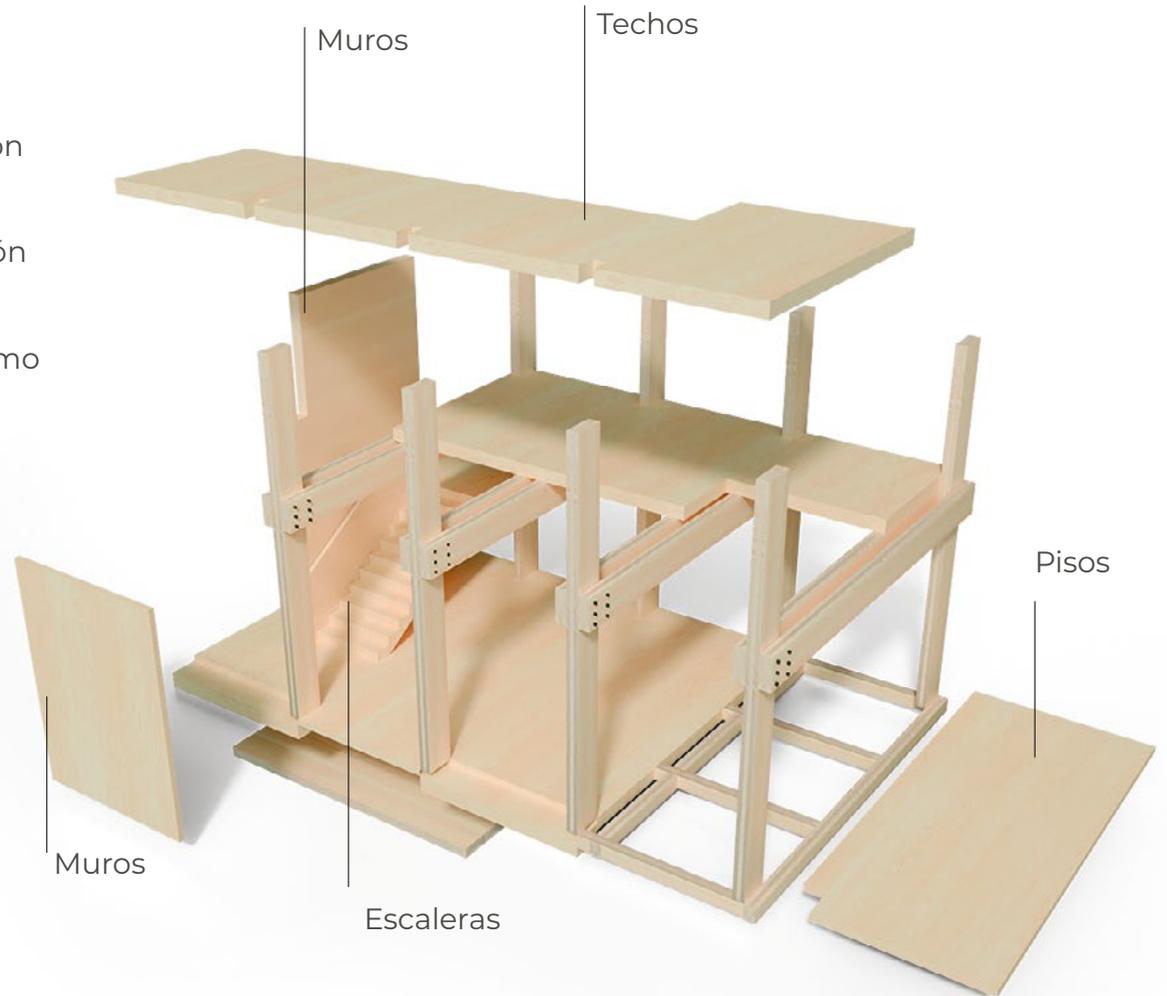


## USOS

El CLT satisface una amplia gama de aplicaciones estructurales en muros, pisos, escaleras y techos en construcción residencial, comercial e industrial.

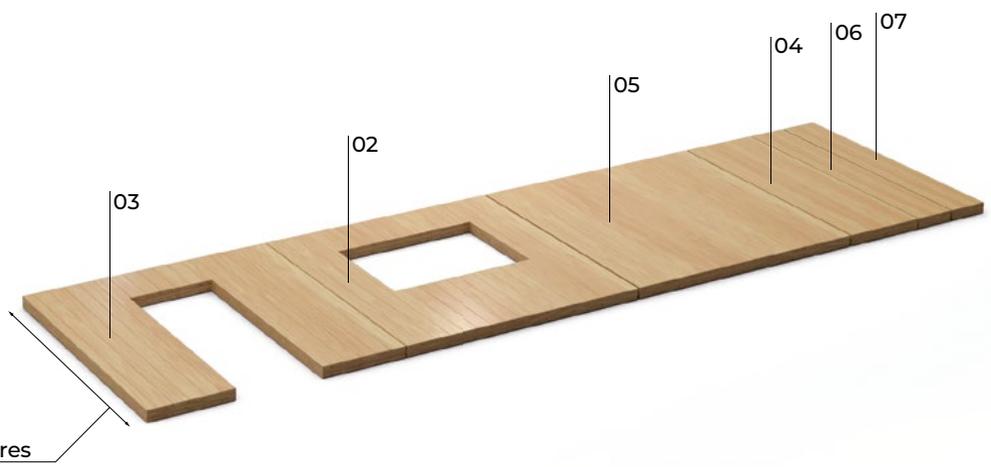
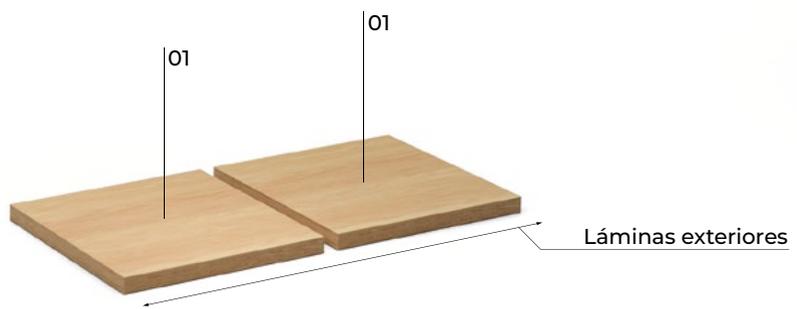
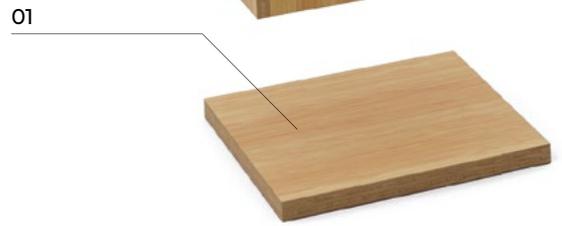
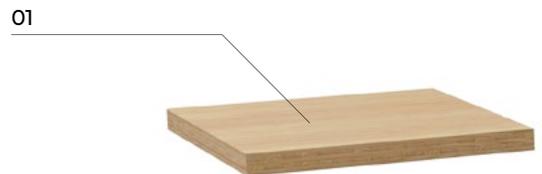
Es especialmente usado en construcción en altura.

Por su versatilidad puede ser usado como sistema constructivo o combinado con entramado ligero, vigas y columnas de madera laminada, concreto o acero.



## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

<b>Marca</b>	Hilam® CLT
<b>Usos</b>	Componentes de paredes, losas, techos, escaleras
<b>Madera</b>	Pino Radiata
<b>Formato máximo de producción</b>	3.400 mm x 13.500 mm
<b>Espesores</b>	60 a 300 mm
<b>Configuración de los paneles</b>	3, 5 o 7 capas
<b>Espesores de láminas</b>	20, 30 y 40 mm
<b>Clases estructurales de la madera</b>	Clases C16 y C24, de acuerdo con EN 338. Láminas de 20 mm, G1 o G2 de acuerdo con NCh1198
<b>Adhesivo</b>	Poliuretano, en las uniones finger joint y laminares
<b>Humedad de la madera</b>	Entre 7% y 14%
<b>Peso</b>	Para el diseño y transporte: 500 kg/m <sup>3</sup>
<b>Tolerancia dimensional</b>	Espesor, Ancho y Largo: +/- 2 mm
<b>Contracción e hinchamiento</b>	Espesor: 0,29% por cada 1% de variación de humedad de la madera (Norma NCh1198). Ancho y Largo: 0,02% por cada 1% de variación de humedad de la madera (Ref. Literatura).
<b>Resistencia a la difusión</b>	u = 128 promedio
<b>Conductividad térmica</b>	0,104 W/m °K (Norma NCh853)
<b>Tasa de carbonización equivalente</b>	Vertical: 1 mm/min. Horizontal: 1,1 mm/min.



## CALIDADES VISUALES

**CLT Hilam** se ofrece en dos calidades visuales.

### **Visual Apariencia**

Para aplicaciones a la vista, presenta nudos y otras características propias de la madera natural limitadas en cantidad y bien distribuidas. Considera el encolando lateral de las láminas.

### **Visual Estándar**

Calidad que puede quedar a la vista, pero es menos exigente. Incluye nudos y otras características propias de la madera, sin restricción de cantidad. En caso de que sea recubierta, se entrega con una limpieza superficial solamente.

Es normal que se presenten pequeñas grietas y separaciones de lamelas provocadas por la contracción e hinchamiento de la madera al ajustarse al contenido de humedad de equilibrio propia de la condición de servicio.



# NORMA VISUAL

Característica	Visual apariencia	Visual estándar
Encolado lateral de las láminas	⊗ No	⊗ No
Bolsas de resina	✓ Ocasionalmente	✓ Acepta
Hilos de resina	✓ Ocasionalmente	✓ Acepta
Canto muerto	⊗ No acepta	✓ 2x2 mm máximo
Grietas	✓ Ocasionalmente que no se detecten en el proceso	✓ Acepta
Largo mínimo de block	850 a 2500 mm	350 a 2500 mm
Mal cepillado panel	✓ Pequeñas irregularidades, es cepillado manual	✓ Acepta
Mancha azul	✓ Acepta solo leves trazas de mancha	✓ Acepta
Mancha café	✓ Acepta, ocasional	✓ Acepta
Médula	⊗ No acepta	✓ Ancho menor o igual a 1/2"
Nudos	✓ Nudos sanos y firmes hasta 50 mm de diámetro, limitados a 7 nudos por m <sup>2</sup> . Nudos de menos de 10 mm sin limitación	✓ Limitados por la clasificación estructural
Orificios de nudos	⊗ No Acepta	⊗ No Acepta
Peca blanca	✓ Acepta	✓ Acepta
Peca café-negra	✓ Ocasional	✓ Acepta
Ojos de pájaro (ejemplos)	⊗ No acepta	✓ Acepta
Pin hole	⊗ Ocasional	✓ Acepta
Rastro de acícula	✓ Acepta	✓ Acepta
Reparado	✓ Reparado con madera y con terminación pulcra	✓ Reparado con madera y con terminación pulcra
Separación entre lamelas contiguas	✓ Acepta hasta 1 mm	✓ Acepta hasta 3 mm
Terminación superficial	/ Lijado, grano 80	/ Lijado, grano 80

## CONFIGURACIONES

La resistencia de los paneles CLT varían según sea la orientación de las láminas que lo componen.

Es importante considerar la sollicitación estructural de cada elemento y definir la dirección de las láminas exteriores, que se deberá indicar en los pedidos.

### **Para uso en muros**

Por la condición de carga, el mejor desempeño estructural se obtiene cuando las láminas exteriores están orientadas verticalmente (transversal).

### **Para uso en losas**

Por condición de carga, el mejor desempeño estructural se obtiene cuando las láminas exteriores están orientadas paralelamente a la dirección da la luz mayor (longitudinal).



<b>Espesor CLT</b>	<b>Capas</b>	<b>Configuración Panel: L-longitudinal T-transversal (*)</b>						
<b>mm</b>		<b>L</b>	<b>T</b>	<b>L</b>	<b>T</b>	<b>L</b>	<b>T</b>	<b>L</b>
60	3	20	20	20				
80	3	30	20	30				
90	3	30	30	30				
100	3	30	40	30				
110	3	40	30	40				
120	3	40	40	40				
130	5	30	20	30	20	30		
150	5	30	30	30	30	30		
160	5	30	30	40	30	30		
170	5	30	40	30	40	30		
180	5	40	30	40	30	40		
200	5	40	40	40	40	40		
210	7	30	30	30	30	30	30	30
240	7	30	40	30	40	30	40	30
250	7	40	30	40	30	40	30	40
280	7	40	40	40	40	40	40	40

\* Otras combinaciones se revisarán caso a caso.



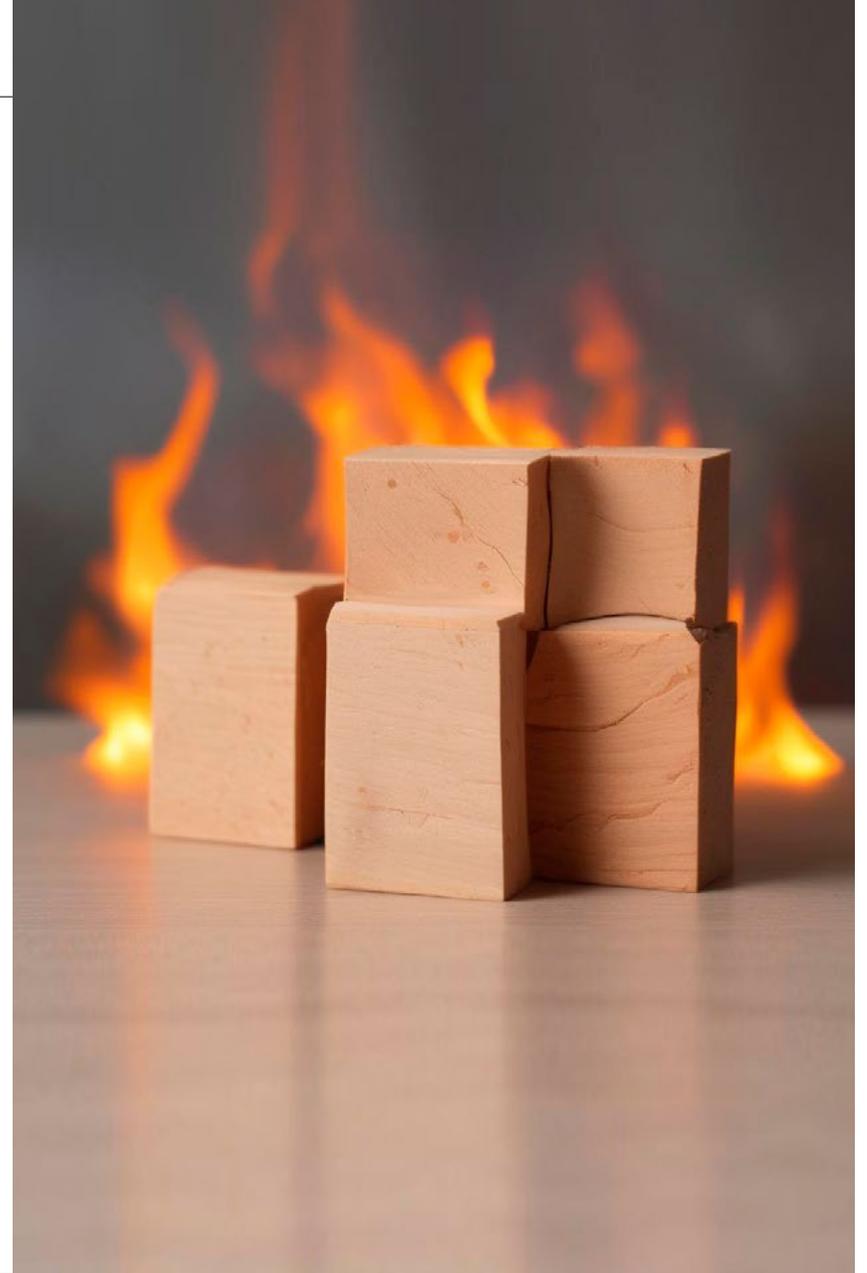
Propiedades CLT

## Resistencia al Fuego

El CLT, al ser un material de madera, es combustible. Sin embargo, debido a su masividad, es posible prever la velocidad de su combustión, conocida como tasa de carbonización.

Puesto que no hay norma chilena de diseño con fuego, se puede aplicar el Criterio de la AWC-NDS 2018: National Design Specification for Wood Construction de Estados Unidos o del Eurocódigo 5 europeo.

En ambas normas se determina el espesor requerido de cada elemento para asegurar que en caso de un incendio siga cumpliendo la función estructural para asegurar la estabilidad de la estructura.



En el caso que no se requiera que el elemento de CLT quede a la vista, la estrategia para protegerlo sería adicionando algún revestimiento, por ejemplo yeso cartón, que retarde el inicio de la combustión.

Para determinar la resistencia al fuego de un elemento constructivo es necesario ensayarlo o que un experto haga una asimilación a partir de soluciones constructivas similares.

En el capítulo Soluciones Constructivas Híbridas presentamos soluciones de muros perimetrales, interiores y divisorios, losas de entrepiso y techo que satisfacen los requerimientos de resistencia al fuego para edificios de hasta 4 pisos.



## Comportamiento del CLT expuesto al fuego

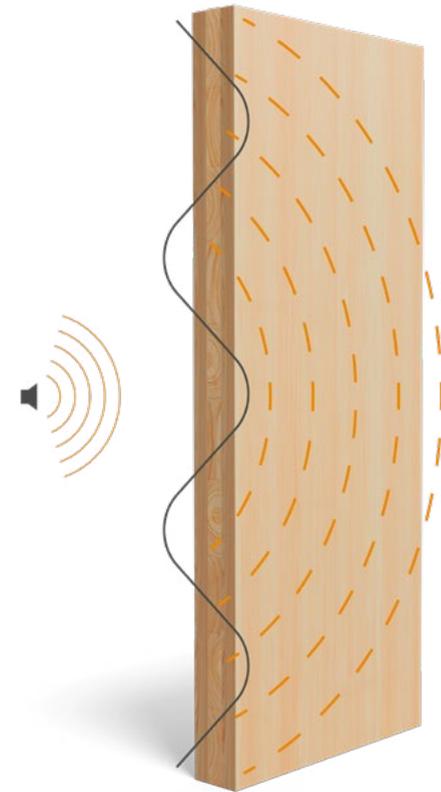




## AISLACIÓN ACÚSTICA

Los requerimientos de aislamiento acústico en edificaciones residenciales de la Ordenanza de Urbanismo y Construcciones (OGUC) se limitan a los muros y las losas de entrepiso divisorios entre unidades de vivienda.

Para el ruido aéreo de los muros divisorios, se exige un Índice de Reducción Acústica de 45dB(A) Y para las losas además del Índice de Reducción Acústica para el ruido aéreo de 45dB(A), se exige un nivel máximo de presión sonora de impacto normalizado de 75 dB.





En el capítulo Soluciones Constructivas Hilam presentamos soluciones de muros divisorios y losas de entrepiso que cumplen estas exigencias.

La OGUC establece que para determinar el desempeño de una solución constructiva es necesario ensayarla en un laboratorio especializado.

Sin embargo y a modo de referencia, incluimos soluciones que fueron modeladas utilizando al software Insul, calibradas a las especificaciones de los materiales que se incluye en cada una.

## AISLACIÓN TÉRMICA

El desempeño térmico de los elementos perimetrales está definido en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) y en los planes de descontaminación atmosférica que rigen para algunas ciudades.

El desempeño térmico, generalmente se calcula conforme a lo que indica la norma chilena NCh853. También puede ser ensayado.

Para calcularla se considera la transmitancia térmica ponderada del elemento constructivo, que considera la conductividad térmica de los materiales que constituyen el elemento y la superficie relativa de cada uno.

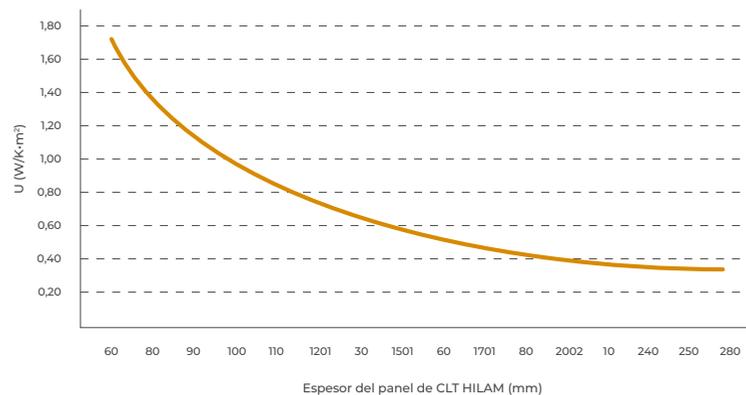
Para el CLT se puede considerar el valor de conductividad térmica que indica la norma para la madera de Pino radiata, es decir,  **$\lambda=0,104 \text{ W/mK}$** .



Adicionalmente, es necesario revisar el flujo de humedad a través del muro o losa, que podría producir condensaciones al interior y que generaría deterioro de los componentes en el tiempo.

En el capítulo Soluciones Constructivas, presentamos soluciones de muros perimetrales y techos que satisfacen los requerimientos de transmitancia térmica para las zonas térmicas 1 a 7, es decir, para todo el territorio.

Transmitancia Térmica (U) para elementos de CLT según espesor



## HUMEDAD Y DURABILIDAD

El control de la humedad es un factor crítico en las edificaciones en general, y en especial las construidas con madera.

La humedad puede provenir de infiltraciones, condensaciones y filtraciones.

De ser requerido, es posible proteger el CLT contra la acción de hongos e insectos aplicando superficialmente un preservante que penetre en la madera y que asegure una protección del tipo envoltorio.

Sin embargo, un correcto diseño es la manera más eficaz para asegurar la vida útil de una edificación.



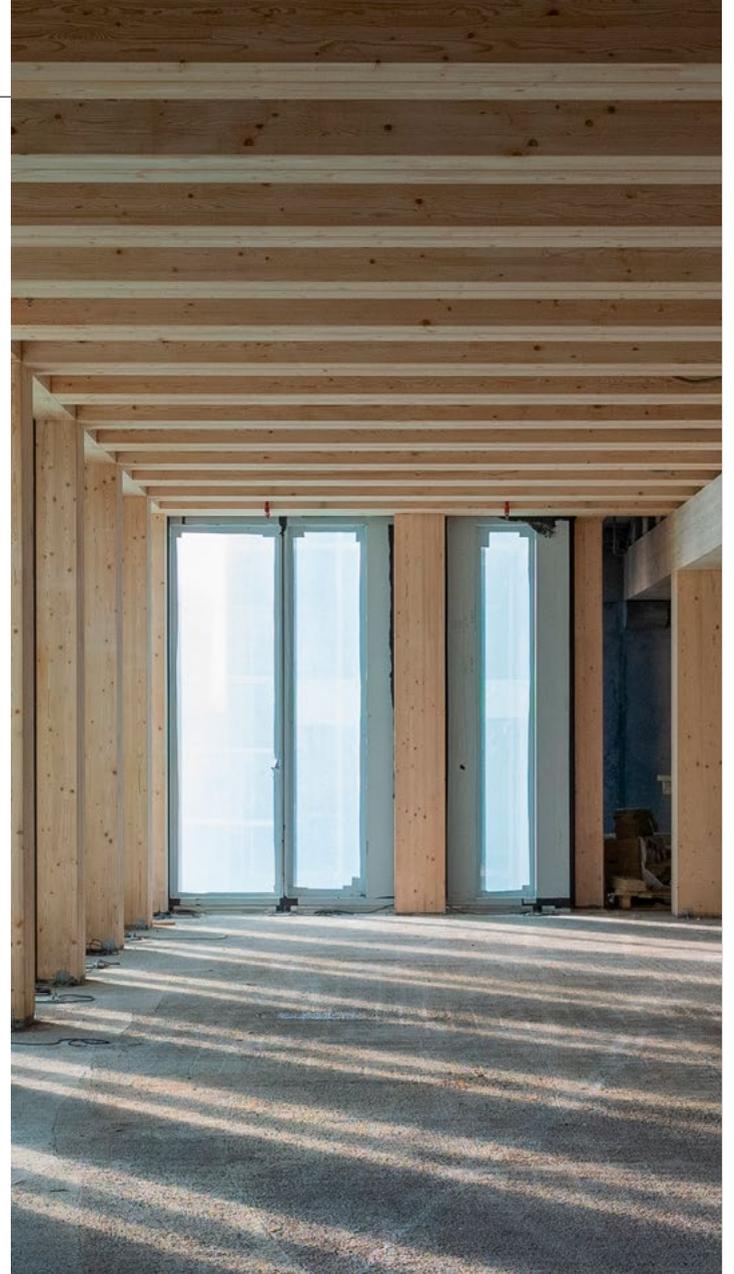
## Algunas consideraciones de diseño

El CLT no puede quedar expuesto directamente a la intemperie, se requiere agregar una fachada exterior.

Separar el CLT del concreto mediante barreras específicas que además sellen las posibles infiltraciones de aire.

Recubrir el CLT en zonas húmedas como baños y cocinas e instalar sellos que eviten las filtraciones de agua al interior de los muros.

Hacer un estudio físico ambiental para evaluar eventuales condensaciones en la estructura.



## DESEMPEÑO ESTRUCTURAL

El diseño estructural con paneles de CLT tiene ciertas singularidades.

Desde el punto de vista estructural el CLT es tratado como una placa ortotrópica gruesa y por la manera en que está fabricado, el cizalle tiene impacto en la deformación.

En el plano del panel ya sea por cargas o momentos flectores, se asume que el aporte a la rigidez de las capas perpendiculares es cero.

Las cargas fuera del plano del panel generan un cizalle rodante en las capas transversales.

En Chile no tenemos norma para caracterizar el CLT. Por ahorse puede seguir la normativa norteamericana o la europea, que son las más avanzadas en el mundo.

---

### Norteamérica

ANSI\_PRG 320

---

AWC-NDS 2018

### Europa

Eurocode 5

## **Metodología recomendada para establecer las propiedades de un panel de CLT:**

Para el cálculo específico, usar el método de la analogía de corte (Shear Analogy Method or Kreuzinger Method) que se encuentra en el punto 3A.3 del Canadian CLT Handbook.

Como método de diseño, el método ASD (Allowable Stress Design) para las combinaciones de carga y para el diseño y verificación de elementos de madera masiva.

Recomendamos verificar primero la serviciabilidad (deformaciones, vibraciones, drift) antes de la resistencia (flexión, corte, compresión, tracción, aplastamiento).

Considerar que las láminas exteriores e impares son clase C24 y restantes C16. Las láminas de 20 mm de espesor son grado G1 o G2.



## PROPIEDADES SECCIONALES:

Clase estructural  
Láminas longitudinales  
y transversales C24

Láminas

Longitudinales  
y transversales  
C24

Espesor mm	Configuración
60	20-20-20
80	30-20-30
90	30-30-30
100	30-40-30
110	40-30-40
120	40-40-40
130	30-20-30-20-30
150	30-30-30-30-30
160	30-30-40-30-30
170	30-40-30-40-30
180	40-30-40-30-40
200	40-40-40-40-40
210	30-30-30-30-30-30-30
240	30-40-30-40-30-40-30
250	40-30-40-30-40-30-40
280	40-40-40-40-40-40-40

Eje mayor / 1m de ancho			
$(fbS)_{eff0}$ [10 <sup>6</sup> N·mm]	$(EI)_{eff0}$ [10 <sup>9</sup> N·mm <sup>2</sup> ]	$(GA)_{eff0}$ [10 <sup>6</sup> N]	$V_{s0}$ [kN]
5,6	190,9	5,0	21,0
10,2	462,2	7,5	27,9
12,6	644,3	7,5	31,4
12,9	732,4	10,0	34,9
15,1	940,1	12,4	38,4
20,6	1.399,7	12,4	41,9
23,6	1.733,9	15,0	45,4
29,1	2.471,7	15,0	52,4
32,3	2.925,3	17,3	55,9
40,3	3.881,5	17,3	59,4
44,3	4.516,6	19,8	62,9
51,7	5.858,8	20,0	69,8
51,5	6.120,7	22,5	73,3
61,3	8.333,6	23,5	83,8
78,6	11.124,9	29,7	87,3
91,5	14.508,3	30,0	97,8

Eje menor / 1m de ancho			
$(fbS)_{eff90}$ [10 <sup>6</sup> N·mm]	$(EI)_{eff90}$ [10 <sup>9</sup> N·mm <sup>2</sup> ]	$(GA)_{eff90}$ [10 <sup>6</sup> N]	$V_{s90}$ [kN]
0,8	7,3	5,0	7,0
0,8	7,3	7,5	7,0
1,7	24,8	7,5	10,5
6,6	190,9	10,0	21,0
8,6	290,5	12,4	24,4
6,6	190,9	12,4	21,0
8,6	290,5	15,0	24,4
14,9	644,3	15,0	31,4
17,9	860,0	17,3	34,9
14,9	644,3	17,3	31,4
17,9	860,0	19,8	34,9
26,5	1.527,3	20,0	41,9
34,2	2.471,7	22,5	52,4
52,1	4.516,6	23,5	62,9
40,9	3.348,1	29,7	59,4
60,9	5.858,8	30,0	69,8



## PROPIEDADES SECCIONALES:

Clase estructural

Láminas longitudinales C24  
y láminas transversales C16

Láminas

Longitudinales C24  
Transversales C16

Espeor mm	Configuración
60	20-20-20
80	30-20-30
90	30-30-30
100	30-40-30
110	40-30-40
120	40-40-40
130	30-20-30-20-30
150	30-30-30-30-30
160	30-30-40-30-30
170	30-40-30-40-30
180	40-30-40-30-40
200	40-40-40-40-40
210	30-30-30-30-30-30-30
240	30-40-30-40-30-40-30
250	40-30-40-30-40-30-40
280	40-40-40-40-40-40-40

Eje mayor / 1m de ancho			
$(fbS)_{eff0}$ [10 <sup>6</sup> N·mm]	$(EI)_{eff0}$ [10 <sup>9</sup> N·mm <sup>2</sup> ]	$(GA)_{eff0}$ [10 <sup>6</sup> N]	$V_{s0}$ [kN]
5,6	190,8	3,7	21,0
10,2	462,2	5,6	27,9
12,6	644,1	5,6	31,4
12,9	730,6	7,5	34,9
15,1	937,4	9,3	38,4
20,6	1.398,0	9,3	41,9
23,5	1.731,3	11,3	45,4
29,0	2.465,9	11,2	52,4
32,2	2.917,5	13,0	55,9
40,3	3.875,7	13,0	59,4
44,2	4.508,8	14,9	62,9
51,6	5.845,0	14,9	69,8
51,3	6.098,4	16,8	73,3
61,0	8.292,8	17,4	83,8
78,4	11.094,9	22,3	87,3
91,2	14.455,5	22,4	97,8

Eje menor / 1m de ancho			
$(fbS)_{eff90}$ [10 <sup>6</sup> N·mm]	$(EI)_{eff90}$ [10 <sup>9</sup> N·mm <sup>2</sup> ]	$(GA)_{eff90}$ [10 <sup>6</sup> N]	$V_{s90}$ [kN]
0,5	5,3	4,8	7,0
0,5	5,3	7,1	7,0
1,1	18,0	7,3	10,5
4,4	138,9	9,7	21,0
5,8	211,5	11,9	24,4
4,4	138,9	11,9	21,0
5,8	211,5	14,3	24,4
9,9	468,8	14,5	31,4
11,9	626,0	16,7	34,9
9,9	468,8	16,7	31,4
11,9	626,0	19,0	34,9
17,6	1.111,3	19,3	41,9
22,9	1.803,5	21,8	52,4
34,8	3.292,6	22,9	62,9
27,4	2.445,8	28,5	59,4
40,7	4.274,8	29,0	69,8



## PROPIEDADES SECCIONALES:

Clase estructural  
Láminas longitudinales  
y transversales C16

Láminas

Longitudinales  
y transversales  
C16

Esesor mm	Configuración
60	20-20-20
80	30-20-30
90	30-30-30
100	30-40-30
110	40-30-40
120	40-40-40
130	30-20-30-20-30
150	30-30-30-30-30
160	30-30-40-30-30
170	30-40-30-40-30
180	40-30-40-30-40
200	40-40-40-40-40
210	30-30-30-30-30-30-30
240	30-40-30-40-30-40-30
250	40-30-40-30-40-30-40
280	40-40-40-40-40-40-40

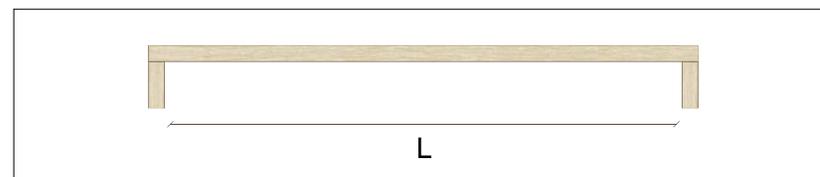
Eje mayor / 1m de ancho			
$(fbS)_{eff0}$ [10 <sup>6</sup> N·mm]	$(EI)_{eff0}$ [10 <sup>9</sup> N·mm <sup>2</sup> ]	$(GA)_{eff0}$ [10 <sup>6</sup> N]	$V_{s0}$ [kN]
3,8	138,8	3,6	21,0
6,8	336,2	5,4	27,9
8,4	468,6	5,5	31,4
8,6	532,6	7,3	34,9
10,1	683,7	9,0	38,4
13,7	1.018,0	9,0	41,9
15,7	1.261,0	10,9	45,4
19,4	1.797,6	10,9	52,4
21,5	2.127,5	12,6	55,9
26,9	2.822,9	12,6	59,4
29,6	3.284,8	14,4	62,9
34,5	4.261,0	14,6	69,8
34,3	4.451,4	16,4	73,3
40,9	6.060,8	17,1	83,8
52,4	8.090,9	21,6	87,3
61,0	10.551,5	21,8	97,8

Eje menor / 1m de ancho			
$(fbS)_{eff90}$ [10 <sup>6</sup> N·mm]	$(EI)_{eff90}$ [10 <sup>9</sup> N·mm <sup>2</sup> ]	$(GA)_{eff90}$ [10 <sup>6</sup> N]	$V_{s90}$ [kN]
0,5	5,3	3,6	7,0
0,5	5,3	5,4	7,0
1,1	18,0	5,5	10,5
4,4	138,8	7,3	21,0
5,8	211,3	9,0	24,4
4,4	138,8	9,0	21,0
5,8	211,3	10,9	24,4
9,9	468,6	10,9	31,4
11,9	625,4	12,6	34,9
9,9	468,6	12,6	31,4
11,9	625,4	14,4	34,9
17,6	1.110,8	14,6	41,9
22,8	1.797,6	16,4	52,4
34,8	3.284,8	17,1	62,9
27,3	2.435,0	21,6	59,4
40,6	4.261,0	21,8	69,8

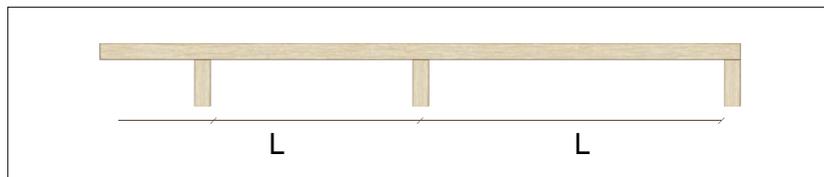
## TABLA DE LUCES

Espesor CTL (mm)
60
80
90
100
110
120
130
150
160
170
180
200
210

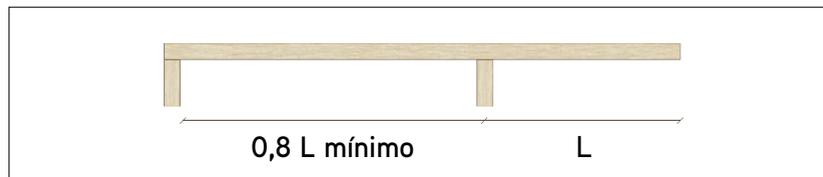
Simply supported (1 span)						
Additional self-weight 50kgf/m <sup>2</sup>				Additional self-weight 150kgf/m <sup>2</sup>		
Use Load (kgf/m <sup>2</sup> )				Use Load (kgf/m <sup>2</sup> )		
100	200	300	500	200	300	500
2,75	2,50	2,25	1,75	2,25	2,00	1,75
3,75	3,00	3,00	2,50	3,00	2,75	2,50
4,25	3,25	3,25	2,75	3,25	3,00	2,75
4,50	3,50	3,50	3,00	3,25	3,25	3,00
5,00	4,00	4,00	3,50	3,75	3,75	3,50
5,50	4,00	4,00	3,50	4,00	4,00	3,50
5,75	4,25	4,25	4,00	4,25	4,25	3,75
6,25	4,75	4,75	4,25	4,75	4,75	4,25
6,50	4,75	4,75	4,25	4,75	4,75	4,25
7,00	5,25	5,25	4,50	5,25	5,25	4,50
7,00	5,50	5,50	5,00	5,50	5,50	4,75
7,50	5,75	5,75	5,50	5,50	5,75	5,00
7,50	5,75	5,75	5,50	5,75	5,75	5,00



Continuo (2 tramos)						
Peso propio adicional 50kgf/m <sup>2</sup>				Peso propio adicional 150kgf/m <sup>2</sup>		
Carga de Uso (kgf/m <sup>2</sup> )				Carga de Uso (kgf/m <sup>2</sup> )		
100	200	300	500	200	300	500
3,75	3,00	3,00	2,50	3,00	2,75	2,25
5,00	3,50	3,50	3,25	3,50	3,50	3,25
5,50	4,00	4,00	3,75	4,00	4,00	3,50
6,00	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	3,75
6,50	4,50	4,50	4,25	4,50	4,50	4,25
7,00	4,75	4,75	4,50	4,75	4,75	4,50
7,25	5,00	5,00	4,75	5,00	5,00	4,75
7,75	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,25
8,00	5,75	5,75	5,50	5,75	5,75	5,50
8,50	6,25	6,00	6,00	6,25	6,00	5,75
8,50	6,50	6,50	6,25	6,50	6,50	6,00
9,50	6,75	6,50	6,75	6,75	6,50	6,50
9,50	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,50



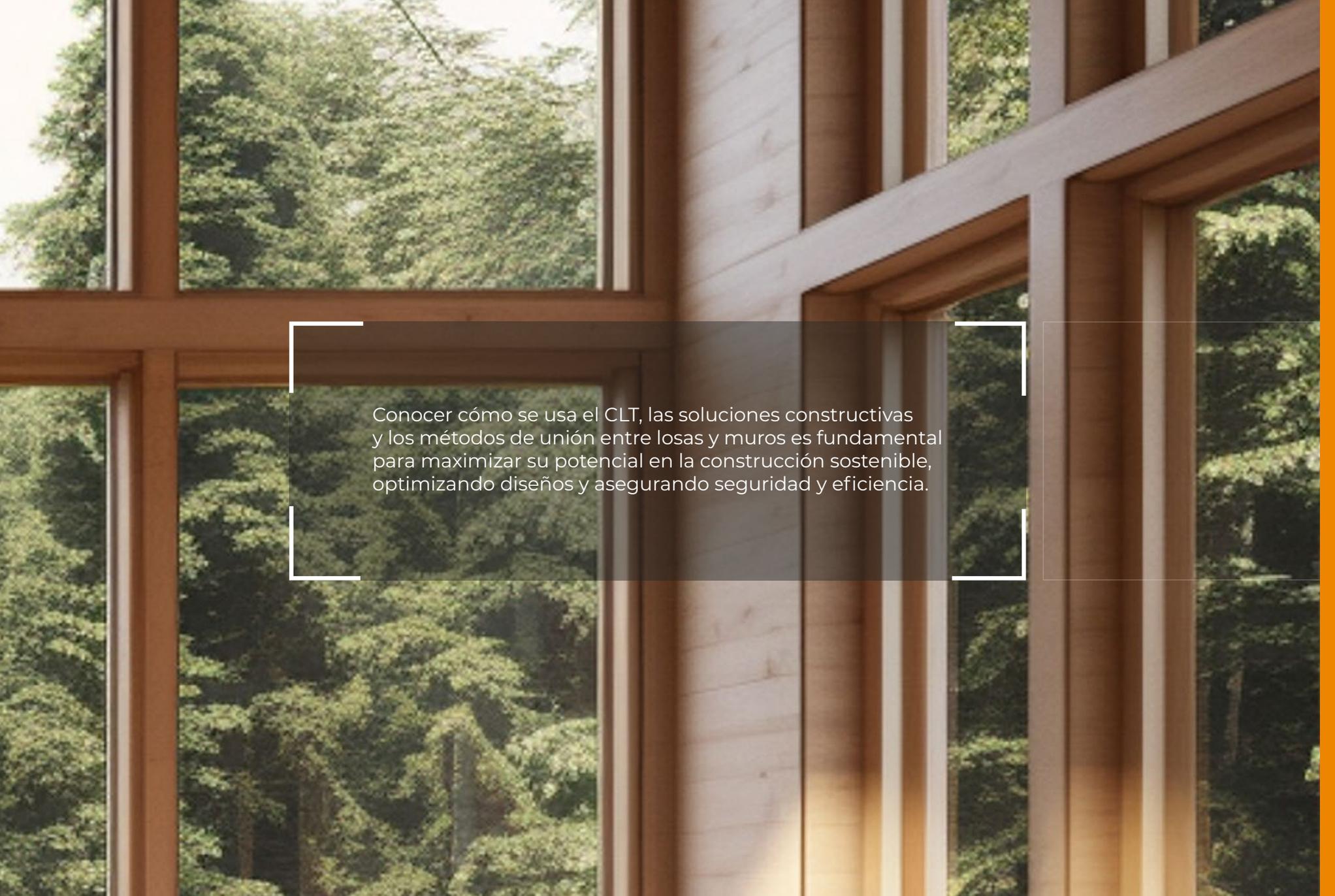
Voladizo (1 tramo)						
Peso propio adicional 50kgf/m <sup>2</sup>				Peso propio adicional 150kgf/m <sup>2</sup>		
Carga de Uso (kgf/m <sup>2</sup> )				Carga de Uso (kgf/m <sup>2</sup> )		
100	200	300	500	200	300	500
1,25	1,00	1,00	0,75	1,00	0,75	0,75
1,75	1,50	1,25	1,00	1,25	1,25	1,00
2,00	1,50	1,50	1,25	1,50	1,25	1,25
2,00	1,75	1,50	1,25	1,50	1,50	1,25
2,25	2,00	1,75	1,50	1,50	1,50	1,25
2,50	2,25	2,00	1,75	1,75	1,75	1,50
2,75	2,25	2,00	1,75	2,00	1,75	1,50
3,00	2,50	2,25	2,00	2,00	2,00	1,75
3,00	2,75	2,50	2,00	2,25	2,00	1,75
3,25	3,00	2,50	2,25	2,50	2,25	2,00
3,50	3,00	2,75	2,50	2,50	2,50	2,00
3,75	3,25	3,00	2,50	2,75	2,50	2,25
3,75	3,50	3,00	2,75	3,00	2,75	2,50





CLT - Cómo se usa

04



Conocer cómo se usa el CLT, las soluciones constructivas y los métodos de unión entre losas y muros es fundamental para maximizar su potencial en la construcción sostenible, optimizando diseños y asegurando seguridad y eficiencia.



CLT - Uniones

## **Claves para Seguridad y Eficiencia**

Las fijaciones y conectores son cruciales para la integridad y seguridad en construcciones con CLT; su elección depende de la funcionalidad, el costo y el tiempo de instalación.

## ELEMENTOS DE UNIÓN

### Tornillos

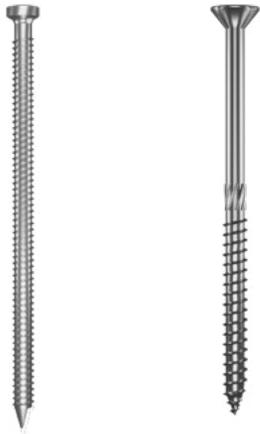
Los tornillos son las fijaciones más utilizadas en la construcción con madera masiva. Son los responsables de mantener la integridad estructural y aportan la ductilidad necesaria en caso de esfuerzos dinámicos producto de sismos o viento.

En el mercado hay varios proveedores que ofrecen soluciones para conectar los diferentes componentes de las estructuras, ya sea madera con madera o madera con acero, como es el caso de los conectores metálicos.

A continuación, presentamos a modo de ejemplo los más comunes. Hay variaciones en los tipos de cabeza, rosca, punta, material, entre otros.



Madera - Madera



Tornillos de rosca total o parcial

Acero - Madera



Tornillos especialmente diseñados para instalar herrajes metálicos

Madera - Acero - Madera



Pasadores punta broca para herrajes de acero o aluminio ocultos.

Recomendamos consultar a los proveedores para detalles del tipo, dimensiones, capacidades estructurales y requerimientos de instalación.

## Herrajes

Otro grupo de elementos son los herrajes. Entre sus funciones están la transferencia de las fuerzas de cizalle o corte y levantamiento o tracción generados en caso de sismo y viento, de las paredes a las losas y fundaciones.

Los más corrientes son las escuadras y los hold-down.

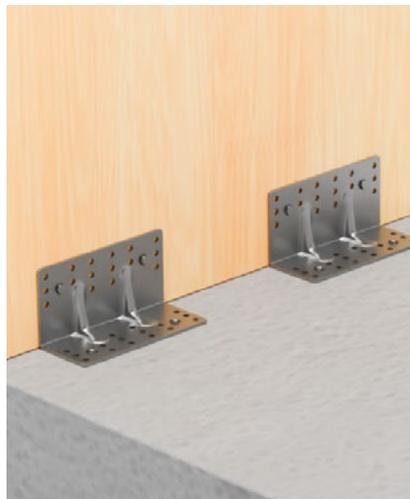
Recomendamos consultar a los proveedores para detalles de dimensiones, capacidades estructurales y requerimientos de instalación.



Escuadras Cizalle



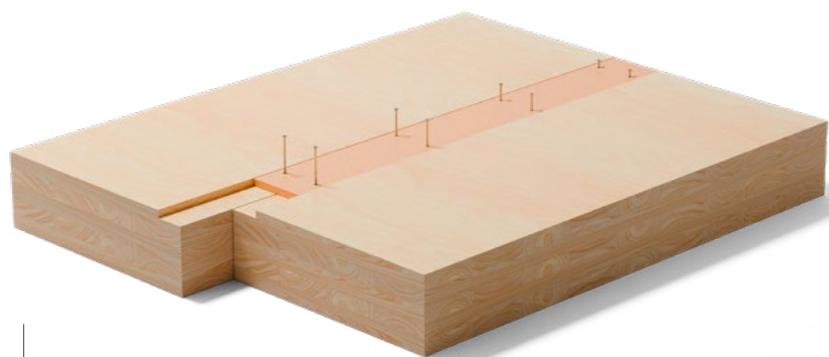
Hold - Down  
Tracción



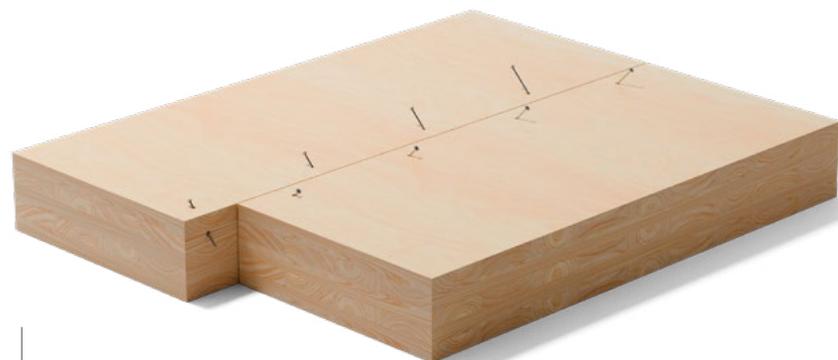
## UNIÓN ENTRE PANELES DE LOSA



Unión a media  
madera



Unión con lengüeta  
de terciado



Unión con tornillos  
en 45°

## UNIONES ENTRE PAREDES



Unión de esquina  
con tornillos



Unión de esquina  
con escuadra



Unión de esquina  
con tornillos

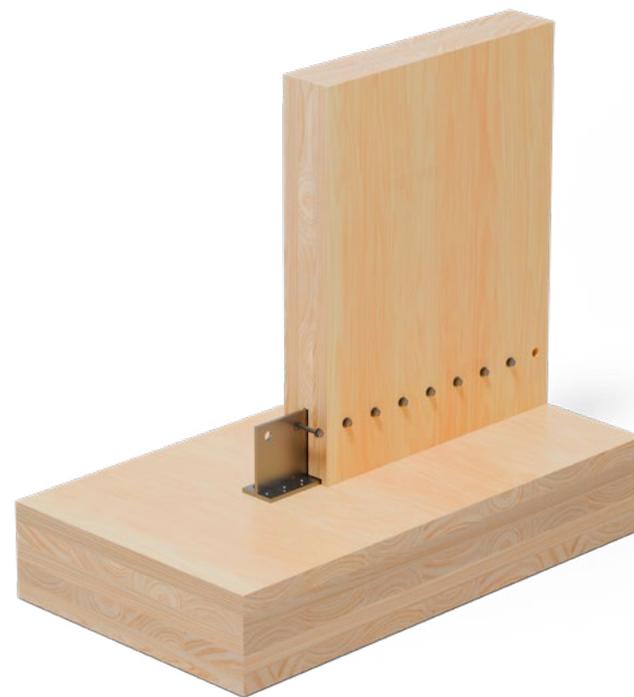
## UNIÓN ENTRE PAREDES Y LOSAS



Escuadras



Tornillos



Placa espada inserta



CLT - Muros, pisos y techos

## **Soluciones constructivas que se adaptan a cada proyecto**

El detalle de los componentes de las soluciones constructivas con CLT es muy importante y resultará de la integración de los requerimientos específicos de cada proyecto, como la resistencia al fuego, el aislamiento acústico y los aspectos físico-ambientales.

A continuación, se presentamos ejemplos de soluciones constructivas en CLT aplicado en muros y losas de piso y techo.

## CLT EN MUROS EXTERIORES

El CLT no puede quedar expuesto al exterior, se debe instalar un revestimiento de fachada dejando idealmente una cámara ventilada.

Se debe incluir además una membrana hidrófuga respirable para prevenir las infiltraciones de agua que pudieran afectar al panel.

Y si por requerimientos térmicos fuera necesario agregar un producto aislante, recomendamos instalarlo por la cara exterior.

### Requerimientos normativos

- Resistencia al fuego
- Aislamiento térmico

Nº	MATERIAL
01	CLT 90 mm (30-30-30)
02	Barrera de humedad
03	Montantes de madera 41 x 90 mm
04	Aislación 80 mm
05	Barrera humedad
06	Montantes de madera 19x 41 mm
07	Revestimiento
08	Yeso cartón 12 mm
09	Poliestireno 50 mm
10	Terminación
11	Montantes de madera 41 x 41 mm
12	Aislación 40 mm



## CLT EN MUROS INTERIORES

En el interior el CLT se puede dejar a la vista o revestirlo

Si se deja visto, se debe planificar la ubicación de las instalaciones eléctrica y sanitaria. Idealmente disponerlas por la cara opuesta del panel. Si no fuera posible, se puede mecanizar para instalar las canalizaciones y luego cubrir con madera. Precisa hacerlo con prolijidad.

Y tener especial cuidado en el montaje y período de construcción para evitar dañarlos. Adicionalmente, se deberá aplicar algún producto de terminación superficial específico para madera.

En el caso de revestir el CLT se puede hacer adhiriendo el revestimiento directamente al panel o dejando una cámara técnica, que permitirá disponer las instalaciones.

### Requerimientos normativos

- Resistencia al fuego

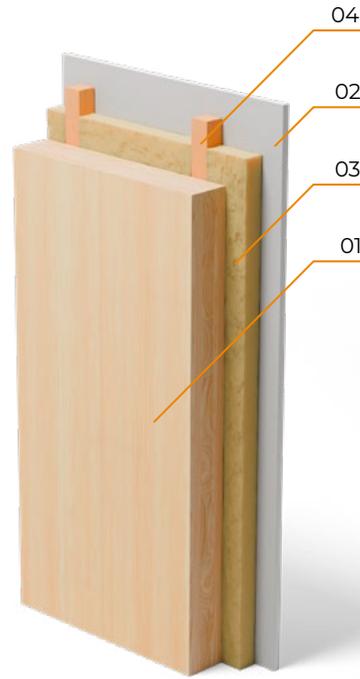
N°	MATERIAL
01	CLT HILAM 90 mm (30-30-30)
02	Yeso cartón 12,5 mm
03	Lana de vidrio 40 mm
04	Montantes de madera 41 x 41 mm



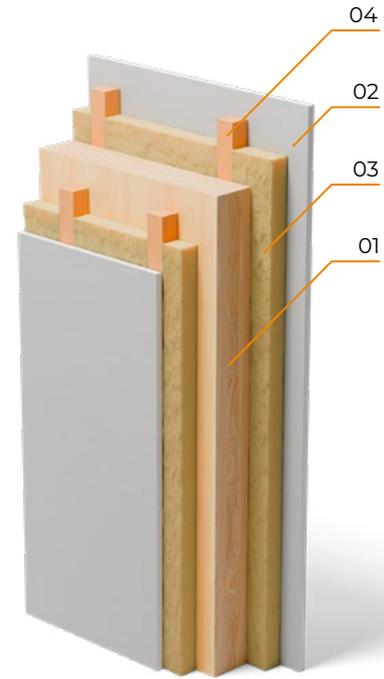
CLT visto por ambas caras.



Revestimiento adherido por una o las dos caras.



CLT visto y revestimiento con cámara técnica.



Doble cámara técnica.

## CLT EN MUROS DIVISORIOS

La solución debe considerar el requerimiento de aislamiento acústico de la ordenanza para muros divisorios entre unidades.

Las soluciones más habituales son:

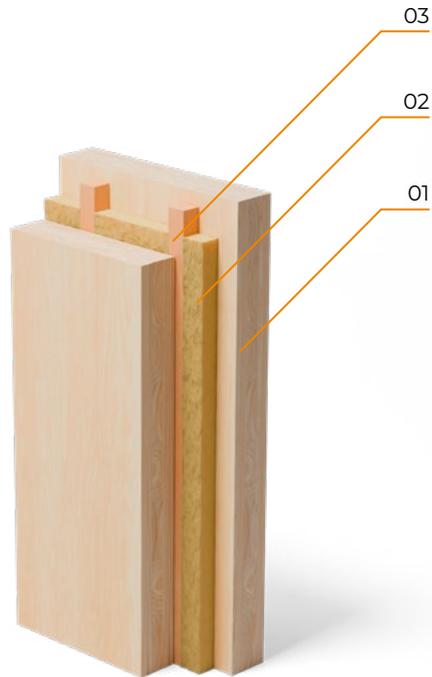
Dos paneles de CLT separados entre sí y el espacio relleno con lana de vidrio. Pueden quedar vistos o recubiertos.

Un panel simple, revestido por ambas caras y dejando una cámara técnica

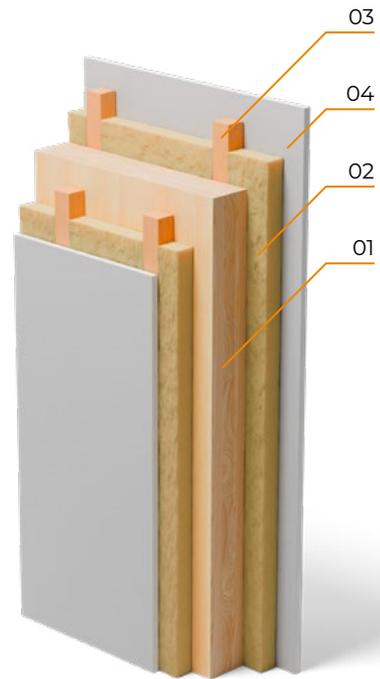
### Requerimientos normativos

- Resistencia al fuego
- Aislamiento acústico

N°	MATERIAL
01	CLT HILAM 90 mm (30-30-30)
02	Lana de vidrio 40 mm
03	Montantes de madera 41 x 41 mm
04	Yeso cartón 12,5 mm



Doble panel de CLT visto



Panel simple de CLT revestido por ambas caras con cámara técnica

## CLT EN LOSAS DE PISO

Es importante considerar los requerimientos normativos, que en el caso de entresijos que dividen unidades, además de la resistencia al fuego se les exige aislamiento acústico.

La solución constructiva dependerá si el CLT queda a la vista o recubierto.

Si se deja a la vista es recomendable instalar una sobrelosa de hormigón por donde pasar las instalaciones. Y que aportará aislamiento acústico y rigidez al sistema de piso frente a las vibraciones.

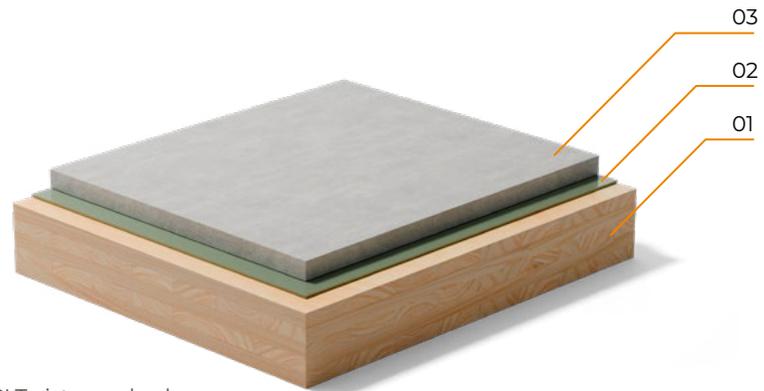
Y para cumplir la exigencia de aislamiento de ruido de impacto, es necesario instalar una membrana que desacople la sobrelosa del panel de CLT.

En el caso que el CLT del cielo quede cubierto se puede dejar una cámara técnica que facilitará las instalaciones.

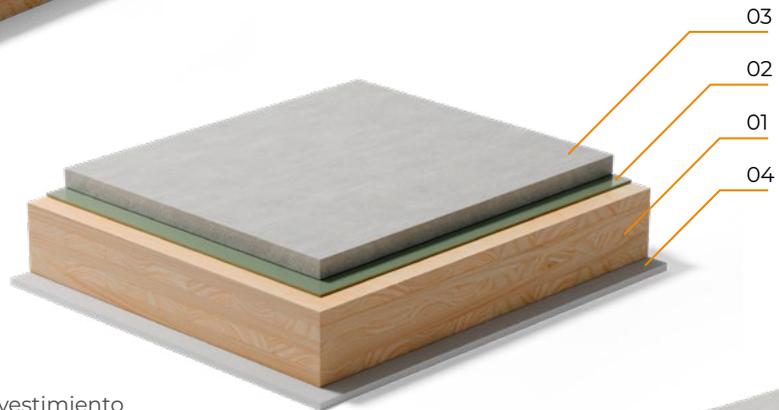
### Requerimientos normativos

- Resistencia al fuego
- Aislamiento acústico, en el caso que divida unidades

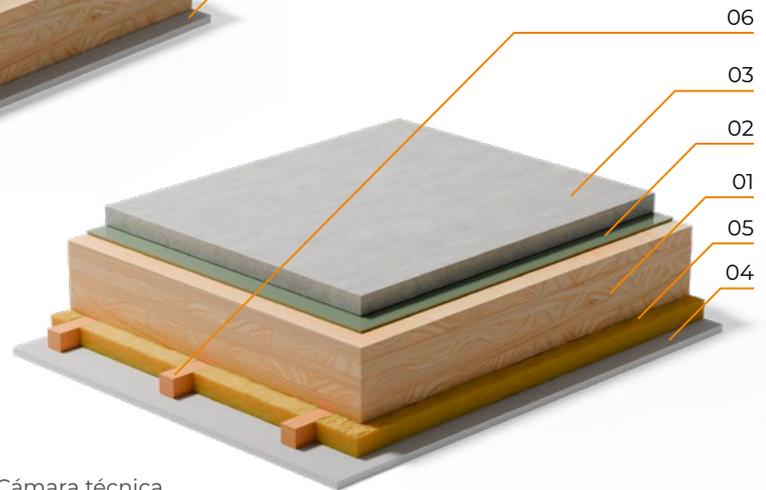
Nº	MATERIAL
01	CLT HILAM 130 mm (30-20-30-20-30)
02	Membrana acústica 5 mm
03	Losa de hormigón 40 mm
04	Yeso cartón 12,5 mm
05	Lana de vidrio 40 mm
06	Montantes de madera 41 x 41 mm



CLT visto y sobrelosa de hormigón



Revestimiento adherido al CLT y sobrelosa de hormigón



Cámara técnica y sobrelosa de hormigón

## CLT EN TECHOS

El CLT del cielo puede quedar a la vista o instalar un revestimiento que permitiría generar una cámara técnica para las instalaciones.

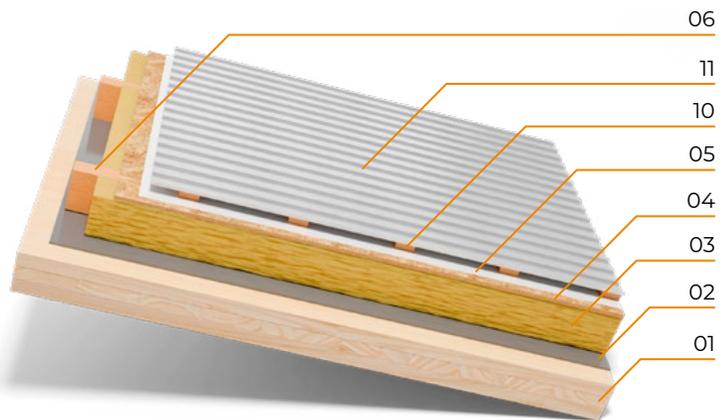
Las losas de techo deben cumplir los requerimientos de resistencia al fuego y aislamiento térmico normativos.

Dependiendo de la zona climática la solución constructiva deberá incorporar aislación térmica a la solución. Y para evitar sobrecalentamiento en verano, instalar la cubierta dejando una cámara ventilada. En techos planos, es crítico considerar barreras y sellos que impidan el ingreso de humedad por infiltraciones.

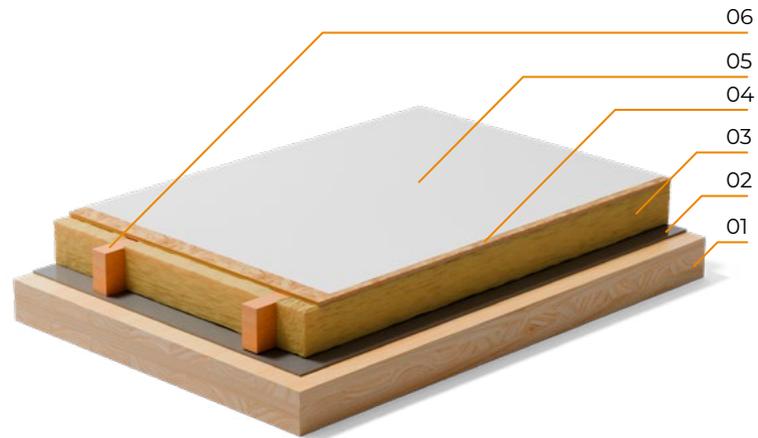
### Requerimientos normativos

- Resistencia al fuego
- Aislamiento térmico

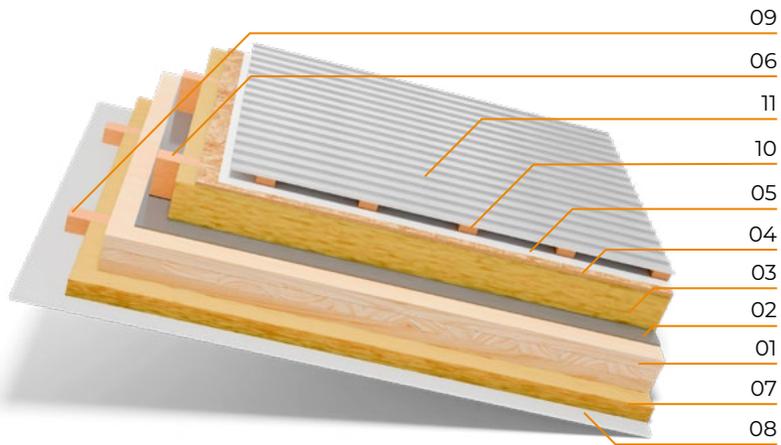
N°	MATERIAL
01	CLT HILAM 90 mm (30-30-30)
02	Barrera de humedad
03	Lana de vidrio 80 mm
04	OSB
05	Barrera humedad
06	Montantes de madera 41 x 90 mm
07	Lana de vidrio 40 mm
08	Yeso cartón 10 mm
09	Montantes de madera 41 x 41 mm
10	Montantes de madera
11	Cubierta



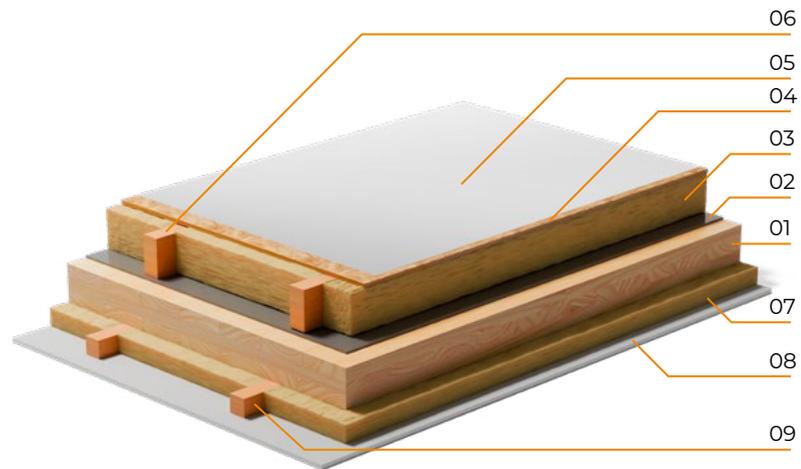
Cubierta ventilada, aislamiento exterior y CLT visto.



Aislación exterior y CLT visto



Cubierta ventilada, aislamiento interior y exterior

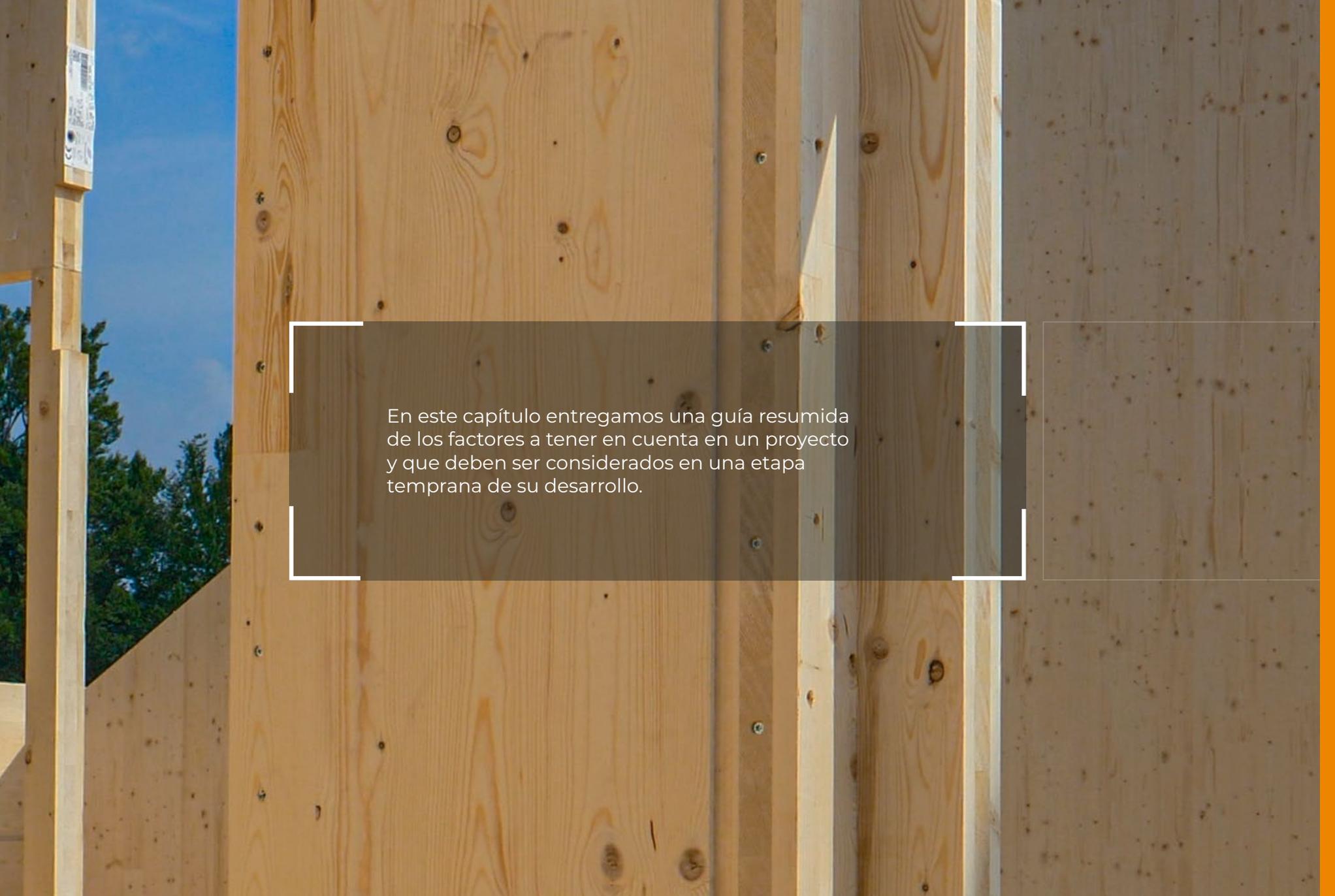


Aislación interior y exterior



Transporte y montaje

05



En este capítulo entregamos una guía resumida de los factores a tener en cuenta en un proyecto y que deben ser considerados en una etapa temprana de su desarrollo.

## TRANSPORTE

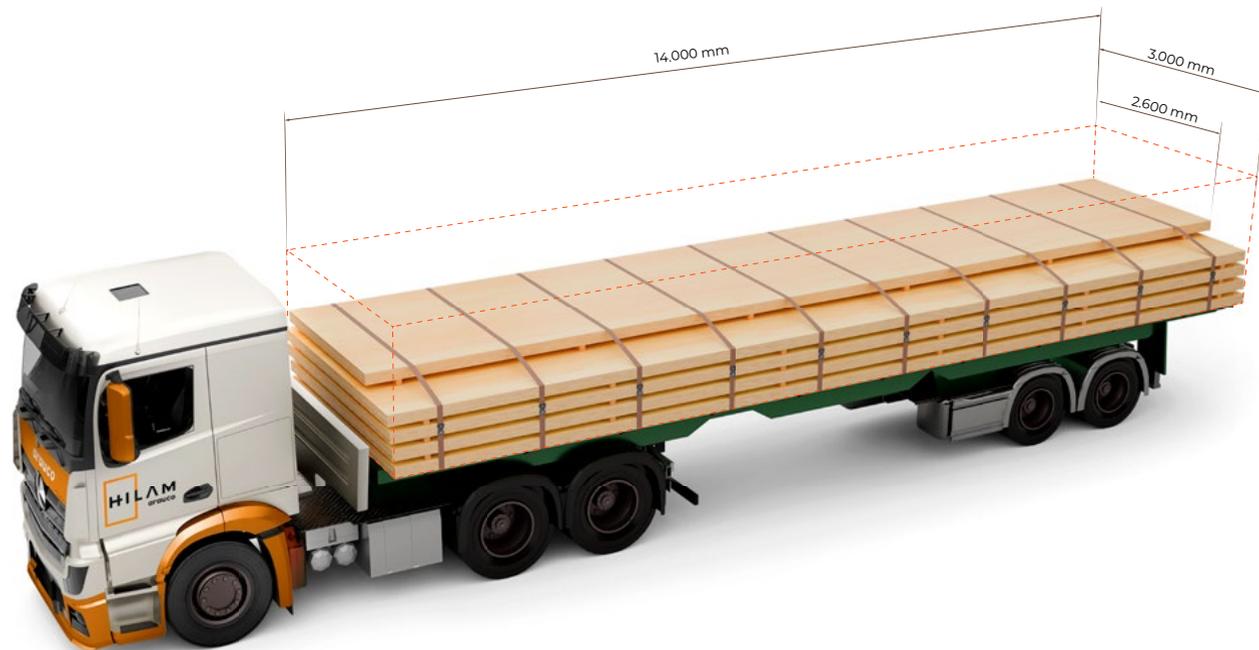
Los paneles de CLT Hílam se embalan para protegerlos de la intemperie. Cada panel es individualizado con una etiqueta para ser claramente identificado.

Los paquetes y la carga se organizan, en lo posible, de acuerdo a la secuencia de entrega que se ha planificado previamente con el cliente.

Por seguridad, los paneles se transportan dispuestos horizontalmente en el camión y dependiendo del tamaño de las piezas será el tipo de equipo y requerimiento de permisos especiales y escolta.

Es necesario planificar la ruta desde la planta hasta el destino final, incluyendo los tramos de carretera, caminos secundarios, tramos urbanos, la accesibilidad a la obra y el punto de descarga.





Ancho de la plataforma del camión	Ancho de la carga	Ruta	Restricción	Permiso especial	Escolta
Hasta 2500 mm	Hasta 2600 mm	Autopista y Urbana	Sin restricción	No	No
	De 2601 a 2800 mm	Autopista	Luz día	No	No
		Urbana	Luz día	Si	No
	De 2801 a 3000 mm	Autopista	Luz día	No	No
		Urbana	Luz día	Si	Privada
De 3001 a 3500 mm	Autopista y Urbana	Luz día	Si	Privada y carabineros	

Altura total máxima del equipo	Altura máxima de la carga	Longitud de la carga	Peso máximo de la carga
4.200 mm	3.000 mm	14.000 mm	Máx. 30.000 kg

## DESCARGA Y MONTAJE

Para la descarga y montaje de paneles de madera contralaminada (CLT), es importante tener en cuenta las siguientes condiciones, para garantizar un proceso seguro y eficiente.

Tener un plan que considere las condiciones de la obra, la secuencia de montaje y tener personal calificado.

Utilizar equipos que tengan la capacidad para elevar los paneles, considerando el tamaño y peso.

Hacerlo sólo en condiciones climáticas favorables.

El viento y lluvia intensos pueden poner en riesgo la maniobra y provocar accidentes o daños al material.



Vertical



Horizontal

Izar los paneles desde el centro de gravedad, ya sea que se levanten dispuestos de manera vertical u horizontal.

Utilizar ganchos de agarre especialmente diseñados para este propósito, que se instalan en las caras o cantos de los paneles. La especificación y ubicación debe definirla un especialista.

Hacer la descarga cuidando el material, evitando arrastrar o golpear los paneles.

Si se van a almacenar temporalmente en la obra, disponerlos separados del suelo, en una superficie nivelada y protegidos del sol y la lluvia.



SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

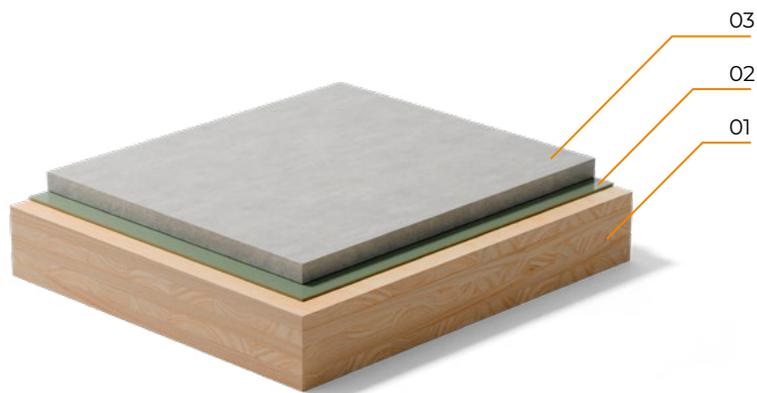
06

The image shows the interior of a wooden structure, likely a house under construction or a modern home. The ceiling is composed of horizontal wooden beams, and the walls are made of vertical wooden planks. A semi-transparent grey rectangular box with a white border is centered in the middle of the image, containing text. The text describes construction solutions for slabs and walls, mentioning technical backing for fire resistance, acoustic properties, and thermal performance, all in compliance with the General Ordinance of Urbanism and Construction.

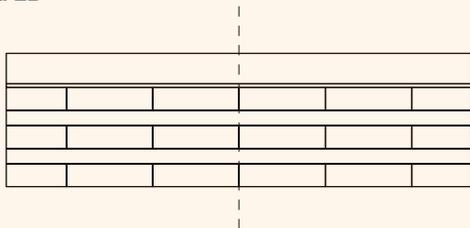
En esta sección presentamos soluciones constructivas de losas y muros que cuentan con los respaldos técnicos de resistencia al fuego, propiedades acústicas y desempeño térmico para ser aplicadas conforme a los requerimientos de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

# LOSAS DE PISO

## Losa de piso con CLT visto



Esquema 2D

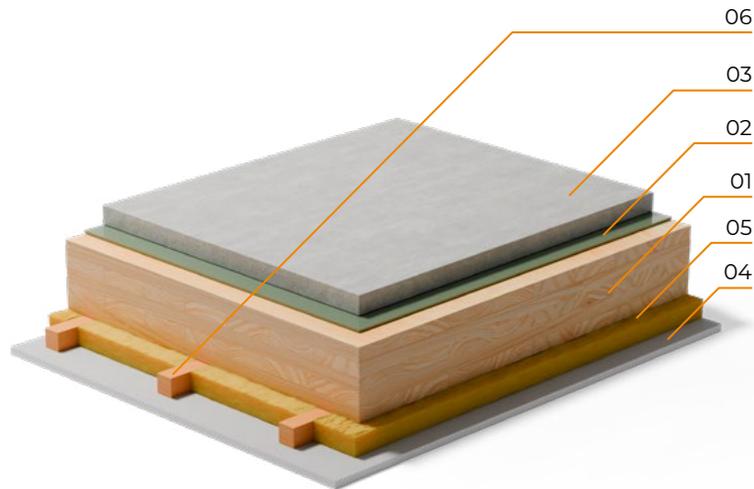


N°	MATERIAL
01	CLT HILAM 130 mm (30-20-30-20-30)
02	Membrana acústica Impactodan 5 mm
03	Losa de hormigón 40 mm

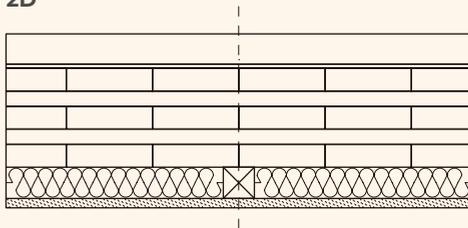
Resistencia al fuego (RF)	F - 60
Índice de reducción acústica (Rw+C)	46 dB (A)
Presión acústica de impacto normalizado (Ln,w)	71 dB

Peso	161,1 kg/m <sup>2</sup>
Espesor	175 mm

## Losa de piso con CLT revestido



Esquema 2D



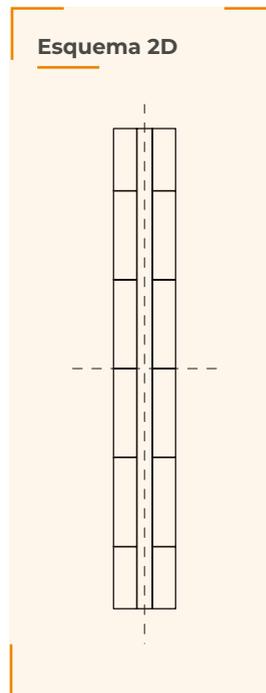
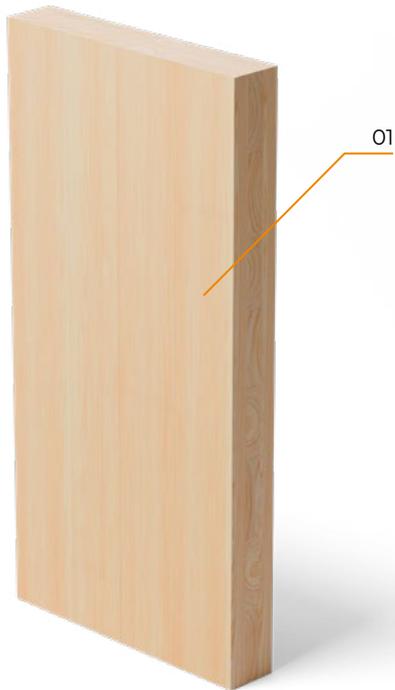
N°	MATERIAL
01	CLT HILAM 130 mm (30-20-30-20-30)
02	Membrana acústica Impactodan 5 mm
03	Losa de hormigón 40 mm
04	Yeso cartón RF Gyplac 12,5 mm
05	Lana de vidrio 11 kg/m <sup>3</sup> Cyplac 40 mm
06	Montantes de madera 41 x 41 mm

Resistencia al fuego (RF)	F - 60
Indice de reducción acústica (Rw+C)	49 dB (A)
Presión acústica de impacto normalizado (Ln,w)	61 dB

Peso	171,8 kg/m <sup>2</sup>
Espesor	228,5 mm

# MUROS INTERIORES

## Muro interior CLT visto



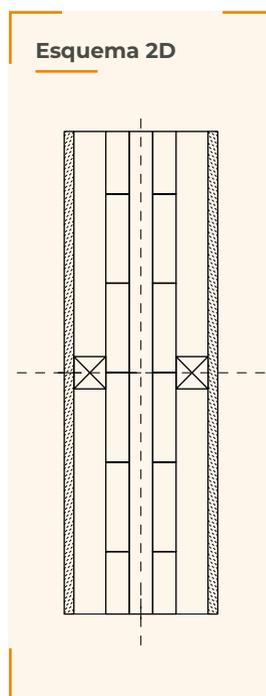
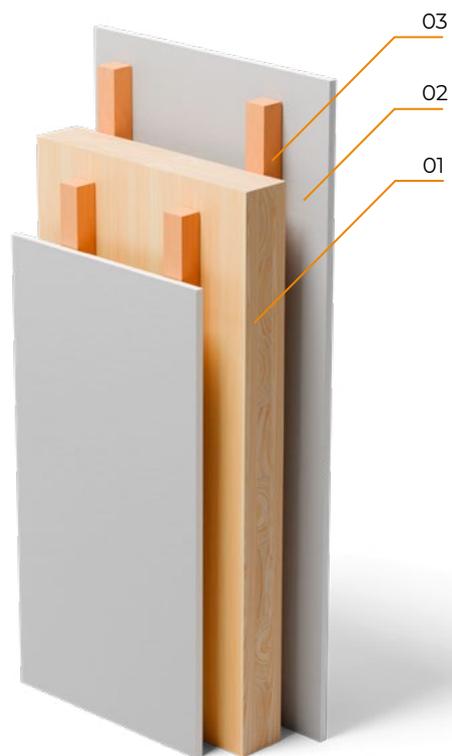
N°	MATERIAL
01	CLT HILAM 80 mm (30-20-30)

Resistencia al fuego (RF)	F - 30
---------------------------	--------

Peso*	96 kg/m
Espesor	80 mm

\*Para muro de 2,4 m de altura.

## Muro interior CLT revestido



Nº	MATERIAL
01	CLT HILAM 90 mm (30-30-30)
02	Yeso cartón RF Gyplac 12,5 mm
03	Madera de pino 41 x 41 mm c/400 mm

Resistencia al fuego (RF)

F - 60

Peso\*

157,2 kg/m

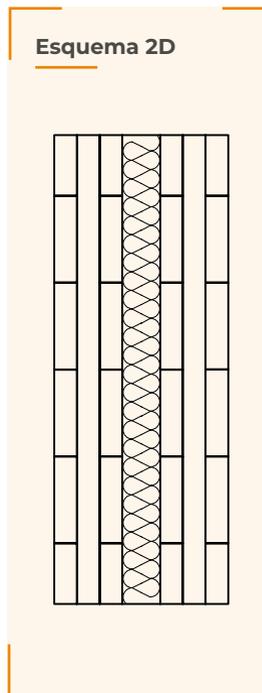
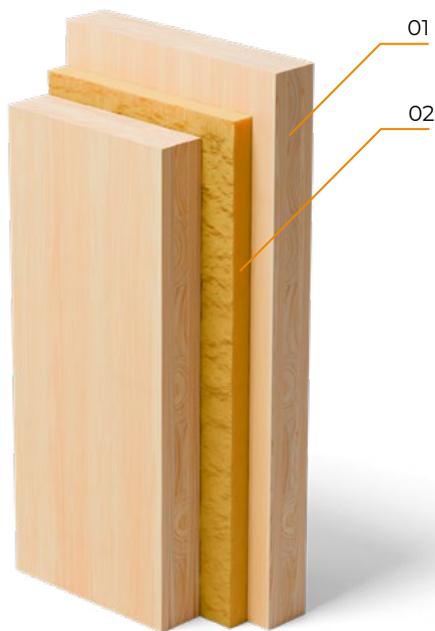
Espesor

197 mm

\*Para muro de 2,4 m de altura.

# MUROS DIVISORIOS

## Muro divisorio CLT visto



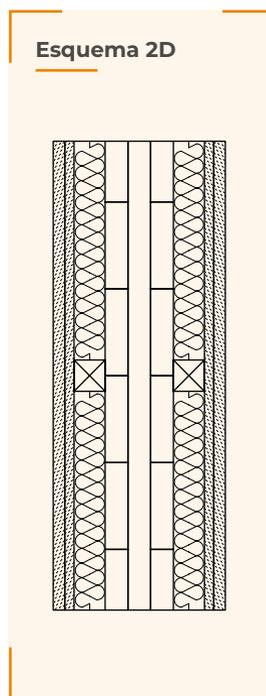
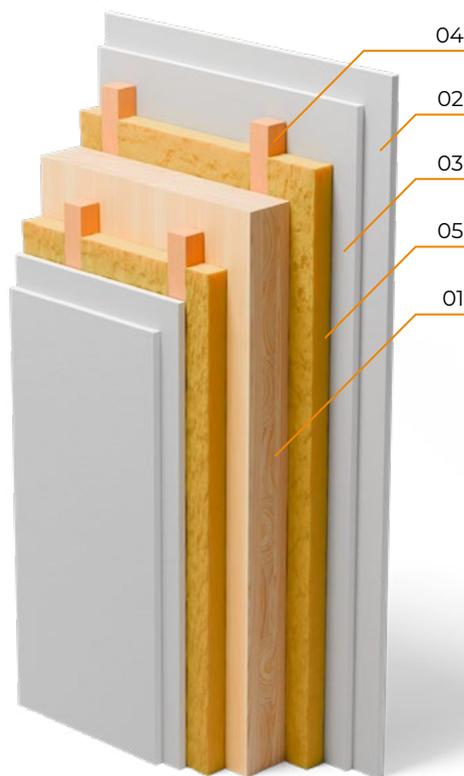
N°	MATERIAL
01	CLT HILAM 90 mm (30-30-30)
02	Lana mineral 40 kg/m <sup>3</sup> Romeral 50 mm

Resistencia al fuego (RF)	F - 60
Índice de reducción acústica (Rw+C)	49 dB (A)

Peso*	220 kg/m
Espesor	230 mm

\*Para muro de 2,4 m de altura.

## Muro divisorio CLT recubierto



N°	MATERIAL
01	CLT HILAM 90 mm (30-30-30)
02	Yeso cartón ST Glypac 15 mm
03	Yeso cartón RF Glypac 12,5 mm
04	Madera de pino 41 x 41 mm c/400 mm
05	Lana de vidrio 11 kg/m <sup>3</sup> Gyplac 40 mm

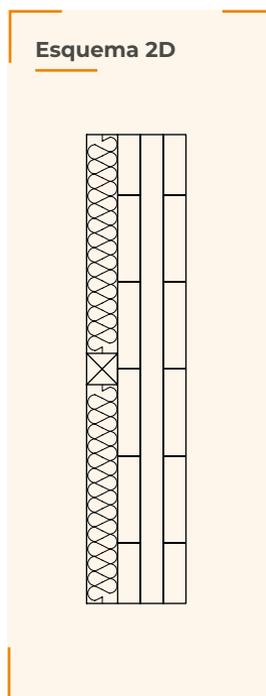
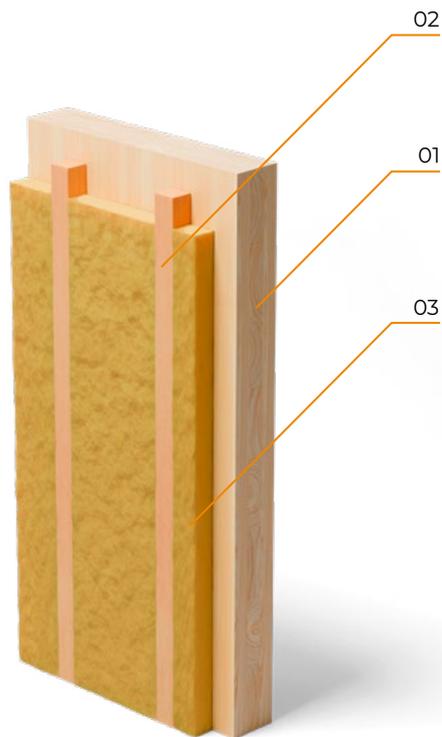
Resistencia al fuego (RF)	F - 60
Indice de reducción acústica (Rw+C)	46 dB (A)

Peso*	205,9 kg/m
Espesor	277 mm

\*Para muro de 2,4 m de altura.

# MUROS PERIMETRALES

## Muro perimetral CLT visto



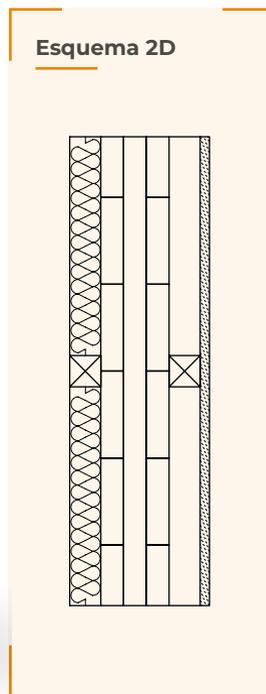
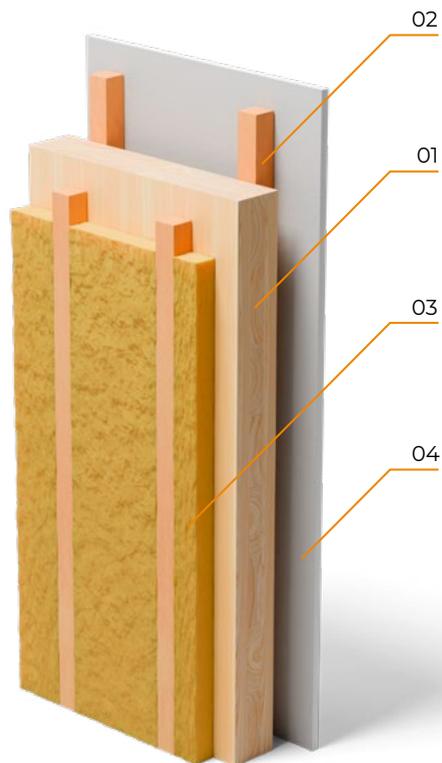
Nº	MATERIAL
01	CLT HILAM 90 mm (30-30-30)
02	Madera de pino 41 x 41 mm c/400 mm
03	Lana de vidrio 11 kg/m³ Gyplac 40 mm

Resistencia al fuego (RF)	F - 60
Transmitancia térmica (U)	0,54 (W/(m².K))

Peso*	114,4 kg/m
Espesor	131 mm

\*Para muro de 2,4 m de altura.

## Muro perimetral CLT visto



N°	MATERIAL
01	CLT HILAM 90 mm (30-30-30)
02	Madera de pino 41 x 41 mm c/400 mm
03	Lana de vidrio 11 kg/m <sup>3</sup> Gyplac 40 mm
04	Yeso cartón ST Glypac 12,5 mm

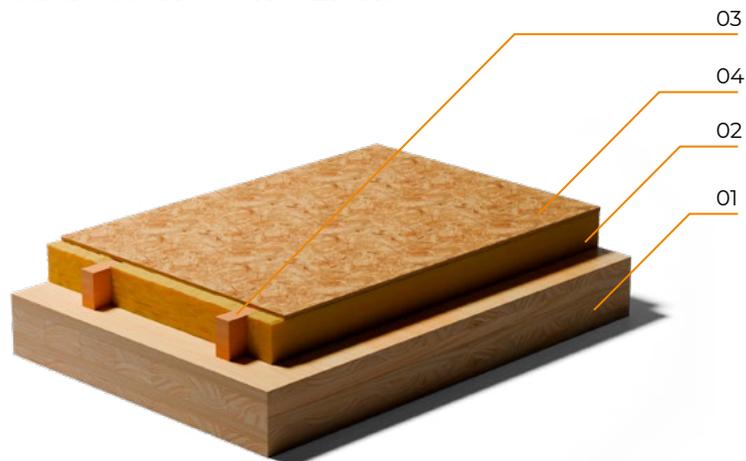
Resistencia al fuego (RF)	F - 60
Transmitancia térmica (U)	0,50 (W/(m <sup>2</sup> .K))

Peso*	139 kg/m
Espesor	184,5 mm

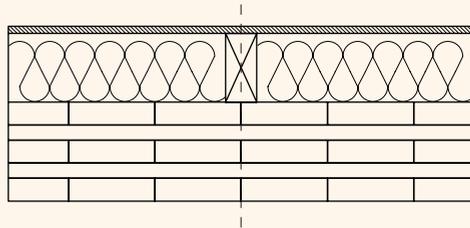
\*Para muro de 2,4 m de altura.

# LOSAS DE TECHO

## Losa de techo con CLT visto



### Esquema 2D

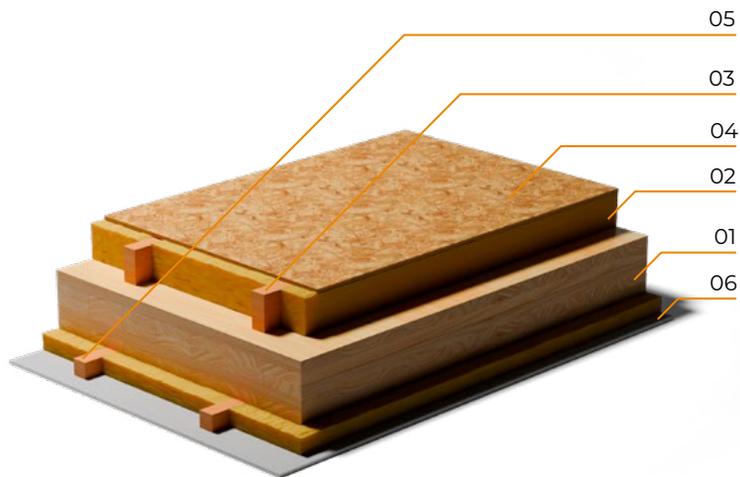


N°	MATERIAL
01	CLT HILAM 130 mm (30-20-30-20-30)
02	Lana de vidrio 11 kg/m <sup>3</sup> Cyplac 80 mm
03	Madera de pino 41 x 90 mm c/600 mm
04	OSB LP 9,5 mm

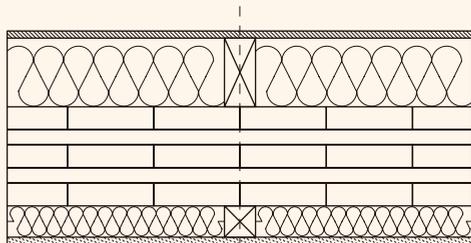
Resistencia al fuego (RF)	F - 30
Transmitancia térmica (U)	0,32 (W/(m <sup>2</sup> .K))

Peso	75,8 kg/m <sup>2</sup>
Espesor	229,5 mm

## Losa de techo con CLT revestido



Esquema 2D



N°	MATERIAL
01	CLT HILAM 130 mm (30-20-30-20-30)
02	Lana de vidrio 11 kg/m <sup>3</sup> Gyplac 80 mm
03	Madera de pino 41 x 90 mm c/600 mm
04	OSB LP 9,5 mm
05	Madera de pino 41 x 41 mm c/400 mm
06	Yeso cartón ST Glypac 10 mm

Resistencia al fuego (RF)	F - 30
Transmitancia térmica (U)	0,25 (W/(m <sup>2</sup> .K))

Peso	89,8 kg/m <sup>2</sup>
Espesor	280,5 mm



Un mundo sustentable  
es en madera