

2019

ANÁLISIS TÉCNICO – ECONOMICO DE LA UTILIZACIÓN DE MADERA CONTRALAMINADA EN UNA VIVIENDA

ULLOA ILLANES, MATIAS IGNACIO

<https://hdl.handle.net/11673/46805>

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA
SEDE CONCEPCION
“REY BALDUINO DE BELGICA”

ANÁLISIS TÉCNICO – ECONOMICO DE LA UTILIZACIÓN DE MADERA
CONTRALAMINADA EN UNA VIVIENDA.

TRABAJO PARA OPTAR AL TITULO PROFESIONAL DE
TECNICO EN CONSTRUCCIÓN

Alumno: Matías Ignacio Ulloa Illanes

Profesor Guía: Angélica López Guzmán.

2019.

RESUMEN DEL PROYECTO

Para comenzar en nuestro país, siendo uno de los mayores productores de madera solo se utiliza un 13,9% de toda su producción, es por eso que en este proyecto se profundizará en un sistema constructivo nuevo que nuestro país quiere empezar a implementar para que este porcentaje incremente y sobre todo poder utilizar lo que es nuestro.

Este documento presenta una comparación de dos métodos contractivos relacionados ambos entre si ya que los dos métodos se realizan con madera. Un método es con madera convencional y el otro en el cual profundizaremos un poco más es la madera contralaminada. De todo esto veremos ensayos, tipos de uniones, tipos de fijaciones, la más simple en el momento de fabricación y de instalación y una comparación económica de cada uno de estos métodos.

Con todo esto mencionado se busca buscar cual es la mejor opción al momento de construir una vivienda.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
1 FORMULACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	2
1.1 EXPOSICIÓN GENERAL DEL PROBLEMA	2
1.2 PRINCIPALES INTERROGANTE DEL PROYECTO	3
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYETO	3
1.4 METODOLOGIA PROPUESTA PARA REALIZAR EL PROYECTO	3
1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO	4
1.5.1 OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO	4
1.5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	4
1.6 MARCO TEORICO	5
1.7 MARCO NORMATIVO	7
PRIMER CAPITULO: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA CONTRALAMINADA	11
GENERALIDADES	12
¿QUE ES LA MADERA CONTRALAMINADA?	12
CARACTERISTICAS FISICAS	13
PROCESO DE FABRICACIÓN	14
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	16
Resistencia al fuego de un elemento de entre piso de madera	16
Ensayos de carga	21
Ensayo de determinación de coeficiente de transmisión térmica	28
SEGUNDO CAPITULO: CARACTERIZAR EL METODO CONSTRUCTIVO DE LA MADERA CONTRALAMINADA Y MADERA CONVENCIONAL	34
GENERALIDADES	35
TIPO DE UNIONES DE LA MADERA CONTRALAMINADA	35
TIPO DE FIJACIONES DE LA MADERA CONTRALAMINADA	39
TIPO DE UNIONES DE MADERA CONVENCIONAL	42
TIPO DE FIJACIONES DE MADERA CONVENCIONAL	46
PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA MADERA CONVENCIONAL	50

PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA MADERA CONTRALAMINDA.....	54
TERCER CAPITULO: COMPARACION ECONOMICA ENTRE EL SISTEMA CONSTRUCTIVA CON MADERA CONTRALAMINADA Y LA MADERA CONVENCIONAL EN UNA VIVIENDA.....	58
GENERALIDADES.....	59
COTIZACION MADERA CONVENCIONAL.....	60
ANALISIS DE PRECIO UNITARIO.....	61
COTIZACION MADERA CONTRALAMINADA.....	71
ANALISIS DE PRECIO UNITARIO.....	72
CUADRO COMPARATIVO DE COTIZACIONES.....	79
MADERA CONVENCIONAL	79
MADERA CONTRALAMINADA	79
4. CONCLUSIONES.....	80
4.1 CONCLUSIÓN PRIMER OBJETIVO ESPECÍFICO.....	80
4.2 CONCLUSIÓN SEGUNDO OBJETIVO ESPECÍFICO.....	80
4.3 CONCLUSIÓN TERCER OBJETIVO ESPECÍFICO.....	81
4.4 CONCLUSIÓN GENERAL.....	81
Bibliografía	82
WEBGRAFIA.....	82

INDICE DE FIGURA

- Figura n°1: Grafico de porcentaje de construcción con madera.
- Figura n°2: Composición de un panel contralaminada.
- Figura n°3: Capas y grosor madera contralaminada.
- Figura n°5: Esquema general del elemento ensayado.
- Figura n°6: Gráficos de resultados de los ensayos de carga horizontal.
- Figura n°7: implementación del ensayo de carga horizontal.
- Figuras n°8 y n°9: Falla carga horizontal.
- Figuras n°10: Detalle constructivo.
- Figuras n°11: Corte muro sometido a ensayo.
- Figuras n°12: Formula método y equipo.
- Figuras n°13: Esquema montaje experimental.
- Figuras n°14: Unión de panel de ensamblado para una losa.
- Figuras n°15: Unión traslape de juntas para losas de madera.
- Figuras n°16: Unión perfil dentado.
- Figuras n°17: Unión doble lengüeta.
- Figuras n°18: Tornillo auto-roscante.
- Figuras n°19: Clavos.
- Figuras n°20: Pernos.
- Figuras n°21: Unión machimbrado dentado.
- Figuras n°22: Unión caja y espiga.
- Figuras n°23: Unión de dado.
- Figuras n°24: Unión a media madera.
- Figuras n°25: Clavos
- Figuras n°26: Tirafondos o tornillo de madera.
- Figuras n°27: Pernos.
- Figuras n°28: Grapas.
- Figuras n°29: planta de la vivienda

INDICE DE TABLAS

- Tabla n°1: Zona climática empleada para la edificación.
- Tabla n°2: Durabilidad de la madera
- Tabla n°3: Tablas asociadas a la generación de gráficos de resultado.

INTRODUCCIÓN

Por años el desarrollo forestal en Chile se ha orientado hacia el mercado externo; ya que la madera no ha sido considerada como un material primario para la construcción de casas o edificios. El desconocimiento de ella, ha llevado al consumidor a preferir otros materiales más conocidos en el ámbito de la construcción. Esta situación no es la misma en el extranjero, en donde ha tenido un gran desarrollo en sistemas constructivos para edificaciones de mediana altura, posicionándose fuertemente como un material de construcción. Actualmente en nuestro país, se hace necesario avanzar hacia un modelo de construcción sostenible y renovable, en el cual la madera juega un rol importante.

La madera contralaminada fue desarrollada por primera vez en Australia, y dentro de los últimos 20 años la producción de este material se ha extendido a Europa y a lugares de América del norte, en donde está empezando a ganar gran popularidad. Se estima que los edificios contruidos con estos paneles de madera contralaminada, podrían representar una solución a las necesidades de vivienda de las personas, bajo los estándares térmicos y acústicos actuales, en comparación con los sistemas tradicionales en Chile.

La madera contralaminada está formada por capas impares de madera encolada, dispuestas de forma cruzada, es decir, que las orientaciones de las fibras de dos capas adyacentes son perpendiculares entre sí, formando elementos de madera maciza de gran tamaño. Debido a la orientación cruzada que tienen las capas longitudinales y transversales, la losa adquiere mayor rigidez.

La madera contralaminada está siendo una solución prometedora en varias partes del mundo, para competir en sectores donde el acero y el hormigón han predominado tradicionalmente. En este trabajo abordaremos todo lo que tiene que ver con la edificación con madera contralaminada haciendo una comparación con la madera convencional.

1 FORMULACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

1.1 EXPOSICIÓN GENERAL DEL PROBLEMA.

EL % DE CONSTRUCCIÓN CON MADERA

El jefe de la Ditec destacó en su intervención los beneficios de la construcción en madera estandarizada, cuyos atributos, como menor tiempo de ejecución, fácil transporte y buen comportamiento térmico, entre otros, le permiten convertirse en una alternativa que aporta sustentabilidad y productividad a la industria de la construcción.

Pero sin embargo Chile solo utiliza el 18 % en construcción con madera; esto, considerando que Chile es uno de los diez mayores productores de madera en el mundo y, sin embargo, cosecha cinco veces la que consume.

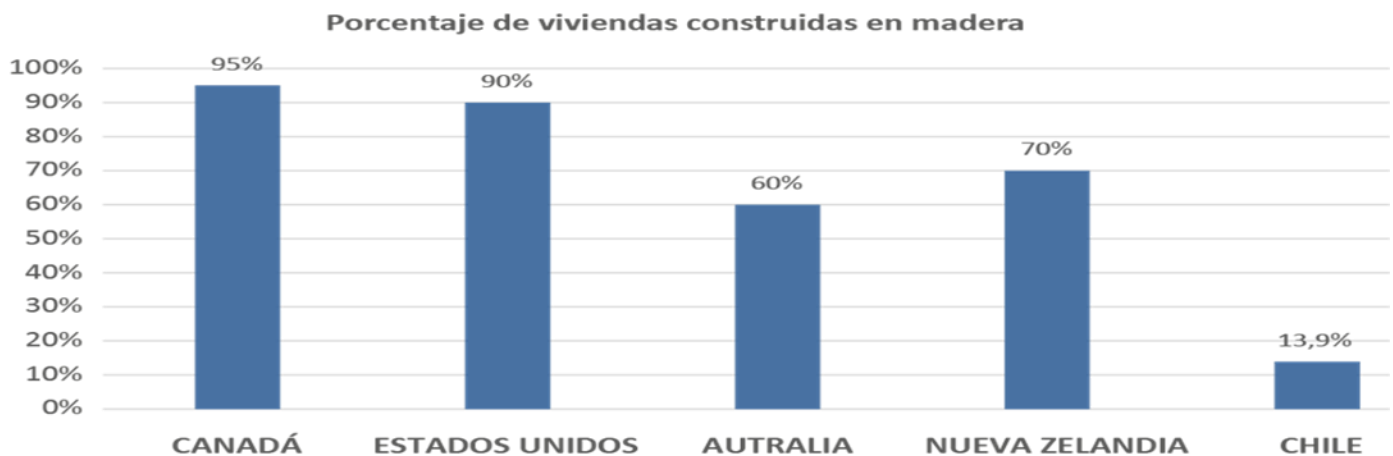


Figura n°1: Grafico porcentaje de construcción con madera

Fuente: Ministerio de vivienda y urbanismo

1.2 PRINCIPALES INTERROGANTE DEL PROYECTO

- ¿Se podrá construir edificios de madera?
- ¿Cuáles serían las exigencias para construir edificios de madera?
- Qué tipo de construcciones es más económico ¿edificios de madera contralaminada o la tabiquería normal?
- ¿Podrían los edificios de madera ser de fácil mantención?

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYETO

La justificación de este trabajo es:

- Impulsar la construcción con madera contralaminada en Chile.
- Demostrar los atributos de la construcción con madera contralaminada que aportan sustentabilidad y productividad en la industria de la construcción.

1.4 METODOLOGIA PROPUESTA PARA REALIZAR EL PROYECTO

La obtención de la información se realizará de la siguiente manera:

- Entrevistas con proveedores.
- Búsqueda de información en la web.
- Visita a terreno en alguna construcción.
- Cotización.

1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.5.1 OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

Analizar técnica y económicamente la utilización de la madera contralaminada en Viviendas.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Dar a conocer las características físicas y mecánicas de la madera contralaminada como material de construcción de viviendas.
- Caracterizar el método constructivo de la madera contralaminada y madera convencional en Viviendas.
- Realizar una comparación económica entre el sistema constructivo con madera contralaminada y la madera convencional en una Vivienda.

1.6 MARCO TEORICO

En la antigüedad, los refugios naturales ya no le brindaban seguridad suficiente al hombre por lo que comenzaron a fabricar chozas con las ramas secas que caían de los árboles. Se dice que la madera fue uno de los primeros materiales que se emplearon para la construcción de albergues. A medida que pasaba el tiempo, aparecieron las hachas y cuchillos fabricados en piedra, lo cual permitió que los primitivos cortaran trozos más gruesos de madera y devastarlos hasta conseguir un material más duro y resistente para sus albergues y demás construcciones. En la historia de las construcciones en madera, no se conocen rastros fósiles de construcciones hechas por el hombre primitivo debido a que la madera no se fosiliza como la piedra. Por esta razón, solo existe constancia explícita de las construcciones antiguas de los pocos pueblos que aún siguen viviendo y conservando estas edificaciones como los aborígenes del Amazonas, los papúes de Nueva Guinea o las construcciones Celtas tradicionales ubicadas en Galicia y Asturias. El tratado más antiguo sobre la construcción data del siglo I a.C., y procede de la civilización Romana, escrita en pleno reinado de Cesar Augusto quien fue el fundador del imperio. Sobre el año 25 a.C., Marco Vitruvio, arquitecto e ingeniero romano, escribió un tratado sobre la arquitectura y las técnicas de construcción en

Roma titulado “De Architectura”, según este libro, la arquitectura descansa en tres principios: La belleza, la firmeza y la utilidad, que es la función de la arquitectura. La obra de Marco Vitruvio, recopila las primeras descripciones sobre la composición, cualidades y usos de la madera, profundizando en las características de la madera frente a los xilófagos (consumidor primario de madera). Las grandes ciudades de la antigüedad estaban formadas por viviendas familiares construidas en madera sin tratar, además que usaban la leña para cocinar y calentarse, hacía que los incendios fueran muy frecuentes lo que causó que la madera poco a poco dejara de usarse como material de construcción y emplearan el adoquín como material más favorable. Al pasar el tiempo, y gracias a los tratamientos a los que se somete la madera, ha recuperado su buena fama como material fiable de construcción. En los países del norte de Europa, especialmente los Escandinavos, la madera siempre ha sido su principal material de construcción por sus cualidades isotérmicas y se ha demostrado su excelente comportamiento en caso de incendio. Las columnas en madera no se colapsan frente a un incendio, sino que se ennegrecen y se endurecen evitando que la estructura que mantienen se colapse.

Podemos observar varios tipos de madera con las que se pueden construir estos son algunos:

Tableros macizos, Chapas y láminas, Listones y tableros, Molduras o perfiles, Redondos, Tableros contrachapados, madera contralaminada. Siendo esta última es la que analizaremos más a fondo.

Que es la madera contralaminada: Son tableros de madera maciza compuestos de varias capas de tablas, por lo general, dispuestas en ángulo recto, colocadas de forma plana en cruz una sobre otra.

1.7 MARCO NORMATIVO

A continuación, se dan a conocer las principales normativas relacionadas con la construcción en madera:

Según la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

Las construcciones con estructura soportante de madera y las prefabricadas de madera a que se refieren las clases E y H, deberán cumplir con las disposiciones del artículo 5.6.8. De esta Ordenanza. Igualmente las piezas o elementos de madera, ya sea estructural o de terminación, sometidos o no a cálculo estructural que contengan las demás clases de construcción, deberán cumplir con las disposiciones de los artículos 5.6.6. Y 5.6.8. de esta Ordenanza.

Artículo 5.6.6. Los entramados de madera deberán ejecutarse con piezas aceptadas

Según agrupamiento y clasificación que estén contempladas en las normas Nch 1989, Nch 1970/1, Nch 1970/2 y Nch 1207. Se recomienda, en general, apoyar las viguetas sobre la cadena que, para tal objeto, debe sobresalir del paramento del muro del piso superior, o bien apoyarlas sobre una solera adosada a la cadena. Se permite, también, apoyar el envigado sobre la cadena, al interior del muro, y construir posteriormente la albañilería del piso superior, siempre que los extremos de las viguetas se forren con cartón o fieltro embreado. En este caso, la reducción de la sección horizontal de la albañilería no podrá exceder de 1/6 y el relleno entre viguetas deberá hacerse de hormigón. Cualquiera que sea la disposición del apoyo de los entramados de madera de los muros y su ubicación con respecto a la altura del edificio, se cuidará que la estructura no esté expuesta a la influencia de la humedad, o que carezca de una aireación suficiente.

Artículo 5.6.8. Los elementos estructurales de madera deberán cumplir con los siguientes requisitos:

1. Ser aceptada conforme a la norma NCh 1989.

2. De acuerdo a la zona climático-habitacional en que se emplace la edificación, según:

ZONA CLIMATICO-HABITACIONAL	HUMEDAD PERMITIDA	
	MINIMA %	MAXIMA %
Norte litoral	11	18
Norte desértica	5	9
Norte valle transversal	11	16
Central litoral	11	17
Central interior	9	20
Sur litoral	12	22
Sur interior	12	22
Sur extremo	11	22

Tabla n°1: Zona climática empleada para la edificación

la norma Nch 1079, o la que la reemplace, su humedad deberá quedar comprendida dentro de los límites establecidos en la siguiente tabla:

3. Su durabilidad, de acuerdo a la norma NCh 789/1, deberá corresponder a las cuatro primeras categorías que se indican en la siguiente tabla, o bien, a la quinta categoría, pero en este último caso deberá haber sido preservada conforme a la norma NCh 819.

CATEGORIA	MADERA NOMBRE COMUN
1. Muy durables	Alerce Ciprés de las Guaitecas Roble
2. Durables	Lenga Lingue Rauli
3. Moderadamente durables	Canelo Coigüe Tineo Ulmo
4. Poco durables	Araucaria Eucalipto Laurel Mañío hembra Mañío macho
5. No durables	Alamo Olivillo Pino insignie Tepa

Tabla n°1: Zona climática empleada para la edificación.

Fuente: Ministerio de vivienda y urbanismo

NORMAS CHILENAS PARA LA MADERA CONTRALAMINADA.

NCh.2148 - Madera laminada encolada estructural- Requisitos, métodos de muestreo e inspección.

- Esta norma especifica los requisitos para los componentes de los elementos estructurales de madera laminada encolada y los requisitos mínimos para la fabricación de estos elementos estructurales.

NCh. 2150.Of 1991 - Madera encolada laminada- Clasificación mecánica y visual de pino radiata.

- Esta norma establece una clasificación para la madera aserrada de pino radiata destinada a la fabricación de elementos estructurales laminados encolados

NCh.819:2012 - Madera preservada- pino radiata – Clasificación según riesgo de deterioro en servicio muestreo.

- Esta norma establece la clasificación de riesgo de deterioro que puede sufrir la madera de pino radiata bajo conducciones de uso por el ataque de agentes biológicos los requisitos de retención y penetración del preservante, y los criterios de muestreo

NCh. 1207.Of 2005 – Pino radiata – clasificación para uso estructural – Especificaciones de los grados de calidad.

- Esta norma establece los requisitos que debe cumplir cada pieza de madera aserrada o cepillada seca (con un contenido de humedad menor al 19%) de pino radiata destinada a uso estructural, que se clasifica por un procedimiento visual.

Fuente: Normas técnicas minvu

**PRIMER CAPITULO: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA
CONTRALAMINADA**

GENERALIDADES

En el presente capítulo se darán a conocer las características físicas y mecánicas de la madera contralaminada además de sus procesos de fabricación.

¿QUE ES LA MADERA CONTRALAMINADA?

Tablero formado por al menos 3 capas de tablas de madera estructural encoladas sólo por sus caras, de forma que las capas sucesivas son perpendiculares entre sí.

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

La madera contralaminada se diferencia 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 diferente, y unas prestaciones estructurales diferentes.

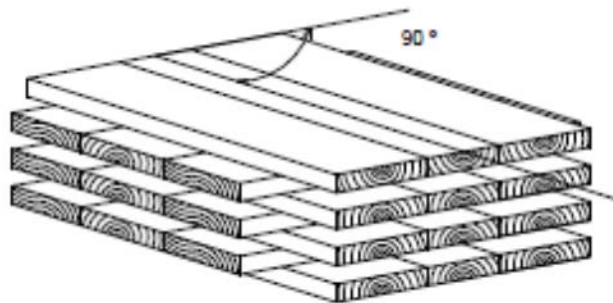


Figura n°2: Composición de un panel contralaminado.

CARACTERISTICAS FISICAS

La tecnología de optimización y pegado de los tableros contralaminados consigue que el material se comporte con mayor homogeneidad, estabilidad dimensional y sin restricciones en medidas.

Los paneles de madera contralaminada están formados por varias capas impares de madera aserrada encolada de manera que la orientación de las fibras de dos capas adyacentes es perpendicular entre sí.

Los paneles trabajan de forma bidireccional, similar a como lo haría una losa prefabricada de hormigón, con la diferencia de su ligereza y la facilidad de trabajar y realizar ajustes en los mismos.

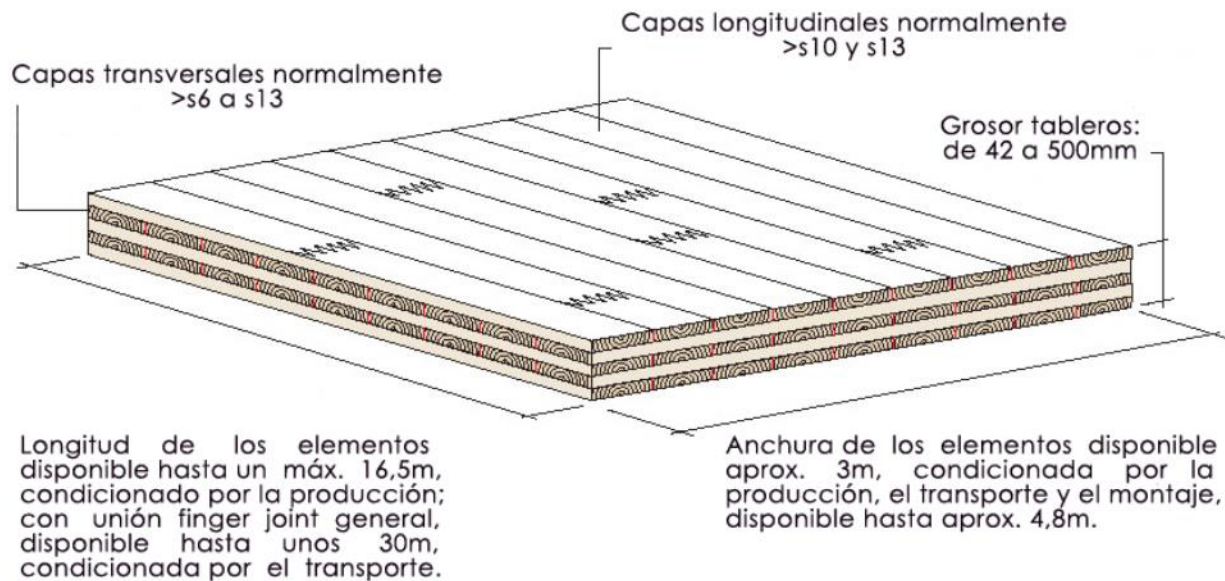


Figura nº3: Capas y grosor madera contralaminada.

PROCESO DE FABRICACIÓN.

La fabricación del panel dependerá de la calidad de la madera y el control de parámetros que afectan a la unión adhesiva. Por eso es importante la elección de la madera a utilizar en el panel, la que debe ser cepillada, para obtener una adherencia fuerte y duradera. Además se recomienda que la madera tenga un contenido de humedad del $12\% \pm 2\%$ para reducir al mínimo las tensiones internas entre las piezas, debido a la contracción diferencial que se produce por la diferencia del contenido de humedad. También es necesario utilizar el mismo grado estructural para toda la madera utilizada en la dirección principal. Del mismo modo se hará para las capas cruzadas.

Los adhesivos de poliuretano, los cuales existen en una gran variedad son los utilizados en la fabricación de CLT. Los tipos más adecuados para su empleo estructural son sin solvente y están basados en un poliol líquido que reacciona con un isocianato. Los poliuretanos muestran una gran resistencia al calor y la humedad y se unen bien a metales y otros materiales. Este se aplica en líneas paralelas en un sistema hermético directamente desde el contenedor del adhesivo, debe ocurrir dentro de las 24 horas de cepillado para superar problemas como la oxidación de la superficie, el envejecimiento y la inestabilidad dimensional de la madera, para mejorar la humectabilidad y la efectividad de la adhesión (Gabriel 2009). Y por último, la presión de ensamblado es un paso crítico en la fabricación de CLT ya que, de éste depende la adhesión adecuada y su calidad. En general se utilizan 2 tipos de equipos que son: la prensa de vacío y la prensa hidráulica.

La prensa de vacío, genera una presión máxima de 0,1 [MPa] la cual puede considerarse baja, esta presión es tan baja que no es capaz de corregir las deformaciones o irregularidades de las tablas para conseguir un correcto ensamblado del panel. Sin embargo, se puede realizar un cepillado de las tablas para obtener una óptima calidad, con la finalidad de asegurar espesores homogéneos y totalmente planos que permitan un empalme perfecto del tablero de CLT (Viotto 2013).

Una prensa hidráulica rígida puede generar mayor presión vertical llegando hasta los 6 [MPa], sin embargo solo es necesaria una presión de 0,28[MPa] a 0,55 [MPa] para reducir al mínimo los posibles huecos entre las piezas de madera. A veces es necesario aplicar una presión lateral para asegurar que no hay separación entre las tablas de una sola capa, pues el margen de separación entre ellas debe estar controlado (Viotto 2013).

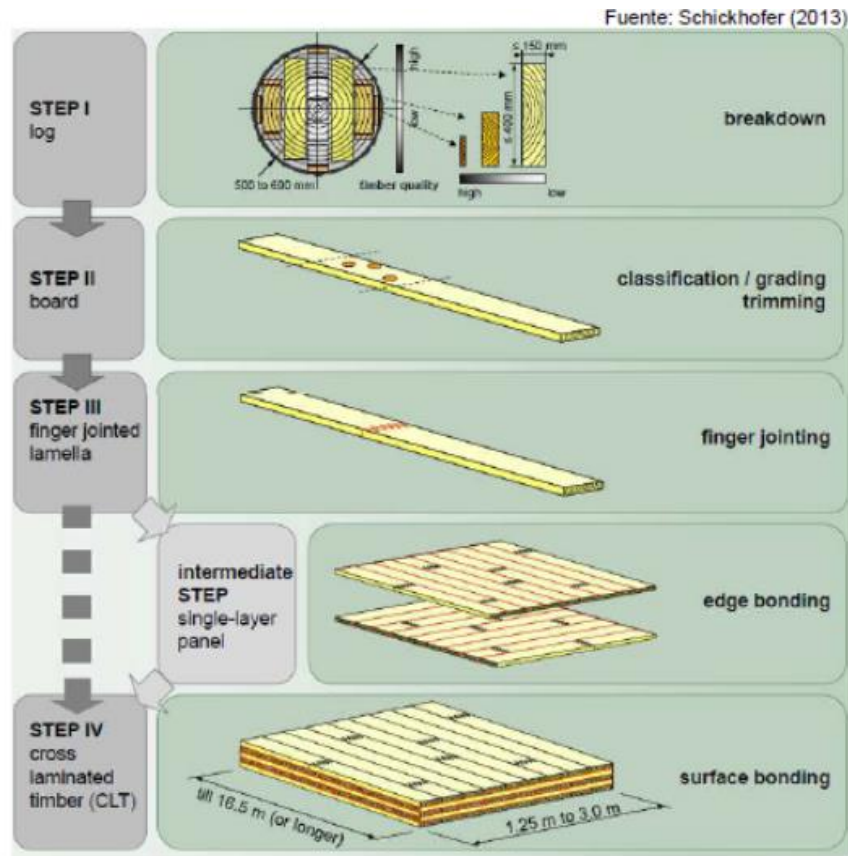


Figura n°4: Fabricación de la madera contralaminada.

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS.

Resistencia al fuego de un elemento de entre piso de madera

Descripción del ensayo:

El ensayo consiste en exponer el elemento bajo prueba y por una de sus caras, al calor de un horno de modo de imprimirle una temperatura, según la curva normalizada de tiempo-temperatura señalada en NCh 935/1 Of. 97, regida por la relación $T = 345 \log (8t + 1)$, donde T es la temperatura del Horno en grados Celsius por sobre la temperatura inicial, T0, y t es el tiempo transcurrido expresado en minutos, como se muestra a continuación:

t, minutos 0 5 15 30 60 90 120 150 180

T+T0, °C 20 576 739 842 945 1006 1049 1082 1110.

De acuerdo a la norma, las condiciones de ensayo deben corresponder a un incendio real. Para ello, el elemento en prueba se coloca en posición horizontal en el horno, cuya superficie de exposición es de 12 m².

Para poder elevar la temperatura según lo estipulado en 3.1 se emplean quemadores a gas licuado con una potencia aproximada de una giga caloría hora (1 Gcal = 109 cal).

Las temperaturas se miden por medio de termocuplas en la cara expuesta al fuego y por radiación infrarroja en la cara no expuesta

Criterios de resistencia al fuego:

Capacidad de soporte de carga: La determina el instante en que el elemento no pueda seguir cumpliendo la función de soporte de carga para la cual fue diseñado.

Aislamiento térmico: La determina el tiempo transcurrido en ascender la temperatura de la cara no expuesta hasta 180 °C puntual o 140 °C promedio por sobre la temperatura ambiente inicial.

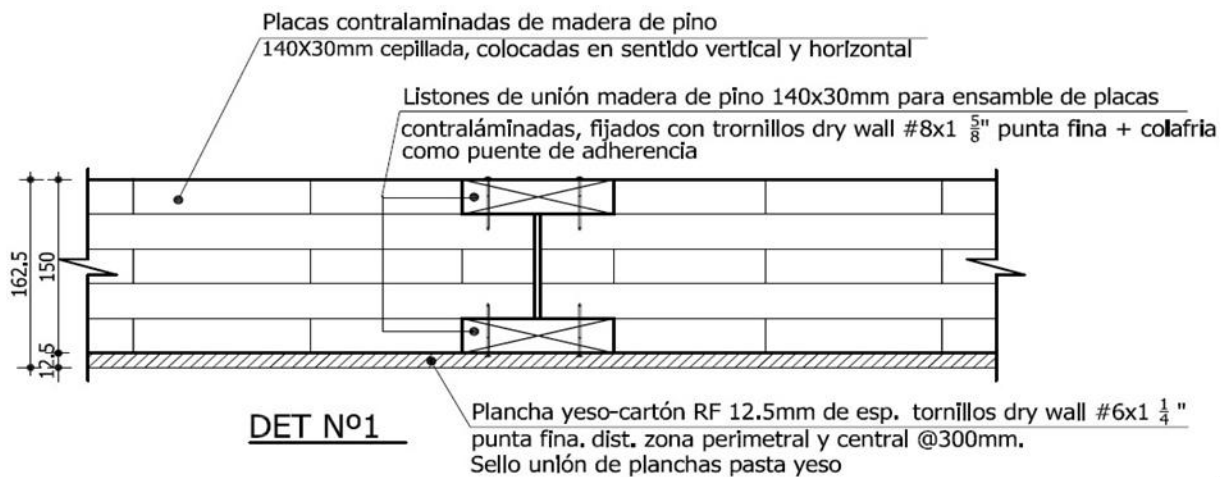
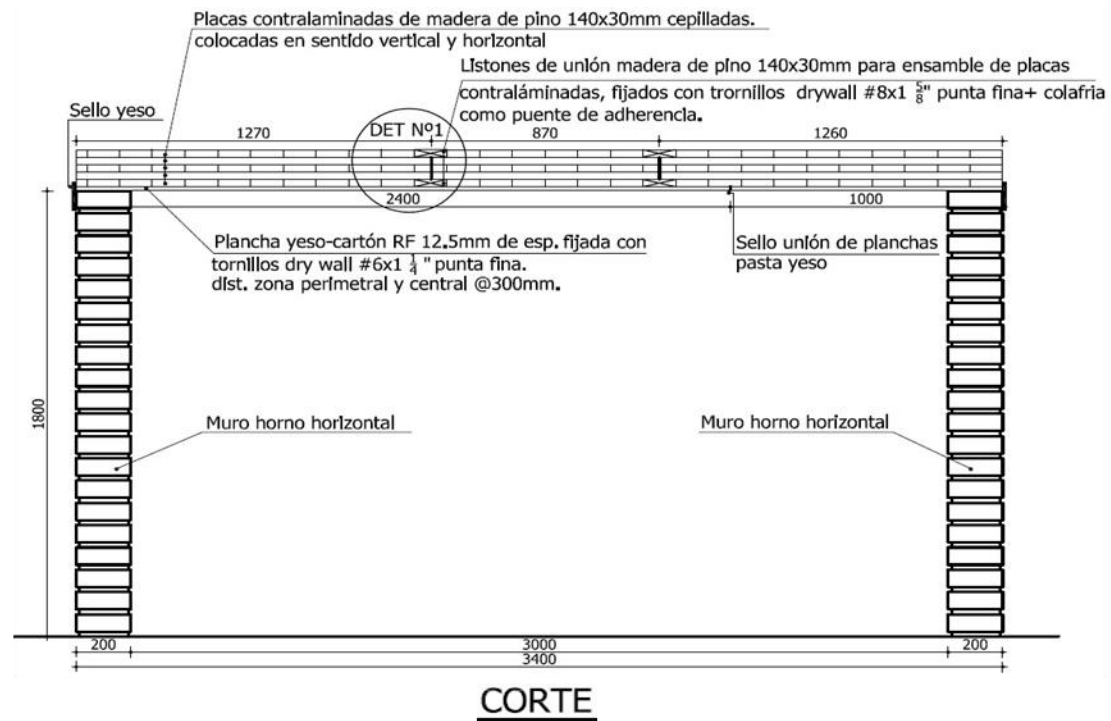
Estanquidad: La determina el instante en que las llamas (o gases de alta temperatura) se filtran por las juntas o a través de eventuales grietas o fisuras formadas durante el ensayo.

Emisión de gases inflamables: Los gases emitidos por la cara no expuesta, se considerarán inflamables si arden al aproximar una llama cualquiera y continúan espontáneamente ardiendo al menos durante 20 s de retirada la llama.

Características del elemento:

El elemento de entrepiso está constituido por cinco placas de madera contralaminadas, colocadas y pegadas una sobre otra en forma horizontal. Cada placa está formada por listones de pino radiata cepillado de 140 x 30 [mm] fijados con tornillos "Drywall" punta fina de 8 x 1 5/8" y adhesivo de poliuretano. Las configuraciones de todas las placas forman un elemento de entrepiso de 4,4 [m] de largo por 3,4 [m] de ancho y 0,15 [m] de espesor. Este entrepiso cubre toda la boca horizontal del horno quedando una superficie expuesta al fuego de 12 [m²].

Como terminación inferior del elemento (cara expuesta al fuego) se colocó una plancha de yeso-cartón "RF" de 12,5 [mm] de espesor sujeta a las placas de madera con tornillos "Drywall" punta fina de 6 x 1 1/4" distanciados 300 [mm] uno de otro. Las juntas de plancha de yeso-cartón se sellaron con pasta a base de yeso. El entrepiso terminado se selló al horno en todo su perímetro con lana mineral y yeso. El espesor total del elemento de entrepiso resultó ser de 162,5 [mm] aproximadamente.



Medidas en milímetros

Figura n°5: Esquema general del elemento ensayado.

Valores de referencia

De acuerdo a la norma NCh 935/1 los elementos de construcción, una vez sometidos a ensayos de resistencia al fuego, se clasifican, de acuerdo a su duración, en las siguientes clases:

Clase F0 menor de 15 minutos

Clase F15 mayor o igual a 15 y menor de 30 minutos

Clase F30 mayor o igual a 30 y menor de 60 minutos

Clase F60 mayor o igual a 60 y menor de 90 minutos

Clase F90 mayor o igual a 90 y menor de 120 minutos

Clase F120 mayor o igual a 120 y menor de 150 minutos

Clase F150 mayor o igual a 150 y menor de 180 minutos

Clase F180 mayor o igual a 180 y menor de 240 minutos

Clase F240 mayor o igual a 240 minutos.

Resultados y Observaciones.**Capacidad de soporte de carga:**

Al elemento se le aplicó una carga uniformemente distribuida de 100 kg por m² sobre el piso. El elemento cumplió la función estructural hasta el final del ensayo.

Aislamiento térmico:

La temperatura puntual máxima admisible de 210 °C en la cara no expuesta al fuego del elemento de entrepiso, se produjo a los 97 minutos de iniciado el ensayo. En ese instante la temperatura promedio era de 152 °C.

Estanquidad:

El elemento se mantuvo estanco a las llamas hasta el final del ensayo.

Emisión de gases inflamables:

Durante el ensayo no hubo emisión de gases inflamables.

Observaciones adicionales

La cara expuesta al fuego fue la parte inferior del entrepiso (cielo, plancha de yeso-cartón RF de 12,5 [mm] de espesor).

El entrepiso se fijó y apoyó sobre la boca del horno, en todo su perímetro. Todo el perímetro exterior se selló con lana mineral y pasta a base de yeso.

Ensayos de carga.

Descripción de ensayo:

Es un ensayo el cual se aplica incremento de carga iguales con una tolerancia de 10% de la carga. Siempre el número de incremento de la carga fue superior a 5 y, después de la aplicación de cada incremento de carga, se mantuvo el nivel de carga lo más constante posible por un periodo adecuado.

IDENTIFICACION DEL PANEL DE ENSAYO:

Marca y tipo:

Panel de geometría rectangular (1200x2400mm), de madera contralaminada con lamelas de pino radiata GI (12% humedad) de 30x 120 (mm) distribuidas en 3 capas y adheridas con PU Purbond, generando un panel de 90 (mm) de espesor. Según la norma NCh806 corresponden al tipo VI clase C.

Geometría:

Simétrico con respecto a sus revestimientos.

Dimensiones:

Alto: 2.40 (m)

Largo: 1.20(m)

Espesor: 0.09 (m)

Materiales y características constructivas:

Panel de geometría rectangular (1200x2400mm), de madera contralaminada con lamelas de pino radiata G 1(12% humedad) de 30x120 (mm) distribuidas en 3 capas y adheridas con PU Purbond, generando un panel de 90 (mm) de espesor. No tienen revestimiento adicional exterior ni interior.

CARACTERISTICAS DEL ENSAYO:**Tiempo de mantención de la carga:**

En los 3 ensayos se aplicaron incrementos de cargas iguales, con una tolerancia de 10% de la carga. Siempre el número de incrementos de carga fue superior a 5 y, después de la aplicación de cada incremento de carga, se mantuvo el nivel de carga lo más constante posible por un periodo adecuado.

Normativa utilizada:

Este ensayo se realizó según las indicaciones de la Norma Chilena Oficial NCh 802.EOf71 "Arquitectura y Construcción Paneles Prefabricados-Ensayo de Carga Horizontal". Se ensayaron un total de 3 paneles a carga horizontal. En el Anexo # I se muestra la implementación del ensayo en el laboratorio.

GRAFICOS:

Los resultados de este ensayo se muestran gráficamente en la Figura NO 1. En el Anexo N02 se muestran las tablas asociadas a la generación de estos gráficos.

Es conveniente mencionar que para generar la figura no I, se dividió la carga horizontal por el largo del panel, es decir, 1.2 (m) y sólo se consideraron los niveles de carga que fueron comunes para todos los paneles ensayados.

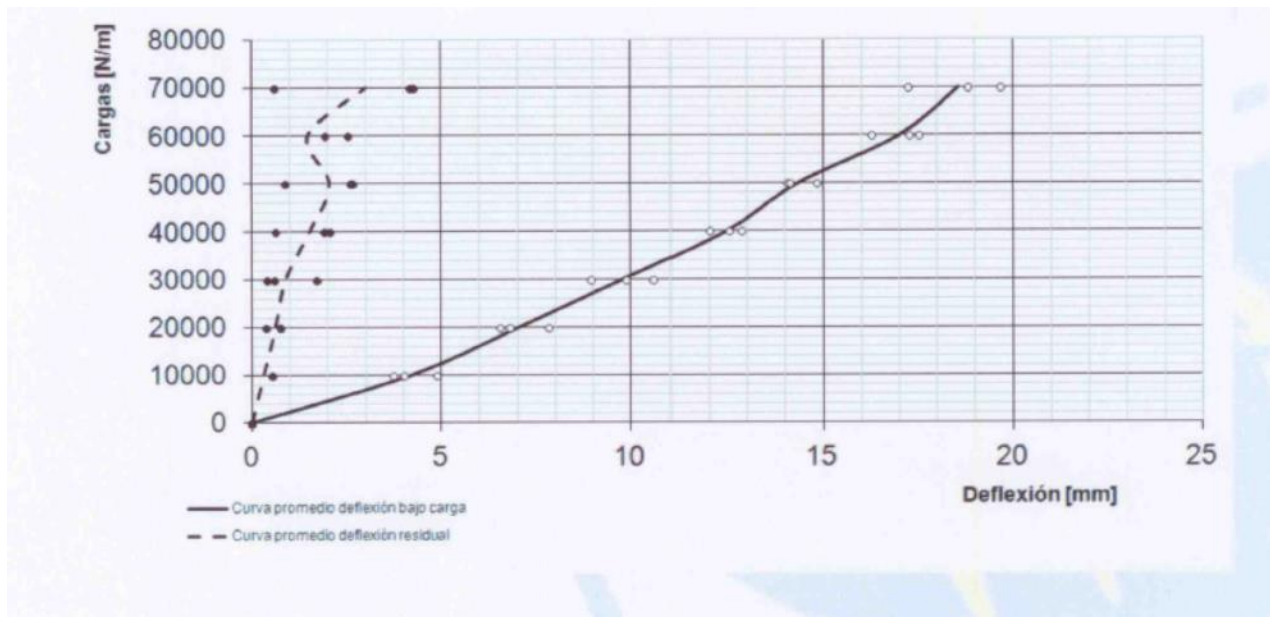


Figura n°6: Gráficos de resultados de los ensayos de carga horizontal.

CARGAS:

Para niveles de carga del orden de 12.75 (T) en promedio, los paneles fallaron por aplastamiento y desgarramiento local del borde superior restringido frente a los desplazamientos verticales. Lo anterior, generó dificultades para mantener al panel en su plano para esos niveles de carga, comprometiendo la seguridad de los equipos de carga y de medición de deformaciones. Los paneles para estos niveles de carga horizontal ya estaban alcanzando desplazamientos horizontales efectivos de 37.55 (mm) en promedio aproximadamente, fuera de los rangos admisibles.

Por otra parte, en promedio la carga y los desplazamientos en el límite de proporcionalidad fueron del orden de las 1 1.51 (T) y los 26.79 (mm) respectivamente.

FALLAS, ALABEOS Y DESPRENDIMIENTOS:

Para el nivel de carga en el cual se detuvieron los ensayos, se observaron patrones de aplastamiento y pérdida de adherencia entre lamelas. Principalmente, se observaron estas fallas locales del panel en su borde superior, en la zona que es restringida frente a los desplazamientos verticales. En el Anexo N03 se muestran los modos de falla típicos obtenidos en estos ensayos.

CONFORMIDAD CON LOS REQUISITOS:

De acuerdo al formato de la Norma Chilena NCh806.EOfi1, en promedio los paneles ensayados poseen las siguientes características:

- Carga de rotura: 10627.78 (Kg/m).
- Carga en límite de proporcionalidad: 9591.67 (Kg/m).
- Deformación admisible en el límite de proporcionalidad: 26.79 (mm)

Por lo tanto, desde el punto de vista de la resistencia a las cargas horizontales el panel clasifica en la categoría RH3b.

IMPLEMENTACION DEL ENSAYO DE CARGA

Figura n°7: Implementación del ensayo de carga horizontal.

		Promedio des lazamientos laterales efectivos ba•o car a mm			
Car a	Car a N/m	Ensa o # 1	Ensa o # 2	Ensa o # 3	Promedio ensa os
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.20	1 0000.000	4.020	4.890	3.730	4.213
2.40	20000.000	6.810	7.830	6.560	7.067
3.60	30000.000	9.880	10.580	8.940	9.800
4.80	40000.000	12.530	12.870	12.020	12.473
6.00	50000.000	14.070	14.840	14.120	14.343
7.20	60000.000	16.270	17.260	17.530	17.020
8.40	70000.000	18.810	19.660	17.230	18.567
		Promedio des lazamientos laterales efectivos residuales mm			
Car a T	Car a N/m	Ensa o # 1	Ensa o # 2	Ensa o # 3	Promedio ensa os
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.20	1 0000.000	0.520	0.530	-0.1 10	0.313
2.40	20000.000	0.760	0.760	0.360	0.627
3.60	30000.000	1.710	0.390	0.600	0.900
4.80	40000.000	2.070	0.630	1.900	1.533
6.00	50000.000	2.690	0.890	2.610	2.063
7.20	60000.000	2.540	1.930	-0.0 10	1.487
8.40	70000.000	4.270	0.610	4.190	3.023

Tabla n°3: Tablas asociadas a la generación de gráficos de resultado.

MODO DE FALLA TIPICOS

Figuras n°8 y n°9: Falla carga horizontal.



Ensayo de determinación de coeficiente de transmisión térmica.

Descripción del ensayo:

En este ensayo se informa sobre la determinación del coeficiente de transmisión térmica de un tabique de madera sólida “solución muro con 100mm de aislación”.

Conocer el coeficiente de transmisión térmica de una muestra de tamaño natural representativa de un elemento constructivo que se utilizara como solución de muro.

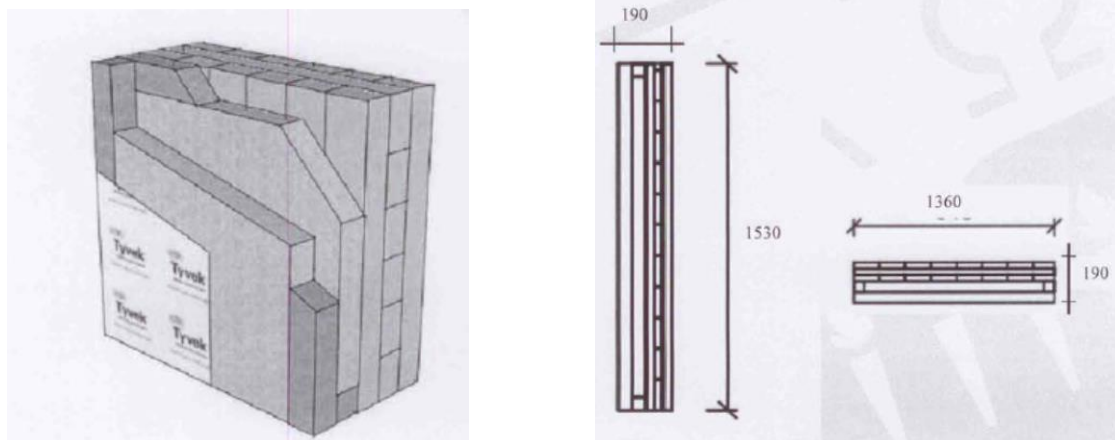
IDENTIFICACION DEL PRODUCTO SOMETIDO A ENSAYO:

Descripción	Dimensiones
Placa contralaminada de madera	x 1530mm x 9C)mm
Lana de vidrio	13 1 0mm x 1530mm x 50mm
Lana de vidrio	131 0mm x 1480mm x
Tybek- Homewrap: 1055-b	1360mm x 1530mrn x 0,15mm
Listón auxiliar de madera	50mm x 1360mm x 30mm
Listón auxiliar de madera	50mm x 1530mm x 30mm

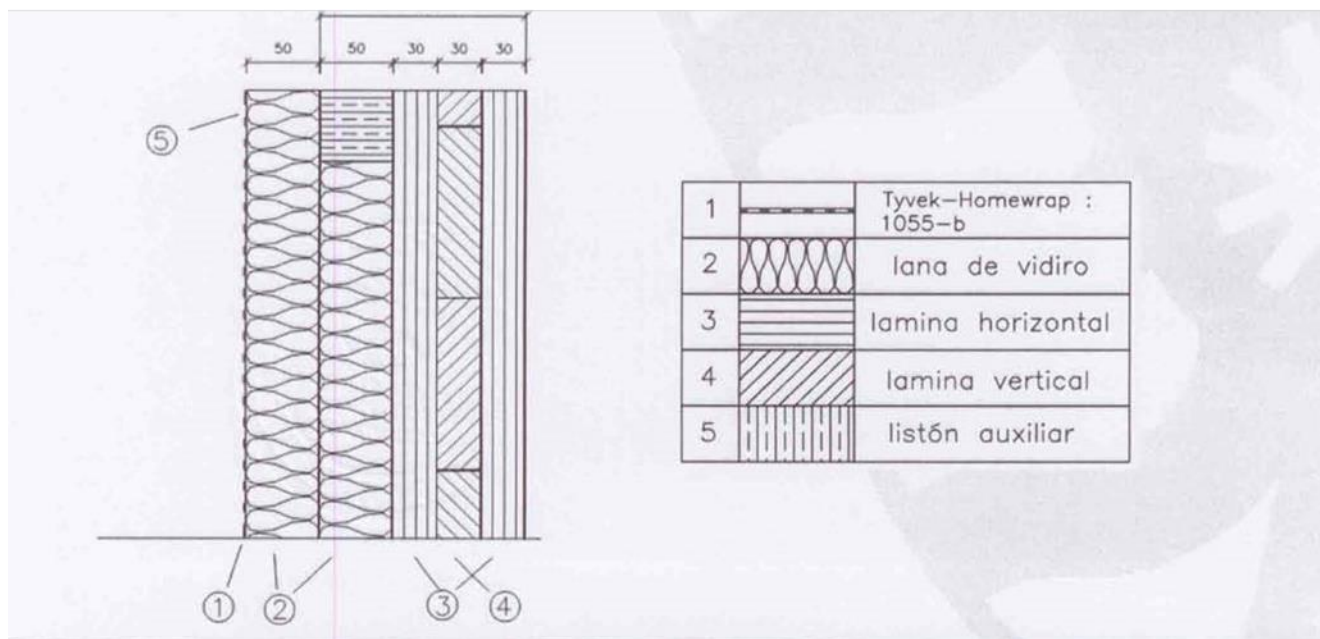
La placa contralaminada fue fabricada en una prensa al vacío con adhesivo poliuretano PU Purbond. Ésta está conformada por láminas de pino radiata seco al 12%, de dimensiones 30mm x 120mm, cepilladas en sus cuatro caras con una calidad estructural grado G I. El panel tiene 3 capas y por lo tanto 90mm de espesor.

La probeta fue confeccionada y puesta en sala por el cliente, razón por la cual el Laboratorio no se responsabiliza de los procedimientos de muestreo.

DETALLE SOLUCION DE MURO.



Figuras n°10: Detalle constructivo.



Figuras n°11: Corte muro sometido a ensayo.

METODOS Y EQUIPOS

Se utiliza el método de la cámara térmica, de acuerdo al procedimiento descrito en la Norma Chilena NCh 851.Of2008 "Aislación Térmica — Determinación de Propiedades de Transmisión Térmica en estado estacionario y propiedades relacionadas — Cámara Térmica Calibrada y de Guarda".

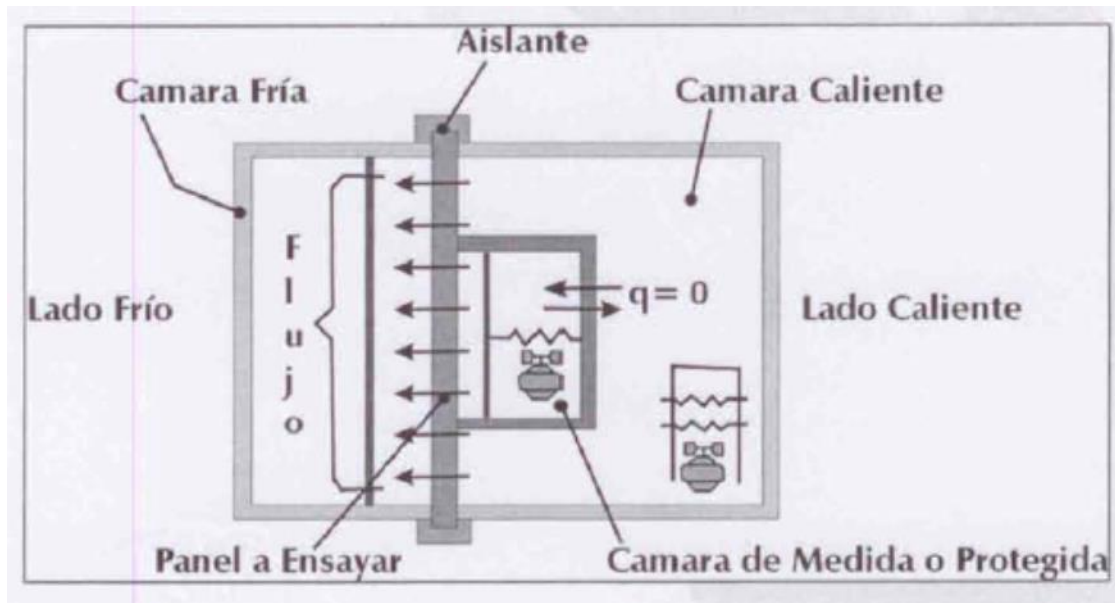
El aparato utilizado para aplicar el método consta básicamente de tres cámaras, que son cajas abiertas por uno de sus lados: 1) Cámara de guarda o caliente (1,85 x 1,85m); 2) Cámara fría; 3) Cámara de medición o protegida (1,0 x 1,0 m). Ver figura NO

I. El método se reduce a conocer, bajo condiciones estacionarias, el flujo de calor que atraviesa un elemento constructivo y las temperaturas respectivas en un área de medición del 0,00 m². La muestra de 1,0 x 1,0 m se coloca en posición vertical entre dos cámaras térmicas especiales; en una de ellas se simula un ambiente caliente en base a resistencias eléctricas de potencia regulable y, en la otra cámara opuesta, un ambiente frío en base a una unidad de frío convencional. De este modo fluye a través del elemento constructivo una cantidad de calor que es inversamente proporcional a su aislación térmica. Bajo estas condiciones se determina la transmitancia térmica (U) como sigue:

$$U = \frac{\phi}{A \Delta T_{aa}}$$

U	:	Transmitancia térmica, (W/m ² K).
φ	:	Flujo térmico que atraviesa el elemento, (W).
A	:	Área de medición, (m ²).
ΔT _{aa}	:	Diferencia de temperaturas promedio: aire – aire ambos lados del elemento (K)

Figuras n°12: Formula método y equipo.



Figuras n°13: Esquema montaje experimental.

CONDICIONES DEL ENSAYO

Al momento del ensayo el laboratorio tenía una temperatura ambiente de 16°C y una humedad relativa del 87%.

RESULTADOS:

La determinación experimental de la transmitancia térmica (U) del elemento arrojó los siguientes resultados:

- Transmitancia térmica (U) : 0,313 ($\text{W/m}^2\text{K}$)
- Resistencia térmica (R) : 3,195 ($\text{m}^2\text{K/W}$)
- Conductancia térmica (C) : 0,341 ($\text{W/m}^2\text{K}$)

Los valores medios asociados a esas determinaciones son los siguientes:

- Temperatura promedio aire lado caliente (TaLc) : 32,1 ($^{\circ}\text{C}$)
- Temperatura promedio aire lado frío (TaLf) : 7,1 ($^{\circ}\text{C}$)
- Temperatura promedio superficie lado caliente (TsLc) : 31,0 ($^{\circ}\text{C}$)
- Temperatura promedio superficie lado frío (TsLf) : 8,0 ($^{\circ}\text{C}$)
- Temperatura ambiente calculada lado caliente (TnsLc) : 33,0 ($^{\circ}\text{C}$)
- Temperatura ambiente calculada lado frío (TnsLf) : 4,0 ($^{\circ}\text{C}$)
- Velocidad promedio del aire lado caliente (VaLc) : 0,20 (m/s)
- Velocidad promedio del aire lado frío (VaLf) : 0,95 (m/s)
- Dirección del aire paralelo lado caliente (DirVaLc) : 0 (rad)
- Dirección del aire paralelo lado frío (DirVaLf) : 0 (rad)
- Potencia media cámara de medición ($\emptyset$) : 7,82 (W)
- Duración del ensayo (t) : 48 (h)

OBSERVACIONES

Los resultados obtenidos no avalan producciones (lotes de producción o lote de inspección) pasadas, presentes o futuras y es aplicable solamente al elemento ensayado.

Muro estabilizado hasta humedad de equilibrio bajo condiciones ambientales de laboratorio, previamente antes de ser ensayado.

**SEGUNDO CAPITULO: CARACTERIZAR EL METODO CONSTRUCTIVO DE LA
MADERA CONTRALAMINADA Y MADERA CONVENCIONAL.**

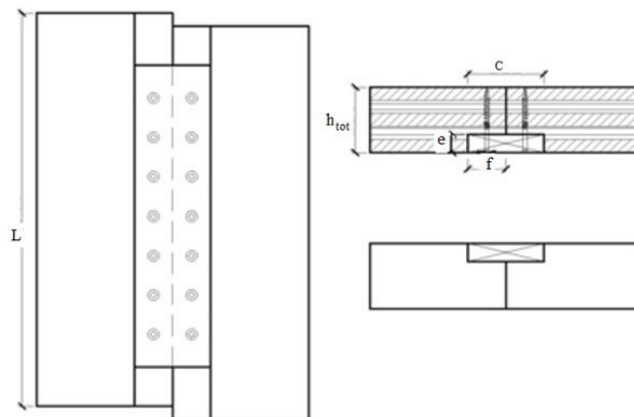
GENERALIDADES.

En el presente capítulo se darán a conocer el método constructivo de la madera contralaminada y las viviendas con madera convencional, al mismo tiempo daremos a conocer los tipos de uniones que tiene cada método constructivo.

TIPO DE UNIONES DE LA MADERA CONTRALAMINADA.

1) Unión de panel ensamblado

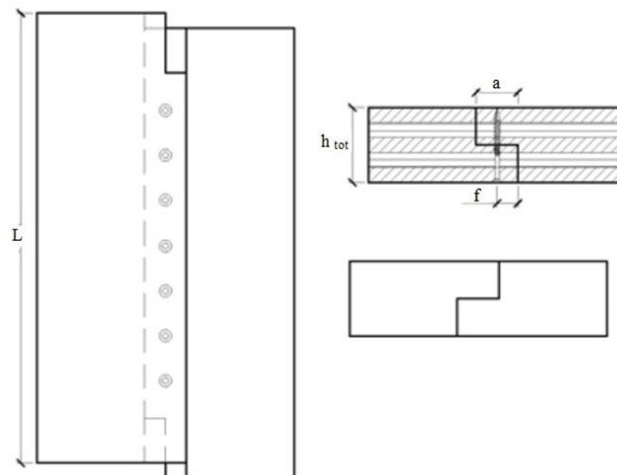
Este método es muy simple consiste en poner una placa de madera contrachapada como se muestra en la Figura N°14, la cual se adhiere al panel con pegamento para que no pase el aire y se fija con tornillos con rosca parcial para la aplicación de las fuerzas de empuje en dirección a la junta. Esta conexión trabaja en serie con 2 capas de unión, cada conector tiene su plano de corte, este tipo de conexión resulta ser el menos eficiente (follesa et. Al. 2006). Se utiliza para 5 capas en adelante ya que para 3 capas la ranura superior del panel hace que se elimine la capa cruzada, eliminando el efecto que esto produce.



Figuras n°14: Unión de panel de ensamblado para una losa.

2) UNION TRASLAPE DE JUNTAS

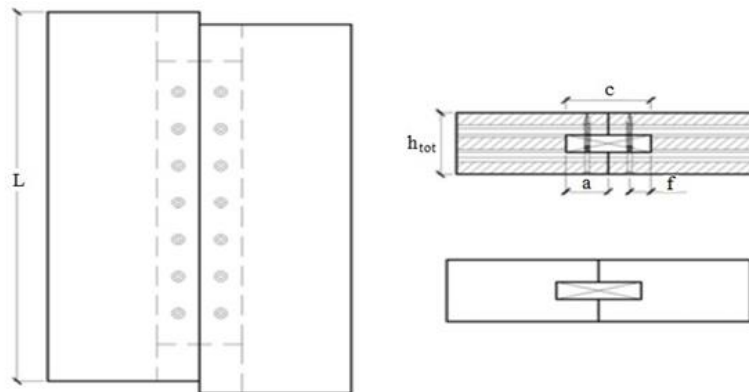
Este método consiste en que el panel viene de fabricación con una hendidura en la parte superior o inferior dependiendo el sentido del tablero justo a la mitad, el cual se une con pegamento y con tornillos de fijación como se muestra en la Figura N°15. Este tipo de conexión sirve para distintos tipos de losas ya sea de 3 o 5 capas, es de fácil montaje y el más utilizado.



Figuras n°15: Unión traslape de juntas para losas de madera.

3) UNION PERFIL DENTADO:

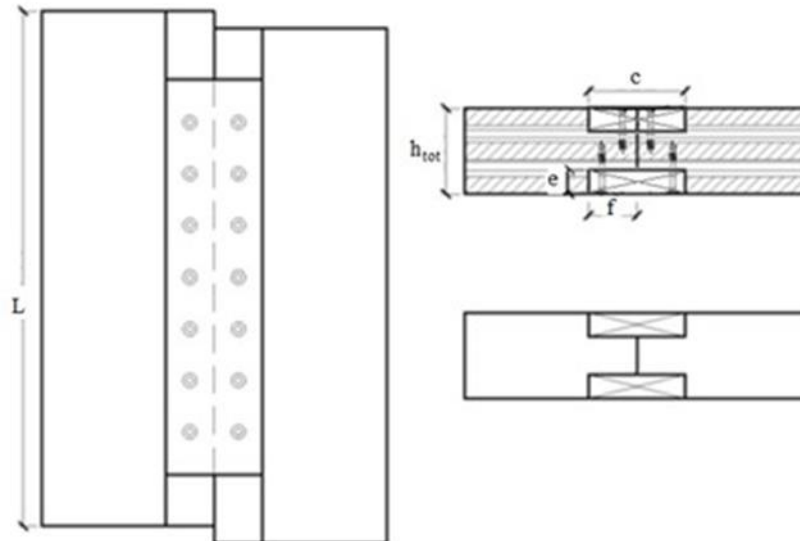
Este tipo de unión consiste en que en medio de los paneles se hace una ranura en la cual se pone una placa de madera y se fija a ella con tornillos ver Figura N°16, las juntas se encolan para evitar el paso de aire, en un panel de 3 capas, la ejecución de una ranura en el centro del panel hace que se elimine la capa cruzada, borrando por completo el efecto de laminación cruzada, por lo tanto, es recomendable utilizarla solo desde 5 capas en adelante. Este método de conexión tiene 2 planos de corte, ya que utiliza 2 capas de conexión los que trabajan en serie.



Figuras n°16: Unión perfil dentado.

4) UNION DOBLE LENGÜETA:

Este sistema es muy parecido a la unión de panel de ensamblado, pero en ambos lados (arriba y abajo), con el mismo sistema de fijación ver Figura N°17. Este tipo de conexión tiene 3 conectores.



Figuras n°17: unión doble lengüeta.

TIPO DE FIJACIONES DE LA MADERA CONTRALAMINADA.

Estas fijaciones pueden ser clavos lisos, tornillos autorroscantes con o sin arandelas y clavos lisos, clavos con vástago roscado, etc. Las articulaciones en estudio difieren en los bordes de los elementos conectados y en el tipo de conectores mecánicos utilizados.

1) Tornillo auto-roscante:

Los tornillos autorroscante son muy utilizados en Europa para el ensamble de paneles de CLT por su facilidad de instalación y retiro, además pueden combinar carga axial y lateral. Hay una gran variedad de tornillos de madera y tornillos autorroscantes los que varían en su largo y diámetro, sin necesidad de ser pre-perforados. El tamaño del tornillo depende de la densidad de la madera base. La capacidad de diseño con tornillos en CLT debe tomar en cuenta las posibles separaciones entre capas y pequeñas ranuras formadas durante la fabricación.



Figuras n°18: Tornillo auto-roscante.

2) Clavos:

Los clavos no son muy utilizados en las uniones de CLT, sin embargo se utilizan algunos con ciertas características específicas tales como clavos con ranuras o bien roscados helicoidalmente. La mayoría de los diseños en madera no permiten el uso de clavos para los paneles de CLT por las fuerzas de extracción.



Figuras n°19: Clavos.

3) Pernos:

Los pernos son muy comunes en la construcción de madera pesada. También se pueden utilizar en el montaje de paneles de CLT, sirven especialmente para la carga lateral.



Figuras n°20: Pernos.

TIPO DE UNIONES DE MADERA CONVENCIONAL.

1) Unión de machimbrado adentado:

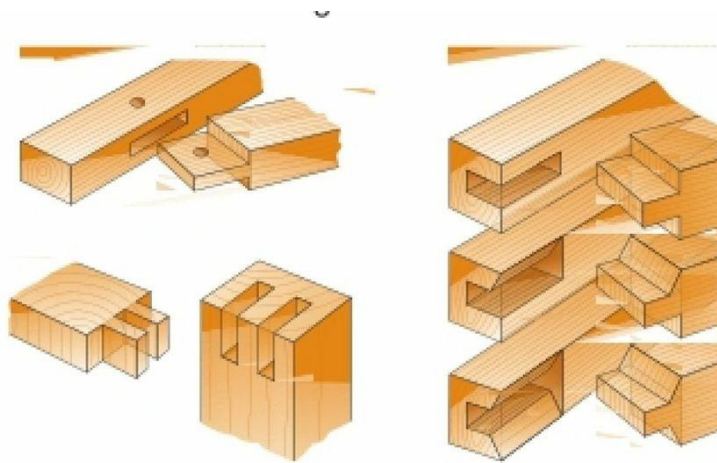
La articulación cerrada más famosa es la cola de milano o adentada. Son elegantes y fuertes y son ideales para unir esquinas en madera maciza. Debido a la forma en que se forman los pines y las colas, la articulación “se bloquea” en una dirección, pero no en la otra. Los pernos pueden tirar de las colas pero no al revés. Puedes ver en la foto de qué manera va la fuerza. Puede sacar la tabla vertical hacia fuera, pero no hacia abajo. Es bueno mantener la orientación en mente al decidir qué tabla obtiene las colas y los alfileres.



Figuras n°21: Machimbrado dentado.

2) Unión de caja y espiga:

La carpintería de mortaja y espiga funciona bien para unir madera donde el grano de los tablones contiguos es perpendicular entre sí. Una mortaja en una tabla se encaja en una espiga en la otra. A menudo se utiliza para fijar las patas de la mesa a un delantal y con puertas para hacer los montantes y rieles. También es la articulación para hacer “tableros de pan” en las mesas.



Figuras n°22: Unión caja y espiga.

3) Unión de dado:

Un dado es un corte simple de ranura en el centro de un tablero para que otro pedazo de madera se puede sentar dentro de él. Para hacerlo más fuerte, una espiga puede cortarse, o aún más fuerte, usar una cola de milano deslizante. Preste atención al movimiento de la madera al pegar una tabla en un dado.

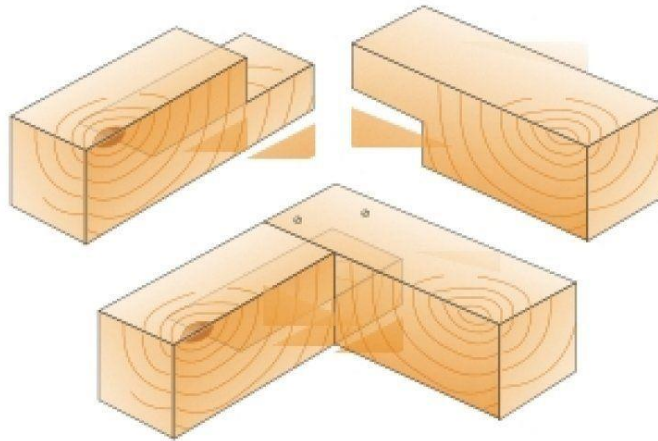


Figuras n°23: Unión de dado.

4) Unión a media madera:

Estas uniones presentan numerosas variantes, pero las más corrientes son los ensambles en L y en T. Estos ensambles se emplean en la elaboración de marcos y estructuras de muebles o estructuras que no vayan a soportar mucha carga.

La perfecta ejecución de esta unión asegura, junto con la utilización de buenos adhesivos y vinílicas, una solidez y estabilidad excepcionales, utilizando clavos, tornillos o grapas.



Figuras n°24: Unión a media madera.

TIPO DE FIJACIONES DE MADERA CONVENCIONAL.

1) Clavos:

Los clavos no son muy utilizados en las uniones de CLT, sin embargo se utilizan algunos con ciertas características específicas tales como clavos con ranuras o bien roscados helicoidalmente. La mayoría de los diseños en madera no permiten el uso de clavos para los paneles de CLT por las fuerzas de extracción.

Los clavos son utilizados principalmente en los tabiques y uniones de madera.



Figuras n°25: Clavos.

2) Tirafondos o tornillo de madera:

Reciben el nombre de tirafondo para madera. Se estrechan en la punta para abrir camino a medida que se inserta, lo que facilita el auto roscado. Su rosca ocupa tres cuartas partes de la longitud de la espiga. Pueden ser de acero inoxidable, latón, bronce, aluminio o bronce, y pueden estar niquelados, galvanizados, etc. Las cabezas pueden ser planas, ovales o redondeadas, según la función que han de cumplir.

Son una variedad de tornillos más gruesos que los clásicos de madera, que se utilizan para atornillar los soportes de elementos pesados (aparatos de aire acondicionado, toldos, etc.). Ejemplo. En este caso la cabeza del tornillo es hexagonal.



Figuras n°26: Tirafondos o tornillo de madera.

3) Pernos:

Los pernos son muy comunes en la construcción de madera pesada. También se pueden utilizar en el montaje de paneles de CLT, sirven especialmente para la carga lateral.



Figuras n°27: Pernos.

4) Grapas:

Hay varios tipos de grapadoras mecánicas o eléctricas, cuyas prestaciones varían en función de la potencia de la herramienta. Las más sencillas disponen de un cargador de grapa universal, mientras que las más avanzadas pueden fijar clavos y puntas, y cuentan con un regulador de intensidad. Otros modelos incorporan un sistema denominado duotac, que permite colocar dos grapas al mismo tiempo.



Figuras n°28: Grapadora.

PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA MADERA CONVENCIONAL.

1) Trazado y replanteo:

Antes de iniciar los trabajos, se hará el replanteo general de la obra, fijando estacas en los ejes y esquinas de sitios, y líneas de edificación. Se materializarán los puntos de referencia, para la definición planimetría y altimétrica de la vivienda según corresponda, y posteriores rellenos y movimientos de tierra que resulten necesarios. Una vez efectuado el emplazamiento de la vivienda en conformidad con el plano de estructura y arquitectura, se hará el trazado de ejes y nivelación, levantando un cerco perimetral continuo, a lo menos 1m fuera del contorno de la vivienda, cuyo borde superior estará perfectamente nivelado a lo menos a 1m del terreno nivelado. El nivel de piso terminado (NPT) tendrá en el lugar más desfavorable una altura de 0,20m sobre el nivel del terreno perfilado.

2) Piso radier:

Espesor	7cm
Hormigón	H-15; tamaño máximo de la grava: 2,5cm
Resistencia	R28 (Resistencia a la compresión a los 28 días) 150 Kg/cm ²
Dosificación	212 Kg/cem/m ³

Se considera confinado en los sobrecimientos.

Debe consultar juntas de retracción de fraguado cuando corresponda. Se cortará el radier con al menos un corte transversal ubicado bajo uno de los tabiques interiores. La profundidad del corte será mínimo de 20mm realizado con galletera; posteriormente se rellenará con silicona tipo Sikaflex o equivalente técnico. Como alternativa podrá realizarse con junta de dilatación en fresco mediante una huincha de fibrocemento de 3,5mm.

3) Estructura vertical resistente:

Se consideran en el perímetro de la vivienda. Se deberá cumplir los requisitos exigidos en la O.G.U.C. vinculados a las edificaciones en madera (de Art. N° 5.6.7 a 5.6.13 de la O.G.U.C.) Solo se aceptará maderas estructurales grados 1 y 2. La escuadría de todos los elementos que conforman el tabique será de 45 x 70mm (**2" x 3"**), en **Pino Insigne IPV**, según NCh 819 IPV CCA. En zonas húmedas se debe considerar sellos impermeables entre placas, revestimiento de terminación y sello de neopreno del tipo compriband bajo solera. Los **pies derechos** se distribuirán a **60 cm como máximo**, con cadenas cada 45cm horizontales distribuidas uniformemente en la altura del tabique. Las piezas de madera asentadas sobre hormigón llevarán una barrera a la humedad (fieltro 15 lb) con retorno de 3cm por ambos costados de la solera. Los tabiques estructurales deben considerar refuerzos en encuentros de las soleras superiores: doble solera superior.

4) Tabiquería sin requerimiento estructural:

Se conformarán por elementos de pino insignie de **escuadrías 2"x3"**, los **pies derechos** se distribuirán a **60 cm como máximo**, con cadenas cada 45cm horizontales distribuidas uniformemente en la altura del tabique. Los tabiques, estructurales o no, que consulten en el proyecto muebles o artefactos colgados deberán consultar refuerzos adicionales para tal efecto. En caso de tabiques de madera en zonas húmedas, deben consultar todas sus piezas impregnadas y las piezas en contacto con la ducha y soleras inferiores deben impermeabilizarse. En zonas húmedas se debe considerar sellos impermeables entre placas y revestimiento de terminación impermeabilizante, según **2.2.6**. Los elementos en contacto con hormigón serán de pino IPV y llevarán además una barrera de humedad (fieltro 10 lbs) con retorno de 3cm por ambos lados de la solera. El **sistema de fijación** para el armado de componentes del tabique será con clavo corriente de 4". Se considera a lo menos 2 fijaciones por cada nudo o encuentro entre piezas; para la fijación de piezas solidarias entre sí deberá considerarse, como regla general, como mínimo una fijación por cada 15cm.

5) Estructura horizontal resistente:

Definido por calculo, donde se especifican claramente los detalles de uniones, remates y espesores de bases de pavimentos (placas contra enchapadas), que garanticen la indeformabilidad, estabilidad dimensional y adecuada resistencia al impacto. Solo se aceptara maderas estructurales grado 1 y 2. Se considera **una estructura en base a vigas y cadenetas de pino IPV**, según NCh 819 IPV CCA, **de 2" x 6"**, cada 40cm. El vano de la caja de escalera deberá quedar contenida entre piezas de la misma sección del envigado u otra solución aprobada por el **SERVIU**. El sistema de anclaje en elementos de madera será con clavos corrientes de 6", mínimo 2 por unión.

6) Estructura techumbre:

Se considera **una estructura en base a doble cercha de pino IPV**, según NCh 819 IPV CCA, **de 1" x 4"** en madera tipo G2, conformando un volumen tipo piramidal, consulta montantes y diagonales simples de **1" x 4"**. El sistema de anclaje en elementos de madera será con clavo corriente; amarrando las cerchas a las soleras superiores mediante un fierro liso de Ø 6mm. **Se distanciarán según plano de techumbre**, con crucetas de 1"x4" de pino bruto como elemento arriostrante. Se utilizarán **costaneras de 2 x 2"**, distanciadas **cada 40cm**, serán de pino IPV.

7) Aislación térmica:

Para tabiques exteriores de madera se consulta la colocación de aislante por medio de planchas de Poliestireno Expandido Aislapol de 50mm (densidad mínima 10 Kg/m³). Para dar cumplimiento a la normativa térmica se consideró el elemento indicado bajo el código 2.2.M.1.3 del Listado Oficial de Soluciones Constructivas Para Acondicionamiento Térmico.

8) Impermeabilizante:

Se garantizará la impermeabilidad de los muros exteriores por un plazo mínimo de 5 años. Por la cara exterior del tabique se consulta la instalación de una barrera de humedad de fieltro de 10 Lb, el que se dispondrá sobre los pie derechos con traslapeo mínimo de 10cm.

9) Revestimiento:

En zonas secas se consulta la instalación de planchas de yeso cartón de 10mm de espesor mín., el que se fijará a la estructura con tornillos cabeza de trompeta punta rosca 6x1¼" cada 20cm. Se consulta barrera de vapor bajo revestimiento en base a polietileno de 0,1mm de espesor. Las uniones deben ser traslapadas 20cm, y reforzadas con cinta para embalaje. El revestimiento mantendrá los plomos y verticalidad de los muros y no presentará deformaciones, alabeos, manchas, etc. El tratamiento de juntas para las planchas de yeso cartón, será ejecutado mediante colocación de cinta de fibra de vidrio y masilla base, ambos de la línea JuntaPro Volcán o equivalente técnico.

PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA MADERA CONTRALAMINDA.

1) Trazado y replanteo:

Antes de iniciar los trabajos, se hará el replanteo general de la obra, fijando estacas en los ejes y esquinas de sitios, y líneas de edificación. Se materializarán los puntos de referencia, para la definición planimetría y altimétrica de la vivienda según corresponda, y posteriores rellenos y movimientos de tierra que resulten necesarios. Una vez efectuado el emplazamiento de la vivienda en conformidad con el plano de estructura y arquitectura, se hará el trazado de ejes y nivelación, levantando un cerco perimetral continuo, a lo menos 1m fuera del contorno de la vivienda, cuyo borde superior estará perfectamente nivelado a lo menos a 1m del terreno nivelado. El nivel de piso terminado (NPT) tendrá en el lugar más desfavorable una altura de 0,20m sobre el nivel del terreno perfilado.

2) Piso radier:

Espesor	7cm
Hormigón	H-15; tamaño máximo de la grava: 2,5cm
Resistencia	R28 (Resistencia a la compresión a los 28 días) 150 Kg/cm ²
Dosificación	213 Kg/cem/m ³

Se considera confinado en los sobrecimientos.

Debe consultar juntas de retracción de fraguado cuando corresponda. Se cortará el radier con al menos un corte transversal ubicado bajo uno de los tabiques interiores. La profundidad del corte será mínimo de 20mm realizado con galletera; posteriormente se rellenará con silicona tipo Sikaflex o equivalente técnico. Como alternativa podrá realizarse con junta de dilatación en fresco mediante una huincha de fibrocemento de 3,5mm.

3) Entramados verticales y horizontales:

Un entramado semi-rígido. Los montantes se comportan como pilares bioarticulados en sus extremos sometidos a una carga axial, provocada por las cargas de cubierta y de los forjados. Generalmente, el pandeo en el plano del entramado se considera impedido gracias al tablero de cerramiento clavado, siempre que éste sea estructural. Las paredes perpendiculares a la dirección del viento son las que resisten el empuje, que hace trabajar al montante como una viga biapoyada en sus extremos, con una luz igual a su altura. Se producen dos reacciones: una en la cabeza de los montantes y otra en la cimentación. La primera se transmite al diafragma del forjado, que actúa como viga de gran canto apoyada en los dos muros laterales. La segunda es transmitida por los muros laterales que, al estar empotrados en el suelo, actúan como voladizos que transmiten a la cimentación las reacciones de la “viga” de diafragma del forjado. De esta forma, cada muro se comporta como un diafragma rigidizado por el tablero, que evita el descuadre. Finalmente, en la cubierta se produce un fenómeno. El hecho de que todo el edificio tenga la misma constitución le hace apto para resistir los esfuerzos variables en cualquiera de sus caras.

4) Estructura de entrepiso:

Los tableros deben instalarse atravesados respecto de las vigas. Todos los bordes de los tableros deben quedar apoyados en las vigas y travesaños. Disponerlos alternadamente. Dejar una separación de 3mm entre los tableros. Fijar los tableros con tornillos autoperforantes de 2"x7 o clavos de 2 1/2" dispuestos cada 15cm en la periferia y 30cm en los apoyos interiores. Para evitar que crujan, se recomienda colocar adhesivo de montaje antes de fijarlos.

5) Estructura techumbre:

Se considera **una estructura en base a doble cercha de pino IPV**, según NCh 819 IPV CCA, **de 1" x 4"** en madera tipo G2, conformando un volumen tipo piramidal, consulta montantes y diagonales simples de **1" x 4"**. El sistema de anclaje en elementos de madera será con clavo corriente; amarrando las cerchas a las soleras superiores mediante un fierro liso de $\varnothing 6\text{mm}$. **Se distanciarán según plano de techumbre**, con crucetas de 1"x4" de pino bruto como elemento arriostrante. Se utilizarán **costaneras de 2 x 2"**, distanciadas **cada 40cm**, serán de pino IPV.

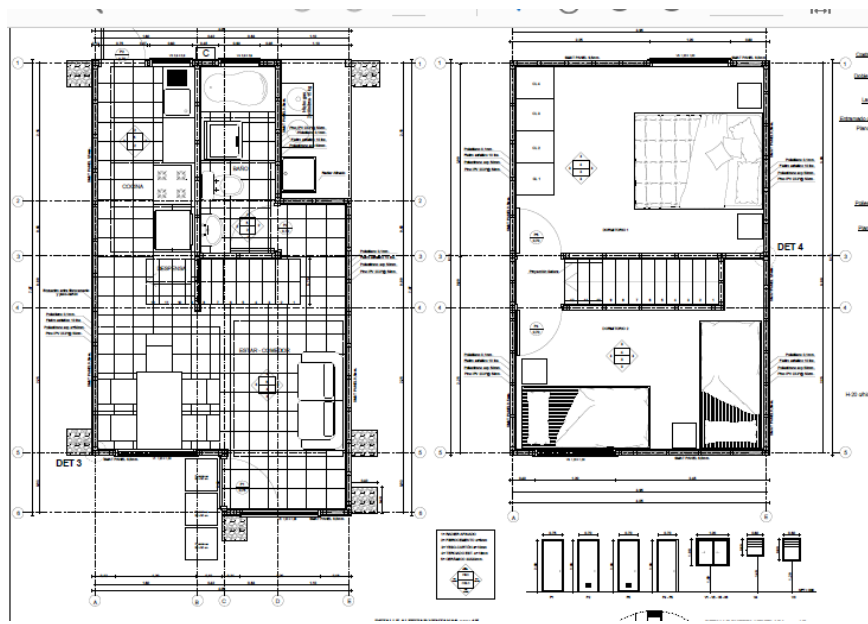
6) Aislación térmica:

La alta resistencia que ofrece la madera al paso de calor, la convierte en un buen aislante térmico (alrededor de $\lambda = 0.13 \text{ W/(mK)}$). Es decir, son valores realmente bajos, comparado con otros materiales de construcción como el ladrillo, que ronda una conductividad de entre 0,85 y 0,32 u hormigón, con un valor de 2,5. El sellado de sus juntas también evita la aparición de puentes térmicos.

**TERCER CAPITULO: COMPARACION ECONOMICA ENTRE EL SISTEMA
CONSTRUCTIVA CON MADERA CONTRALAMINADA Y LA MADERA CONVENCIONAL
EN UNA VIVIENDA.**

GENERALIDADES.

En este capítulo quiero mostrar una vivienda de madera convencional y una vivienda de madera contralaminada en la cual le are una comparación económica para ver cuál de las dos es más barata en costo monetario, cual tiene más mano de obra eventualmente en los tiempos en los cuales se construye cada vivienda, la vivienda la cual se dará la cotización es la siguiente:



Figuras n°29: planta de la vivienda

COTIZACION MADERA CONVENCIONAL.

PRESUPUESTO

Proyecto: VIVIENDA MODELO TORCAZA

Nº	Partida	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	Trazado y Replanteo	ml	50,48	\$ 7.528	\$ 380.013
2	Radier	m3	3,675	\$ 133.019	\$ 488.845
3	Entramado estructural	m2	73,6	\$ 5.730	\$ 421.728
4	Entramado no estructural	m2	39,675	\$ 4.530	\$ 179.728
5	Estructura techumbre	pzas			\$ -
6	pino ipv 2x2"	pzas	29	\$ 1.780	\$ 51.620
7	Pino ipv 1x4"	pzas	88	\$ 1.590	\$ 139.920
8	clavo 4"	kg	3	\$ 1.200	\$ 3.600
9	cubierta techumbre	m2	71,553	\$ 18.588	\$ 1.330.027
10	Revestimiento exterior	m2	72,45	\$ 19.623	\$ 1.421.686
11	Revestimiento interior zona seca	m2	104,11	\$ 9.258	\$ 963.850
12	Revestimiento interior zona húmeda	m2	29,885	\$ 14.263	\$ 426.250
13	Aislación térmica zona seca	m2	57,96	\$ 4.442	\$ 257.458
16					
17					
18					
20					
21	SUBTOTAL				\$ 6.064.726
		E.- 20% Gastos Generales			\$ 1.203.795
		G.- 15% Utilidades			\$ 1.090.278
22	19% IVA				\$ 1.588.172
23	TOTAL				\$ 7.652.898

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
APU:	Trazado y Replanteo			Unidad	ml
Proyecto:	VIVIENDA MODELO TORCAZA			Cantidad:	1
A MATERIALES					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	Pino 2x2x3,20	pza	0,333	1390	462,87
2	Pino 1x4x3,20	pza	0,333	1450	482,85
3	Clavos 3"	Kg	0,052	1200	62,4
4	Alambre N° 18	Kg	0,0095	8190	77,805
5	Cal	Kg	1	1490	1490
					0
					0
				Total A	2575,925
				Unitario A	
B MAQUINAS Y EQUIPOS					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
					0
					0
					0
					0
					0
					0
					0
				Total B	0
				Unitario B	
C MANO DE OBRA					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	1 Trazador	HH	0,36	2333	839,88
2	1 Jornal	HH	0,36	1556	560,16
3	Desgaste de herramientas	%	3		42,00
					0
					0
					0
					0
					0
				Sub Total C	1442,04
				30% leyes Sociales	432,61
				Totall C	1874,65
				Unitario C:	
D.- Total costo directo					4450,58

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

APU: Hormigón radier H15 Unidad m3
 Proyecto: VIVIENDA MODELO TORCAZA Cantidad: 1

A MATERIALES					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	cemento	sacos	11	3690	40590
2	arena	m3	1,07	11000	11770
3	grava	m3	0,8	23000	18400
4	sika 1	tambor	0,027	75000	2025
5					0
					0
					0
Total A					72785
Unitario A					

B MAQUINAS Y EQUIPOS					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
	betonera	HM	0,45	1388	624,6
	vibrador	HM	0,3	625	187,5
					0
					0
					0
					0
					0
Total B					812,1
Unitario B					

C MANO DE OBRA					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	maestro	HH	0,6	2778	1666,8
2	ayudante	HH	0,4	2000	800
3	jornal (betonera)	HH	0,45	1556	700,2
4	ayudante (vibrador)	HH	0,3	2000	600
5	desgaste herramientas	%	3		113,01
					0
					0
					0
Sub Total C					3880,01
30% leyes Sociales					1164,00
Total C					5044,01
Unitario C:					
D.- Total costo directo					78641,11

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

APU: Entramado estructural Unidad m2
 Proyecto: VIVIENDA MODELO TORCAZA Cantidad: 1

A MATERIALES					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	pino ipv 2x3"	m2	73,6	2130	156768
2	clavo 4"	kg	3	1200	3600
3					0
					0
					0
					0
					0
Total A					160368
Unitario A					

B MAQUINAS Y EQUIPOS					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
					0
					0
					0
					0
					0
					0
					0
					0
Total B					0
Unitario B					

C MANO DE OBRA					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	carpintero	HH	0,6	2778	1666,8
2	ayudante	HH	0,4	2000	800
3	desgaste herramientas	%	3		74,004
					0
					0
					0
					0
					0
Sub Total C					2540,80
30% leyes Sociales					762,24
Total C					3303,05
Unitario C:					
D.- Total costo directo					163671,05

APU: **ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**
 Entramado no estructural Unidad m2

Proyecto: VIVIENDA MODELO TORCAZA Cantidad: 1

A MATERIALES					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	pino 2x3"	m2	39,675	2130	84507,75
2	clavo 4"	kg	2	1200	2400
3					0
					0
					0
					0
					0
Total A					86907,75

Unitario A

B MAQUINAS Y EQUIPOS					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
					0
					0
					0
					0
					0
					0
					0
					0
Total B					0

Unitario B

C MANO DE OBRA					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	carpintero	HH	0,6	2778	1666,8
2	ayudante	HH	0,4	2000	800
3	desgaste herramientas	%	3		74,004
					0
					0
					0
					0
					0
Sub Total C					2540,80
30% leyes Sociales					762,24
Total C					3303,05

Unitario C:

D.- Total costo directo 90210,80

APU:

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		
<u>Estructura techumbre</u>	Unidad	<u>pzas</u>

Proyecto: VIVIENDA MODELO TORCAZA Cantidad: 1

A MATERIALES					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	pino ipv 1x4"	pzas	89	1590	141510
2	pino ipv 2x2"	pzas	26	1780	46280
3	clavo 4"	kg	3	1200	3600
					0
					0
					0
					0
Total A					191390

Unitario A

B MAQUINAS Y EQUIPOS					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
					0
					0
					0
					0
					0
					0
					0
Total B					0

Unitario B

C MANO DE OBRA					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	carpintero	HH	0,6	2778	1666,8
2	ayudante	HH	0,4	2000	800
3	desgaste herramientas	%	3		74,004
					0
					0
					0
					0
					0
Sub Total C					2540,80
30% leyes Sociales					762,24
Total C					3303,05

Unitario C:

D.- Total costo directo 194693,05

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

APU: Cubierta techumbre Unidad m2
 Proyecto: VIVIENDA MODELO TORCAZA Cantidad: 1

A MATERIALES					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	zinc alum toledana 0,4 mm	un	0,588	6390	3757,32
2	clavo techo heli. (100 uni)	bolsa	0,06	3990	239,4
3	caballete 0,30x3 m	un	1,11	6290	6981,9
					0
					0
					0
					0
Total A					10978,62
Unitario A					

B MAQUINAS Y EQUIPOS					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
					0
					0
					0
					0
					0
					0
					0
					0
Total B					0
Unitario B					

C MANO DE OBRA					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	Hojalatero	HH	0,00198	2778	5,50
2	ayudante	HH	0,00132	2000	2,64
3	desgaste herramientas	%	3		0,24
					0
					0
					0
					0
					0
Sub Total C					8,38
30% leyes Sociales					2,52
Total C					10,90
Unitario C:					
D.- Total costo directo					10989,52

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS			
APU:	Revestimiento exterior	Unidad	m2
Proyecto:	VIVIENDA MODELO TORCAZA	Cantidad:	1

A MATERIALES					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	smatside 11,1mm	plancha	0,336	22490	7556,64
2	clavo helicoidal 2"	blsas	0,25	2090	522,5
3	fieltro 10 lb	rollo	0,025	8770	219,25
					0
					0
					0
					0
Total A					8298,39

Unitario A

B MAQUINAS Y EQUIPOS					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
					0
					0
					0
					0
					0
					0
					0
					0
Total B					0

Unitario B

C MANO DE OBRA					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	maestro	HH	0,6	2778	1666,80
2	ayudante	HH	0,4	2000	800
3	desgaste herramientas	%	3		74,00
					0
					0
					0
					0
					0

Sub Total C

2540,80

30% leyes Sociales

762,24

Total C

3303,05

Unitario C:

D.- Total costo directo

11601,44

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

APU:	Revestimiento interior zona seca	Unidad	m2
Proyecto:	VIVIENDA MODELO TORCAZA	Cantidad:	1

A MATERIALES					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	yeso cartón estándar 10mm	plancha	0,347	4990	1731,53
2	fieltro volcan 10 lbs	rollo	0,025	8770	219,25
3	tornillo volcanita 1 ^{5/8"} (200 un)	caja	0,105	2089	219,345
					0
					0
					0
					0
Total A					2170,125
Unitario A					

B MAQUINAS Y EQUIPOS					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
					0
					0
					0
					0
					0
					0
					0
					0
Total B					0
Unitario B					

C MANO DE OBRA					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	maestro	HH	0,6	2778	1666,80
2	ayudante	HH	0,4	2000	800
3	desgaste herramientas	%	3		74,00
					0
					0
					0
					0
					0
Sub Total C					2540,80
30% leyes Sociales					762,24
Total C					3303,05
Unitario C:					
D.- Total costo directo					5473,17

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS			
APU:	Revestimiento interior zona húmeda	Unidad	m2
Proyecto:	VIVIENDA MODELO TORCAZA	Cantidad:	1

A MATERIALES					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	Fibro cemento liso 6mm	plancha	0,347	13900	4823,3
2	fieltro volcan 10 lbs	rollo	0,025	8770	219,25
3	clavo fibrocemento	bolsa	0,015	5790	86,85
					0
					0
					0
					0
Total A					5129,4
Unitario A					

B MAQUINAS Y EQUIPOS					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
					0
					0
					0
					0
					0
					0
					0
					0
Total B					0
Unitario B					

C MANO DE OBRA					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	maestro	HH	0,6	2778	1666,80
2	ayudante	HH	0,4	2000	800
3	desgaste herramientas	%	3		74,00
					0
					0
					0
					0
					0
Sub Total C					2540,80
30% leyes Sociales					762,24
Total C					3303,05
Unitario C:					
D.- Total costo directo					8432,45

APU:
Proyecto:

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS			
Aislación térmica zona seca	Unidad		m2
VIVIENDA MODELO TORCAZA	Cantidad:		1
A MATERIALES			

Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	Poliestireno expandido 50 mm	paquete	0,166	10680	1772,88
2					0
3					0
					0
					0
					0
					0
					0
Total A					1772,88

Unitario A

B MAQUINAS Y EQUIPOS					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
					0
					0
					0
					0
					0
					0
					0
					0
Total B					0

Unitario B

C MANO DE OBRA					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	jornal	HH	0,18	1556	280,08
2	desgaste herramientas	%	3		8,4024
					8,65
					0
					0
					0
					0
					0
Sub Total C					297,14
30% leyes Sociales					89,14
Total C					386,28

Unitario C:

D.- Total costo directo

2159,16

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Aislación térmica zona húmeda	Unidad	m2
VIVIENDA MODELO TORCAZA	Cantidad:	1

A MATERIALES					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	Lana mineral 40 mm	paquete	0,083	26990	2240,17
2					0
3					0
					0
					0
					0
					0
Total A					2240,17

Unitario A

B MAQUINAS Y EQUIPOS					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
					0
					0
					0
					0
					0
					0
					0
					0
Total B					0

Unitario B

C MANO DE OBRA					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	jornal	HH	0,18	1556	280,08
2	desgaste herramientas	%	3		8,4024
					8,65
					0
					0
					0
					0
					0
Sub Total C					297,14
30% leyes Sociales					89,14
Total C					386,28

Unitario C:

D.- Total costo directo

2626,45

COTIZACION MADERA CONTRALAMINADA.

PRESUPUESTO

Proyecto: VIVIENDA MODELO
TORCAZA

Nº	Partida	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	Trazado y Replanteo	ml	50,48	7.528	\$ 380.013
2	Radier	m3	3,675	\$ 133.019	\$ 488.845
3	Panel estructural	m3	192,6	\$ 21.062	\$ 4.056.541
10	Revestimiento exterior	m2	72,45	\$ 19.623	\$ 1.421.686
11	Revestimiento interior zona seca	m2	104,11	\$ 9.258	\$ 963.850
13	Aislación térmica zona seca	m2	57,96	\$ 3.652	\$ 211.670
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21	SUBTOTAL				\$ 7.522.606
		E.- 20% Gastos Generales			\$ 1.504.521
		G.- 15% Utilidades			\$ 1.354.069
22	19% IVA				\$ 1.972.427
23	TOTAL				\$ 9.495.033
24					

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS			
APU:	Trazado y Replanteo	Unidad	ml

Proyecto: VIVIENDA MODELO TORCAZA Cantidad: 1

A MATERIALES					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	Pino 2x2x3,20	pza	0,333	1390	462,87
2	Pino 1x4x3,20	pza	0,333	1450	482,85
3	Clavos 3"	Kg	0,052	1200	62,4
4	Alambre N° 18	Kg	0,0095	8190	77,805
5	Cal	Kg	1	1490	1490
					0
					0
Total A					2575,925
Unitario A					

B MAQUINAS Y EQUIPOS					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
					0
					0
					0
					0
					0
					0
					0
					0
Total B					0
Unitario B					

C MANO DE OBRA					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	1 Trazador	HH	0,36	2333	839,88
2	1 Jornal	HH	0,36	1556	560,16
3	Desgaste de herramientas	%	3		42,00
					0
					0
					0
					0
					0
Sub Total C					1442,04
30% leyes Sociales					432,61
Total C					1874,65

Unitario C:
D.- Total costo directo 4450,58

APU:
Proyecto:

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS			
Hormigón radier H15	Unidad		m3
VIVIENDA MODELO TORCAZA	Cantidad:		1
A MATERIALES			
Nº	Item	Unid.	Total

1	cemento	sacos	11	3690	40590
2	arena	m3	1,07	11000	11770
3	grava	m3	0,8	23000	18400
4	sika 1	tambor	0,027	75000	2025
5					0
					0
					0
Total A					72785
Unitario A					

B MAQUINAS Y EQUIPOS					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
	betonera	HM	0,45	1388	624,6
	vibrador	HM	0,3	625	187,5
					0
					0
					0
					0
					0
Total B					812,1
Unitario B					

C MANO DE OBRA					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	maestro	HH	0,6	2778	1666,8
2	ayudante	HH	0,4	2000	800
3	jornal (betonera)	HH	0,45	1556	700,2
4	ayudante (vibrador)	HH	0,3	2000	600
5	desgaste herramientas	%	3		113,01
					0
					0
					0
Sub Total C					3880,01
30% leyes Sociales					1164,00
Total C					5044,01
Unitario C:					
D.- Total costo directo					78641,11

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

APU: Panel estructural Unidad m3
 Proyecto: VIVIENDA MODELO TORCAZA Cantidad: 1

A MATERIALES

Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	clt	m3	192,6	2130	410238
2					0
3					0
					0
					0
					0
					0
					0
Total A					410238

Unitario A

B MAQUINAS Y EQUIPOS					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
					0
					0
					0
					0
					0
					0
					0
					0
Total B					0

Unitario B

C MANO DE OBRA					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	carpintero	HH	0,6	2778	1666,8
2	ayudante	HH	0,4	2000	800
3	desgaste herramientas	%	3		74,004
					0
					0
					0
					0
					0
Sub Total C					2540,80
30% leyes Sociales					762,24
Total C					3303,05

Unitario C:

D.- Total costo directo

413541,05

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS			
APU:	Revestimiento exterior	Unidad	m2
Proyecto:	VIVIENDA MODELO TORCAZA	Cantidad:	1

A MATERIALES					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	smatside 11,1mm	planch	0,336	22490	7556,64

		a			
2	clavo helicoidal 2"	blsas	0,25	2090	522,5
3	fieltro 10 lb	rollo	0,025	8770	219,25
					0
					0
					0
					0
Total A					8298,39

Unitario A

B MAQUINAS Y EQUIPOS					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
					0
					0
					0
					0
					0
					0
					0
Total B					0

Unitario B

C MANO DE OBRA					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	maestro	HH	0,6	2778	1666,80
2	ayudante	HH	0,4	2000	800
3	desgaste herramientas	%	3		74,00
					0
					0
					0
					0
					0

Sub Total C

2540,80

30% leyes Sociales

762,24

Total C

3303,05

Unitario C:

D.- Total costo directo

11601,44

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

APU: Revestimiento interior zona seca Unidad m2

Proyecto: VIVIENDA MODELO TORCAZA Cantidad: 1

A MATERIALES					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	yeso cartón estándar 10mm	plancha	0,347	4990	1731,53

2	fieltro volcan 10 lbs	rollo	0,025	8770	219,25
3	tornillo volcanita 1 ^{5/8"} (200 un)	caja	0,105	2089	219,345
					0
					0
					0
					0
Total A					2170,125
Unitario A					

B MAQUINAS Y EQUIPOS					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
					0
					0
					0
					0
					0
					0
					0
					0
Total B					0
Unitario B					

C MANO DE OBRA					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	maestro	HH	0,6	2778	1666,80
2	ayudante	HH	0,4	2000	800
3	desgaste herramientas	%	3		74,00
					0
					0
					0
					0
					0
Sub Total C					2540,80
30% leyes Sociales					762,24
Total C					3303,05
Unitario C:					
D.- Total costo directo					5473,17

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS			
APU:	Aislación térmica zona seca	Unidad	m2
Proyecto:	VIVIENDA MODELO TORCAZA	Cantidad:	1

A MATERIALES					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	Poliestireno expandido 50 mm	paquete	0,166	10680	1772,88

2					0
3					0
					0
					0
					0
					0
					0
Total A					1772,88

Unitario A

B MAQUINAS Y EQUIPOS					
N°	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
					0
					0
					0
					0
					0
					0
					0
					0
Total B					0

Unitario B

C MANO DE OBRA					
N°	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	jornal	HH	0,18	1556	280,08
2	desgaste herramientas	%	3		8,4024
					8,65
					0
					0
					0
					0
					0
Sub Total C					297,14
30% leyes Sociales					89,14
Total C					386,28

Unitario C:

D.- Total costo directo

2159,16

CUADRO COMPARATIVO DE COTIZACIONES.

MADERA CONVENCIONAL	MADERA CONTRALAMINADA
\$7.652.898	\$ 9.495.033

En esta tabla se puede apreciar una comparación económica no tan abrumante entre una con otra, la madera contralaminada es más costosa pero tiene menos mano de obra y es más rápido, mientras tanto la madera convencional ocupa más mano de obra lleva más tiempo en construir y en edificar la vivienda

4. CONCLUSIONES.

4.1 CONCLUSIÓN PRIMER OBJETIVO ESPECÍFICO.

En el comienzo del proyecto y primer objetivo específico quise dar a conocer las características físicas y mecánicas de la madera contralaminada. Para dar a conocer las características físicas se explica que es la madera contralaminada, como está fabricada y en las físicas ensayos a la madera contralaminada, con esta información recopilada y aprendida eh podido llegar a varios puntos:

- Que es la madera contralaminada y para qué sirve.
- Como está fabricado y el proceso de elaboración.
- Los tipos de ensayos donde especifica la resistencia al fuego, la carga que soporta y la transmisión térmica.

4.2 CONCLUSIÓN SEGUNDO OBJETIVO ESPECÍFICO.

Para el segundo objetivo específico me propuse caracterizar el método constructivo de la madera contralaminada y convencional recopilando todo tipo de información de la materia al respecto, viendo el tipo de uniones, de fijaciones y el método constructivo de cada uno.

De esto podemos decir lo siguiente:

- Son cuatro tipos de uniones en madera contralaminada y en la madera convencional son muchas más.
- Los tipos de fijaciones son bastantes similares los unos con los otros.
- El método constructivo es mucho más rápido la madera contralaminada.

4.3 CONCLUSIÓN TERCER OBJETIVO ESPECÍFICO.

Como tercer objetivo específicos me propuse comparar económicamente la construcción de una vivienda de madera convencional y una con madera contralaminada, cada una con su cotización y APU correspondiente, de estas cotizaciones podemos decir lo siguiente:

- La vivienda con madera contralaminada es un poco más cara.
- La vivienda de madera contralaminada es más fácil en el proceso de instalación.

4.4 CONCLUSIÓN GENERAL

Con el desarrollo completo del proyecto se puede decir que:

- En Chile que de todo lo que procesa la gran parte se exporta y no alcanza a llegar al 15% de lo que Chile ocupa.
- El proceso de la madera contralaminada es nuevo y ayudara a ocupar más de lo que nuestro país procesa.
- Que la madera contralaminada le hacen distintos tipos de ensayos en los cuales se observa lo resistente que es al fuego, las cargas a las cuales se expone y puede resistir y la determinación térmica que tiene.
- Es un método constructivo más rápido más sencillo.
- Es un poco más cara pero tiene muchas más ventajas.

Bibliografía

NORMA CHILENA . (1991. 2150).

NORMA CHILENA. (2003). 2148.

NORMA CHILENA. (2005. 1207).

NORMA CHILENA. (2012. 819).

ORDENANZA GENERAL DE URBANISMO Y CONSTRUCCIÓN. (2016).

Información general de la madera contralaminada. (2018). www.aitim.es.

WEBGRAFIA

Calderon, J. (2017). *desempeño del clt*. Obtenido de semana de la madera: Calderon, J. (2017). desempeño del clt. http://www.madera21.cl/wp-content/uploads/2017/09/Jardines-de-alto-desempe%C3%B1o-Jorge-Calderon_SDLM-2017.pdf?x72000.

HERNANDES, M. (2018). *TIPOS DE UNIONES* . Obtenido de <https://es.slideshare.net/MikelProf/la-madera-tipos-de-uniones>

LATAMENDI, J. (2016). *LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS CON MADERA*. Obtenido de <http://www.madera21.cl/wp-content/uploads/2016/11/Cap%C3%ADtulo-1.La-construccion-de-viviendas-en-madera-completo-sin-introducci%C3%B3n-5.pdf?x72000>

ROTHOBLASS. (2018). *SISTEMA DE CONEXION PARA PANELES MADERA CONTRALAMINADA*. Obtenido de <http://www.tectonica-online.com/productos/rothoblaas/x-rad-conector-panel-madera-contralaminada/2887/>