

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA

**ANÁLISIS TÉCNICO DEL USO DE LOS PANELES SIP EN CONSTRUCCIÓN
DE VIVIENDA UNIFAMILIAR.**

Trabajo de Titulación para optar al Título
de Técnico Universitario en CONSTRUCCIÓN

Alumno:

Carlos Andrés Rivera Rojas

Profesor Guía:

Cristopher Pérez Marín

2018

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO

Quisiera agradecer primero a Dios por todas las oportunidades otorgadas durante mi formación académica, que, junto a mi familia y abuelos siempre confiaron en mí, respaldándome y apoyándome en cada momento vivido, inculcando siempre los buenos valores y motivando siempre a aspirando a más. A mi pareja que siempre me ayudo en los momentos difíciles, aportando de igual manera de una u otra forma, agradeciendo todo el cariño entregado durante este tiempo.

A los docentes de la universidad, reconocer cada palabra de aliento y aprendizaje que inculcaron en cada uno de los alumnos de la carrera, motivando a seguir adquiriendo conocimientos y experiencias.

RESUMEN

La innovación del área tecnológica en construcción trajo consigo la creación de nuevos materiales que son capaces de solucionar los problemas que se van presentando a lo largo del uso de las viviendas una vez ya estando habitadas. Los métodos de construcción tradicionales han evidenciado diferentes deficiencias en el transcurso de los años, llegando a afectar su estructura.

Se debe mencionar el comportamiento a los diferentes esfuerzos que se somete las estructuras recibiendo distintos tipos de cargas estructurales que se encuentran constantemente aplicadas, y a las cargas naturales producidas por movimientos telúricos o tormentas de vientos.

El uso de un proceso constructivos en viviendas que cumplan con el marco normativo del MINVU y la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones es cada vez mas bien visto y demandado por la gestión que se implementa a la hora de llevar a cabo las edificaciones. Un correcto uso de estos materiales puede otorgar una vivienda con grandes condiciones térmicas, beneficiando al usuario a la hora de obtener implementos de calefacción.

El presente documento, busca evidenciar los avances de la construcción a través de los paneles estructurales SIP, presentado así la comparación de un material no muy conocido, pero igual o mejor, como lo son los paneles SIP en comparación al uso de tabiquería.

INDICE

<u>INTRODUCCION</u>	1
<u>EXPOSICIÓN GENERAL DEL PROYECTO</u>	2
<u>PROBLEMATICA DEL PROYECTO</u>	3
<u>JUSTIFICACION DEL PROYECTO</u>	4
<u>METODOLOGIA PARA REALIZAR EL PROYECTO</u>	5
<u>OBJETIVOS DEL PROYECTO</u>	6
<u>MARCO TEORICO</u>	7
<u>MARCO NORMATIVO</u>	8
<u>CAPITULO 1: “DESCRIPCION DE LA MADERA”</u>	
<u>LA MADERA</u>	9
<u>I. CARACTERÍSTICAS</u>	10
<u>II. PROPIEDADES MECÁNICAS</u>	13
<u>III. ENSAYOS</u>	14
<u>IV. DEFECTOS DE LA MADERA</u>	17
<u>V. HERRAMIENTAS</u>	18
<u>VI. NORMATIVA</u>	21
<u>VII. TABIQUERÍA</u>	22
<u>CAPITULO 2: “DESCRIPCION PANELES SIP “</u>	
<u>I. PANELES SIP</u>	24
<u>II. CONFORMACIÓN</u>	25
<u>I. BENEFICIOS</u>	28
<u>II. HERRAMIENTAS</u>	31
<u>III. TIPOS DE PANELES</u>	31
<u>IV. ENSAYOS</u>	34

CAPITULO 3: “PROCESOS CONSTRUCTIVOS”

I. CONSIDERACIÓN PARA CONSTRUIR.....37

II. PROCESO CONSTRUCTIVO EN TABIQUERÍA EN MADERA.....40

III. PROCESO CONSTRUCTIVO PANELES SIP.....46

CAPITULO 4: “ANÁLISIS TECNICO-ECONOMICO”

I. ANÁLISIS.....50

II. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....53

III. PRESUPUESTO CASA TABIQUERÍA MADERA.....57

IV. APU CASA TABIQUERÍA MADERA.....58

V. PRESUPUESTO CASA SIP.....61

VI. APU CASA SIP.....62

VII. CONCLUSIÓN.....66

VIII. LINKOGRAFIA.....67

INDICE DE FIGURAS

[FIGURA 1: PLANTACIONES ÁRBOLES EN CHILE](#).....9

[FIGURA 2: CARGA DE DEFORMACIÓN](#).....13

[FIGURA 3: ENSAYO DE COMPRESIÓN](#).....14

[FIGURA 4: ENSAYO DE COMPRESIÓN NORMAL](#).....15

[FIGURA 5: ENSAYO FLEXIÓN ESTÁTICA](#).....16

[FIGURA 6: ENSAYO EXTRACCIÓN DE CLAVOS](#).....16

[FIGURA 7: PARTES DE UN TABIQUE](#).....23

[FIGURA 8: PANEL SIP](#).....24

[FIGURA 9: DETALLE PANEL SIP](#).....25

[FIGURA 10: ENCOLADO PANEL SIP](#).....26

[FIGURA 11: PROCESO UNIÓN PANELES](#).....26

[FIGURA 12: PRENSADO PANELES SIP](#).....27

[FIGURA 13: CONCEPTO DE EFICIENCIA](#).....28

[FIGURA 14: POLIETILENO EXPANDIDO HD](#).....29

[FIGURA 15: CONCEPTO ESTRUCTURAL](#).....29

[FIGURA 16: MONTAJE PANELES SIP](#).....30

[FIGURA 17: PANEL SIP OSB-OSB](#).....32

[FIGURA 18: PANEL SIP OSB-RANURADO](#)..... 32

[FIGURA 19: PANEL SIP SMART PANEL-OSB](#).....33

[FIGURA 20: PANELES SIP SMART PANEL-RANURADO](#).....33

[FIGURA 21: ENSAYO FLEXIÓN PANELES SIP](#).....34

[FIGURA 22: ENSAYO DE COMPRESIÓN PANELES SIP](#).....35

<u>FIGURA 23-1: ENSAYO DE COMPRESIÓN PANELES SIP</u>	35
<u>FIGURA 24: ENSAYO DE RESISTENCIA AL FUEGO</u>	36
<u>FIGURA 25: INSTALACIÓN REDES SANITARIAS</u>	40
<u>FIGURA 26:.. HORMIGONADO CAMA RADIER</u>	40
<u>FIGURA 27: INSTALACIÓN TABIQUERÍA</u>	41
<u>FIGURA 29: CANALIZADO ELÉCTRICO Y POTABLE</u>	42
<u>FIGURA 28: REVESTIMIENTO INTERIOR</u>	42
<u>FIGURA 30:.. AISLACIÓN LANA VIDRIO</u>	42
<u>FIGURA 31: INSTALACIÓN CERCHAS</u>	43
<u>FIGURA 32: INSTALACIÓN CERCHAS Y REVESTIMIENTO CUBIERTA</u>	43
<u>FIGURA 33: REVESTIMIENTO CERCHAS Y BARRERA DE HUMEDAD</u>	44
<u>FIGURA 34: TERMINO DE INSTALACIÓN CUBIERTA</u>	44
<u>FIGURA 35: REVESTIMIENTO EXTERIOR Y TERMINO</u>	45
<u>FIGURA 36: ANCLAJE SOLERA INFERIOR Y CANALIZACIÓN ELÉCTRICA</u>	46
<u>FIGURA 37: ANCLAJE SOLERA INFERIOR</u>	46
<u>FIGURA 38: DETALLE ANCLAJE AN Y PANELES SIP</u>	47
<u>FIGURA 39: ANCLAJE AN EN SOLERA INFERIOR</u>	47
<u>FIGURA 41: DETALLE UNIÓN H ENTRE PANELES</u>	47
<u>FIGURA 40: UNIÓN H PARA PANELES</u>	48
<u>FIGURA 42: INSTALACIÓN PANELES SIP EN CUBIERTA</u>	49
<u>FIGURA 43: CORTE PANELES SIP EN VANOS DE VENTANA</u>	49
<u>FIGURA 44: CASA CUBICADA</u>	51
<u>FIGURA 45: PLANO CASA CUBICADA</u>	52

INDICE TABLAS

[TABLA 1: CALCULO TÉRMICO VIVIENDA MADERA](#).....54

[TABLA 2: CALCULO TÉRMICO SIP](#).....56

[TABLA 3: PRESUPUESTO TABIQUERÍA EN MADERA](#).....57

[TABLA 4: APU CASA DE MADERA](#).....60

[TABLA 5: PRESUPUESTO CASA SIP](#).....61

[TABLA 6: APU CASA PANELES SIP](#)..... 64

[TABLA 7: CUADRO RESUMEN PRESUPUESTOS](#).....65

INTRODUCCIÓN

Con el pasar de los años la construcción de viviendas ha ido cambiando por la incorporación de nuevos materiales en el mercado, materiales atractivos para la construcción los cuales se introdujeron en los trabajos, encontrando cualidades que otros no poseían, variando o inclusive mezclando dos materialidades con el fin de entregar un resultado que ahorre tiempos y elimine partidas pesadas. El uso de materiales a los que se conocen y utilizan comúnmente, está limitado por la falta de información en los nuevos procesos de construcción, además del miedo que da al no saber cómo se comportaran realmente una vez ya montados. La mayoría de estos nuevos materiales buscan la construcción sustentable, provocando el menor impacto negativo en el ambiente. Esto promueve y logra implementar normativas que rigen la correcta elaboración e instalación de estos entregando un completo estudio de comportamiento.

La madera como material de construcción para viviendas cumple de buena manera los esfuerzos estructurales, como la flexión y compresión, logrando llevar cabo edificaciones de grandes alturas, además de ser un material fácil de obtener, ya que Chile posee con creces este recurso al ser un gran productor de maderas aserradas y de gran calidad. Con esto surgen más opciones de materiales para la construcción en donde se busca innovar, en este caso, se emplea la idea de los paneles SIP los cuales son creados en Norte América.

Empresas nacionales se dedicaron a la confección de ellos, debido a las grandes cualidades que se lograron observar en los trabajos realizados en otros países, donde, el uso de los paneles SIP es uno de los más utilizados a la hora de construir de manera más rápida con grandes beneficios térmicos.

EXPOSICIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

En el presente informe se desarrollará un análisis del uso de paneles estructurales SIP, tanto técnica como económicamente, realizando así una comparación sobre los métodos constructivos más comúnmente utilizados en la tabiquería.

El uso de la madera en la construcción se remonta a miles de años atrás gracias a su principal materia prima, la madera, materia que hoy en día se considera un material natural renovable. Si bien el mercado nos ofrece una variada gama de materiales para construir como lo son el hormigón, steel framing, entre otras. El uso de la madera en construcción de viviendas continua con fuerza debido a sus grandes capacidades de resistencia, que no lo dejan tan en el pasado como se piensa. Se debe considerar que este material no es difícil de conseguir, gracias que al pasar por diferentes tratamientos que hoy existen y se aplican, nos otorga un material con características únicas, dando beneficios tanto térmicos como arquitectónicos.

Para lo mencionado anteriormente, se realizará una indagación en internet para obtener y dar a conocer las características que hacen el uso de los paneles una técnica rápida y eficaz por sobre la tabiquería.

No solo buscamos una rápida terminación en nuestros proyectos, sino algo que sea duradero y que nos otorgue una seguridad; para esto existe un marco normativo, que ha regularizado su construcción. Toda la información se respaldará con la visita a una empresa dedicada a la confección y distribución de estos paneles.

PROBLEMATICA DEL PROYECTO.

En los tiempos de ahora lo que se busca en una vivienda, es que tenga un bajo costo, buena calidad y que nos asegure un lugar habitacional apto para el resto de nuestras vidas. Es por eso que la mayoría de construcciones está hecha a base de tabiquería, hormigón, steel framing, albañilería de ladrillos, entre otros. Desde los principios de la construcción se emplearon diferentes ensayos de resistencias a los materiales más comunes, entre los que más resaltan podemos encontrar el hormigón, la albañilería y la madera, siendo esta última la más empleada en la construcción de viviendas desde tiempos antiguos. Los avances en las nuevas tecnologías hicieron que el mercado innovara en los elementos para la construcción. Sabemos que la madera tiene grandes capacidades de resistencias, pero cuando se habla de edificaciones de grandes dimensiones se ve incapacitado de soportar los esfuerzos a los que se verá expuesto. Sin mencionar a que no soportan de buena manera los embates climáticos como lo haría una materialidad distinta. Gran parte de las viviendas están hechas a bases de tabiquería, viviendas edificadas hace bastante tiempo que hoy en día ya presentan variados inconvenientes, como, por ejemplo, las termitas, la humedad, y el fuego.

Las termitas son unos de los principales factores que hacen que la madera se debilite, que es un enemigo biológicamente natural, presente en la madera, la cual, si no es tratada nos puede generar grandes problemas de resistencias. Problemas que se ven reflejados y hacen noticias por la gravedad de los destrozos provocados.

La humedad, la cual afecta a la resistencia de la madera, forma hongos que la pudren además de expender un desagradable al interior de la vivienda y con esto, partículas como el moho que podrían llegar a perjudicar la salud de las personas.

JUSTIFICACION DEL PROYECTO.

Si bien existen varios métodos para la edificación de una vivienda como son los tradicionales, hormigón, Tabiquería, y albañilería, estos ofrecen muchas desventajas que hoy en día los han convertido prácticamente lentos y tediosos, donde en algunos casos nos vemos obligados a destruir parcialmente lo progresado para lo que serían instalaciones eléctricas y tuberías, sin mencionar que no resisten bien los embates del clima y desastres naturales como terremotos y temporales de lluvia. Es por eso que se ha propuesto el uso de los paneles SIP para una construcción más rápida, que satisfaga las necesidades del profesional en su obra y pueda suplir las carencias del método tradicional de Tabiquería. Este material no necesita a un maestro especialista o con mucha experiencia, ya que al ser paneles pre-fabricados solo se deben montar, utilizando los métodos de uniones que el proveedor indique, unión que no será un elemento exclusivo de este mismo, son elementos que encontramos con facilidad, al alcance de nuestro bolsillo. Es necesario el uso de alguna grúa móvil pequeña para este proceso de montaje o bien uso de poleas y una cuadrilla de hombres, el peso del material no supera los 50kg por panel, donde el peso no sería un impedimento para efectuar el montaje manualmente. El tiempo, y los costes se reducirán debido a lo factible que es construir utilizando elementos pre-fabricados.

METODOLOGIA PARA REALIZAR EL PROYECTO.

La metodología de trabajo se basará en una recopilación de información en el internet donde se investigará primeramente el uso de la madera en la construcción de vivienda, dando a conocer sus características, origen y sus ensayos correspondientes, lo que hace que la madera pueda ser ocupada como un elemento estructural. Una vez teniendo los detalles técnicos del material y caracterizando su proceso constructivo se dará paso la investigación del material SIP y sus principales características que hacen que este sea apto para su uso estructural o en lozas. Gracias a sus beneficios tanto térmicos, acústicos y económicos, en Chile se crearon empresas que se dedican a la fabricación de estos paneles, a los que se les realizan los diferentes ensayos que se deban efectuar para cumplir las exigencias de las normas chilenas. Por eso realizare una visita a una de estas empresas, para ver el proceso de conformación de estos paneles, que técnicas son utilizadas para unir los paneles OSB con el poliestireno expandido además de presentar el proceso constructivo de una casa con este material, en tabiquería.

OBJETIVOS DEL PROYECTO.

Objetivo General:

- Comparación técnica-económico sobre la construcción de viviendas con Tabiquería de madera vs método de paneles estructural SIP.

Objetivos Específicos:

- Dar a conocer el proceso de elaboración de los paneles SIP.
- Conocer las principales características de los paneles SIP.
- Caracterizar ambos sistemas constructivos.
- Comparar técnica-económicamente ambos métodos constructivos.

MARCO TEORICO

El uso de este tipo de paneles se comenzó a usar en los Estados Unidos, donde la madera es la principal materia prima utilizada para la construcción de viviendas, una rápida construcción y buena aislación fue la que motivo la implementación de los paneles de manera estructural, logrando edificaciones habitables. Es por eso que estos innovadores métodos constructivos son traídos a Chile, donde empresas se dedicaron a la producción y comercialización de estos tipos de paneles, por ejemplo: BELLOMURO, empresa Chilena y de la octava región que se especializa en la construcción de paneles SIP.

Estos paneles se conforman de dos placas de OSB con un núcleo de poliestireno expandido de alta densidad, se unen mediante adhesión, prensado con emulsión de poliuretano, lo que permite una adherencia que confiere una resistencia mecánica al conjunto. Todos estos componentes deben pasar bajo las respectivas pruebas de calidad y resistencia. Una vez terminado todo el proceso de confección estos están listos para ser ocupados. Este tipo de panel incorpora una estructura, cubierta y la aislación en un solo elemento. Gracias a sus componentes es un elemento que cumple con todas las condiciones acústicas de igual manera o mejor manera que con una construcción de albañilería; diseñada para soportar los diferentes tipos de climas o catástrofes naturales. Su diseño de panel hace que su montaje no necesite maquinarias de grandes dimensiones, ni un profesional especializado en este tema, solo se necesitan conocimientos básicos de construcción, como lo es nivelar, aplomar siendo capaz de lograr una buena terminación. Los diferentes tipos de paneles hacen que puedan ser ocupados de manera exterior, interior o como loza, cumpliendo cada uno su labor de estructura. *“La prefabricación se presenta en éste contexto como una herramienta para la proliferación en serie y en gran escala, de las virtudes del diseño integradas en un sistema constructivo replicable. Por lo tanto, se puede afirmar que los sistemas prefabricados pueden responder satisfactoriamente a las demandas masivas de arquitectura de parte de la Sociedad”.* (Alejandro Soffia, 2018)

MARCO NORMATIVO

El marco normativo fue regido por el MINVU, quien acredita y normaliza las construcciones con este tipo de paneles tanto para losas y tabiquería es posible en nuestro país. Los ensayos realizados a los paneles de OSB de este material son a la carga vertical, horizontal, transversal y de fuego. Estas están establecidas en la NCH 1537 of88. EL poliestireno expandido cumple con la NCH 1070, elaborado con Styropor F, que posee aditivo ignífugo, lo que le confiere a la espuma la propiedad de retardación de llama y lo hace difícilmente inflamable. El marco normativo para la construcción de viviendas en madera también está dado por la NCH 1198. Una vez teniendo construido se debe corroborar la NCH 2251 que busca aprovechar los métodos de calefacción gracias al aislante que contenga la vivienda.

CAPITULO 1: “DESCRIPCION DE LA MADERA”.

La Madera

La madera se obtiene de los árboles, fuente de energía renovable que no solo tiene beneficios ambientales, sino que tiene un sinnúmero de utilidades, ya sea la fabricación de papel, lápices, paneles, madera, entre otros. Un buen estudio donde se logran saber características y comportamiento, es necesario para establecer y efectuar un buen uso de este material. Los diferentes tratamientos que se le hacen a la madera desde que es talada hasta que esta lista para ser ocupada como un material para la construcción, va a ser variada, esto depende de los fines que son destinados.

En la construcción, la madera se comenzó a usar desde los principios de nuestra humanidad, logrando encontrar en ella un sinnúmero de utilidades como se mencionaron anteriormente, que hicieron ir avanzando desde crear con ellas pequeñas viviendas a base de esta madera hasta grandes edificaciones.

En la década de los años 1980 se desarrollaron las primeras normas que permitieron establecer criterios para la clasificación estructural de la madera aserrada. Con la llegada de la madera importada de Estados Unidos y Canadá principalmente, fue que en los años 2001 a 2002 se desarrollaron una serie de estudios que permitieron que el país se comenzara a producir madera estructural clasificada en forma mecánica, con el fin de exportar el producto a Europa.

Gracias a la existencia de esta gestión forestal sostenible, la madera se convierte en un garantizado, tanto en su explotación como en su posterior comercialización.

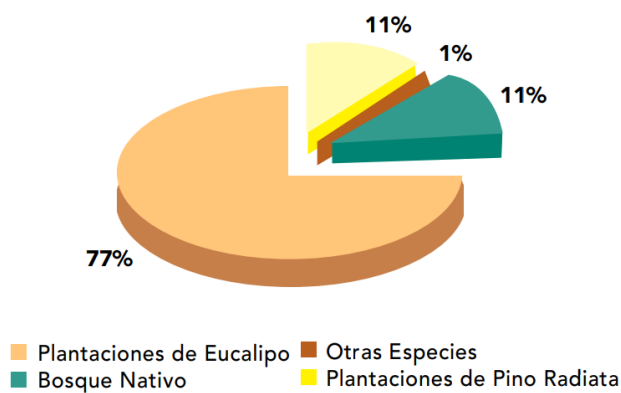


Figura 1: Plantaciones árboles en Chile.

Fuente: Manual de construcción viviendas en madera (2012)

La resistencia de la madera dependerá del tipo de Árbol y su tratamiento a seguir. Entre los arboles más ocupados para la construcción se encuentra el Eucalipto y pino radiata, especies que fueron traídas desde Estados Unidos y Australia, respectivamente. No hay que olvidar la madera nativa existente en Chile, también utilizada en la construcción de viviendas y diferentes obras, madera que por los grandes beneficios y características que otorga a traído consigo una excesiva extracción para producir productos de muy bajo valor agregado (chip, astillas, rodones, etc.), los que son usualmente vendidos al extranjero para la producción de papeles de calidad. Esta tala indiscriminada de nuestro país trajo consigo una regularización para proteger estas especies madereras, bueno no solo al árbol en sí no también al entorno en donde esta crece y se desarrolla aportando de manera positiva al medio ambiente, es por eso que su uso para construcciones está limitado.

I. Características

La madera, como cualquier otro material presenta variadas características, tanto físicas, como mecánicas. Las características que tenga cada una dependerá del origen que se tenga, sabemos que dependiendo de cada árbol sus resistencias van a variar. Las empresas aserraderos dedicadas a la fabricación de la madera, buscan obtener características similares para cada una de sus especies en proceso de crecimiento para su posterior tala. Luego de cumplir su ciclo de desarrollo se seleccionan las especies que serán cortadas para posteriormente ser derivadas a los centros aserraderos, en donde se confeccionan los distintos materiales a base de este, como lo son los aglomerados, palos, contrachapados, perfiles, entre otros.

Una vez terminado el proceso de aserrado se realiza el secado de la madera, donde se determinarán los grados y porcentajes que vaya a tener el material y saber si cumple o no con lo que la normativa establece. Entre las características más importantes que se debe tener en consideración son:

a) Contenido de humedad

La estructura de la madera almacena una importante cantidad de humedad. Esta se encuentra como agua ligada en las paredes celulares, en el interior de las cavidades celulares, el contenido de humedad está establecido en la norma chilena NCh176/1 OF1984. El agua contenida en el interior de la madera, sea en forma natural o por estar expuesta a condiciones del medio ambiente, puede variar principalmente debido a la humedad y temperatura predominantes en el lugar donde se utiliza. Sin embargo, para ser utilizada como material de construcción, y específicamente con fines estructurales, el contenido de humedad debe ser inferior al 15%.

b) Densidad de la madera

Como se sabe, la densidad de un cuerpo es el resultado formado por masa y volumen. Esta es una de las características físicas más importantes, ya que está directamente relacionada con las propiedades mecánicas y durabilidad de la madera. El porcentaje de humedad que tenga la madera va a interferir de manera directa con la densidad, debido a la fácil capacidad de absorción que esta tiene.

c) Contracción y expansión de la madera

El secado de la madera por debajo del punto de saturación de la fibra, provoca pérdida de agua en las paredes, lo que a su vez produce contracción de la madera. Cuando esto ocurre se dice que la madera “trabaja”. En esta característica las dimensiones comienzan a disminuir en los tres ejes: tangencial, radial y longitudinal.

d) Propiedades acústicas

La madera, como material de construcción, cumple un rol acústico importante en habitaciones y aislación de edificios, ya que tiene la capacidad de amortiguar las vibraciones sonoras. Su estructura celular porosa transforma la energía sonora en calórica, debido al roce, evitando de esta forma transmitir vibraciones a grandes distancias.

e) Propiedades térmicas

El calor en la madera depende de la conductividad térmica y de su calor específico.

i. Conductividad es la capacidad que tiene un material para transmitir calor, y se representa por el coeficiente de conductividad interna; definido como la cantidad de calor que atraviesa por hora por el material de madera. Las cavidades celulares de la madera seca están llenas de aire, el cual es un mal conductor térmico.

ii. Calor específico es definido como la cantidad de calor necesario para aumentar en 1 grado Celsius ($^{\circ}$), la temperatura de un gramo de madera. El calor específico en la madera es 4 veces mayor que en el cobre. No dependerá de la especie ni densidad para que la madera sufra cambios, sino que va directamente relacionado con la cantidad de calor que le llegue. La combinación de estos dos aspectos hace de la madera un material que absorbe calor muy lentamente.

II. Propiedades mecánicas

Las propiedades mecánicas de la madera determinan la capacidad o aptitud para resistir fuerzas externas. Se entiende por fuerza externa cualquier acción que, actuando exteriormente, altere su tamaño, dimensión o la deforme.

El conocimiento de las propiedades mecánicas de la madera se obtiene a través de los, diferentes ensayos que se aplican al material, en donde se puede determinar los diferentes valores de esfuerzos a los que puede estar sometida. El límite elástico se define como el esfuerzo por unidad de superficie, en que la deformación aumenta en mayor proporción que la carga que se aplica. En la siguiente referencia se puede apreciar la gráfica de deformación que tiene la madera expuesta a una carga (ver figura 2):

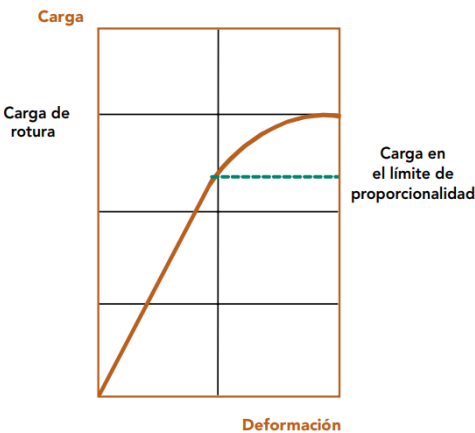


Figura 2: Carga de deformación.

Fuente: construcción en madera.

La rigidez de un cuerpo esta defino como la propiedad que tiene un material para resistir la deformación al ser solicitado por fuerzas externas. La medida de rigidez para la madera en este caso se conoce como módulo de elasticidad, calculado por la razón entre esfuerzo por unidad de superficie y deformación por unidad de longitud. Cuando la carga resulta mayor a la del límite elástico, la pieza continúa deformándose hasta llegar a colapsar, obteniendo la tensión de rotura de la pieza de madera.

III. Ensayos

Los ensayos que se realizan a la madera se deben hacer en dos estados de contenido de humedad, uno corresponde al uso de una madera con un estado de humedad superior al 30% (estado verde), y el segundo con probetas de humedad 12% (estado seco al aire).

Para lograr identificar y conocer los diferentes valores de resistencias se deben realizar variados estudios y ensayos los cuales están normalizados y deben cumplir con los requisitos que la NCH nos dice respecto a los distintos ensayos a realizar.

Compresión paralela a las fibras:

Es la resistencia de la madera a una carga en dirección paralela a las fibras, la que se realiza en columnas cortas para determinar la tensión de rotura, tensión en el límite de proporcionalidad y módulo de elasticidad (ver figura 3)



Figura 3: Ensayo de compresión.

Fuente: Manual de construcción de viviendas.

Compresión normal a las fibras:

Es la resistencia de la madera a una carga en dirección normal a las fibras, aplicada en una cara radial, determinando la tensión en el límite de proporcionalidad y tensión máxima (ver figura 4).

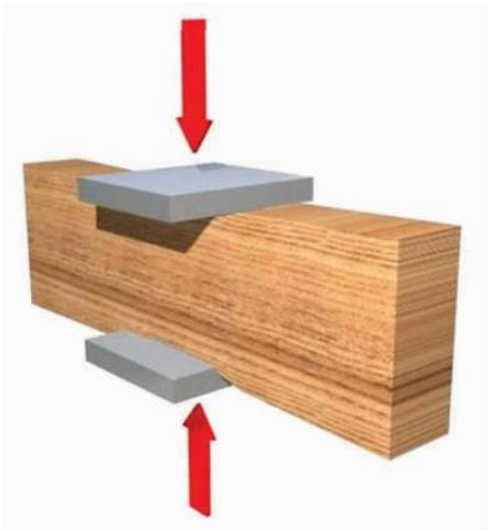


Figura 4: Ensayo de compresión normal.

Fuente: Manual de construcción de viviendas.

Flexión estática:

Es la resistencia de la viga a una carga puntual, aplicada en el centro de la luz, determinando la tensión en el límite de proporcionalidad, tensión de rotura y el módulo de elasticidad.



Figura 5: Ensayo flexión estática.

Fuente: Manual de construcción de viviendas

Extracción de clavo:

Se mide su resistencia por la fuerza necesaria para extraer un clavo de la madera. Se debe considerar la resistencia al desclave en una superficie paralela a las fibras y en una superficie normal a las fibras (ver figura 6).



Figura 6: Ensayo extracción de clavos.

Fuente: Manual de construcción de viviendas.

IV. Defectos de la madera

Recibe este nombre cualquier irregularidad física, química o físico-química que pueda tener alguna pieza en general, pero en este caso la madera, en donde se vean afectados los aspectos de resistencia o durabilidad, determinando generalmente una limitante en su uso o aplicación.

Defectos propios

Los defectos propios que más inciden sobre las propiedades de resistencia y durabilidad en las piezas de madera son:

Nudos sueltos: Abertura de sección relativamente circular, originada por el desprendimiento de un nudo. Este pueda darse en las aristas, los bordes, canto, doble canto de sus caras.

Grietas: Separación de elementos constitutivos de la madera, cuyo desarrollo no alcanza a afectar dos superficies opuestas o adyacentes de una pieza.

Perforación Galería u otro tipo de orificio producido por la presencia de insectos taladradores. En cualquier caso, la madera con este defecto debe ser desechada.

Pudrición, Degradación, descomposición y destrucción de madera por presencia de hongos xilófagos y ambiente húmedo. La presencia parcial de putrefacción implica una creciente reducción de la resistencia. No se debe utilizar como material de construcción.

Defectos biológicos

En la madera no solo están sus defectos propios, como los mencionados anteriormente, sino que existen diferentes tipos patologías biológicas que pueden afectar a la madera de manera tal que ya no pueda cumplir con las condiciones mínimas para ser un elemento estructural. Esto debido a que la madera es una materia orgánica, lo que hace más susceptible al ataque de seres vivos que pueden provocar su total degradación, o la simple acción de agentes bióticos. Algunos de los principales inconvenientes son:

Mohos: Son hongos que tienen una apariencia de algodón fino. La extensión de estos depende fundamentalmente de la temperatura y de una humedad abundante. Afectan a la madera en su aspecto superficial y se pueden eliminar cepillando la pieza, no causan daños a la resistencia ni a otras propiedades.

Hongos de pudrición: En este caso los hongos se alimentan de la pared celular, causando una severa pérdida de resistencia, impidiendo cualquier tipo de aplicación, ya que la madera puede desintegrarse por la simple presión de los dedos. Se ve una clara pérdida de la masa de nuestra pieza de madera que se ve afectada por este tipo de hongo.

Termitas: Estos insectos son los que pueden causar mayores daños a la estructura de madera de una vivienda. En Chile tenemos termitas endémicas, muy reconocidas tanto en el Sur como el Norte del país, que construyen sus nidos dentro de la madera a la cual atacaron, alimentándose principalmente en su estado larvario. Destruyen parcialmente la estructura de madera, quitándole dimensiones y provocando una disminución en su resistencia, un mal control de ellas puede traer consigo serios problemas.

V. Herramientas

Existen diversas operaciones que se pueden realizar en la madera, entre ellas se destacan:

Medir

Se puede determinar la longitud, extensión, volumen o capacidad a través de diversas herramientas, tales como:

Metro: Instrumento de medida la que permite trabajar o marcar las piezas a la medida deseada. Los metros más comunes son el metro plegable que consiste en listones que se pliegan sobre sí mismo mediante una articulación, por lo general existen metros de varias medidas que van desde los 3mt hasta los 30mt, hecho de una cinta de acero milimetrada.

Escuadra metálica: Se utiliza para comprobar con exactitud los ángulos rectos y permite trazar rectas paralelas y perpendiculares. Está formada por dos brazos uno que sirve de base y una regla más delgada inserta en un ángulo de 90°.

Regla graduada: Cintas rígidas que llevan dibujada una escala dividida en centímetros y milímetros. Pueden ser de plástico, madera o metal.

Marcar y Trazar

Antes de cortar cualquier pieza se requiere marcar y trazar éstas, para ello además de la regla y escuadra se tienen las siguientes herramientas:

Punzón: Herramienta utilizada para realizar una pequeña hendidura sobre la superficie de la madera que indicará donde se debe realizar la perforación.

Compas de puntas: Es un compás que tiene las dos puntas de acero. Sirve para trazar circunferencias y arcos, así como para tomar medidas y llevarlas hasta otro lugar.

Lápiz carpintero: Lápiz especial para dibujar sobre madera.

Cortar

Para los diversos trabajos de la construcción se necesitan algunas veces dividir la madera en diferentes piezas, para lo cual, se requieren herramientas, así como:

Serrucho: Se trata de una sierra de hoja extensa y dentada, con un mango unido a su parte más ancha. Existe el Serrucho ordinario o universal, utilizado para cortar piezas grandes dimensiones y diferentes grosores y el Serrucho de costilla que realiza cortes más precisos y finos.

Sierras eléctricas: Estas máquinas se utilizan para cortar gruesos y largos tableros por medio de una sierra circular giratoria, que se va desplazando apoyada en una guía. Se caracterizan por realizar cortes precisos, además posibilitan el corte en ángulo hasta de 45 grados e incorporan una protección contra el polvo o serrín que se produce en el corte; algunas están provistas para conectarse a un extractor externo.

Perforar o agujerear

Consiste en hacer un agujero en la pieza de madera que atraviese de una parte a otra. Entre las herramientas más comunes que permiten realizar esta acción están:

Barrena: Sirve para agujerear madera de poco grosor realizando una perforación de pequeño tamaño.

Brocas: Van alojadas en el extremo del taladro. Usadas para perforar madera acaban en punta aguda. También existen más anchas que hacen orificios mayores, llamadas brocas de pala.

Tallar y rebajar

Formón: Se utiliza golpeándolo con algún objeto contundente en la parte trasera, que gracias a su parte afilada se logra degastar la madera. utilizadas para quitar trozos de madera rebajada

Desbastar y alisar

Con el fin de dejar la madera lisa lista para poder darle una terminación de pintar o barniz, se utilizan las herramientas mencionadas a continuación que remueven muy poco material dejando lisa la superficie.

Algunas herramientas utilizadas son:

Escofinas: Barra de acero con resaltes o dientes triangulares capaces de remover pequeñas virutas de madera.

Papel de lija: Pequeños trozos de material muy duro pegados en un soporte de papel que permiten alisar la madera

Unir piezas

Una vez cortada las piezas, para unir éstas, se requiere de diferentes herramientas tales como:

Martillo: Utilizado para clavar. Existen varios tipos, entre los más comunes, Martillo de peña., Martillo de bola, Martillo de uña.

Desatornillador: Al igual que el martillo, esta herramienta sirve para unir piezas con la ventaja que presenta una mayor facilidad de atornillar además de ser desmontable. Existen diversos tipos como desatornillador punta plana, desatornillador punta estrella, entre otras.

Llaves: Se emplean para apretar y aflojar tornillos y tuercas, son de acero.

Cabe destacar que las herramientas mencionadas anteriormente, no son las únicas existentes o utilizadas para trabajar en la madera ya que existe una gran diversidad de operaciones que se pueden realizar en ella además de diferentes herramientas que pueden llevar a cabo la operación deseada.

VI. Normativa

Como todo material y proceso constructivo se rige bajo una normativa, la cual está normalizada por la NCH. La madera debe cumplir con su norma, establecida en la NCH 1198, que da a conocer las condiciones mínimas que debe tener la madera para poder ser utilizada para la construcción

NCh1198.Of1991 Madera - Construcciones en madera – Cálculo

NCh1990.Of1986 Madera - Tensiones admisibles para madera estructural

No solo la madera como material debe cumplir con ciertos requisitos, sino que también las terminaciones y los demás componentes que se utilizaran para dar el acabado. Se debe considerar los aislamientos acústicos y térmicos.

NCh352.Of1961 Condiciones acústicas que deben cumplir los edificios

NCh352/1. Of2000 Aislación acústica - Parte 1: Construcciones de uso habitacional - Requisitos mínimos y ensayos

NCh2785.Of2003 ISO 140-4 Acústica - Medición de aislación acústica en construcciones y elementos de construcción - Mediciones en terreno de la aislación acústica aérea entre habitación.

NCh853.Of1991 Acondicionamiento térmico - Envolvente térmica de edificios - Cálculo de resistencias y térmicas.

NCh2251.Of1994 Aislación térmica - Resistencia térmica de materiales y elementos de construcción

VII. Tabiquería

Un tabique es un muro no estructural que permite separar y sub-dividir recintos, siendo generalmente un elemento fijo que puede ser instalado en cualquier parte del interior siempre cuando no le aporte una sobrecarga. Por eso son apropiadas fabricaciones de muros de material ligero ya sea madera y sus derivados o también metales ligeros. También existen los tabiques estructurales, los cuales son diseñados y preparados para soportar cargas estructurales, los cuales no solo deben soportar el peso propio de la edificación, sino que deben combatir los embates n

aturales que se puedan dar, los cuales en nuestro país se dejan evidenciar de manera violenta.

El proceso de clasificación estructural mecánica sólo se hizo posible cuando se verificó la existencia de una relación entre la resistencia de flexión, compresión y tracción, y el módulo de elasticidad.

En la construcción de viviendas la madera se divide en tres categorías, que dependerán del uso que se le quiera dar, como, por ejemplo:

Madera de uso definitivo: Es aquella incorporada a la edificación, ya sea a nivel de estructura o terminaciones, cuyo objeto es cumplir con la vida útil establecida para el edificio, es decir, material que quedara para perdurar para siempre.

Madera de uso transitorio: Cumple la función de apoyar estructuralmente la construcción del edificio, la cual no queda incorporada a la estructura al finalizar la actividad. En esta categoría se encuentra, por ejemplo, toda la madera utilizada en encofrados para hormigón.

Madera de uso auxiliar: Es aquella que cumple sólo funciones de apoyo al proceso constructivo. En esta categoría se pueden considerar, por ejemplo, la instalación de faenas, niveletas o tabla estacados, entre otros.

Las viviendas construidas en madera están preparadas para ser de uso definitivo, donde se les hace pasar por diferentes procesos para soportar diferentes condiciones a las que se expondrá a lo largo de toda la vida. Se debe tener en consideración las condiciones de donde se construirá la vivienda, ya que factores del entorno pueden traer problemas directos a la estructura y a la durabilidad de esta.

Los tabiques se componen de varios elementos que se van posicionando para poder distribuir de mejor manera las cargas recibidas. Acá se puede apreciar una imagen de cómo se conforman y llaman cada elemento que tenemos en un tabique.

Bajo ese criterio para formar un tabique es que se construyen las estructuras para realizar las construcciones tradicionales de tabiquería, ya sea con elementos de perfiles livianos o de madera, esta estructuración le otorga un alto grado de resistencia, para que cuando se vea expuesta a los diferentes esfuerzos que se verá sometida no sufra ningún tipo de deformación, y pueda continuar su labor de estructura.

Las piezas principales que conforman un muro son:

- 1. Solera inferior
- 2. Pie derecho
- 3. Solera superior
- 4. Transversal cortafuego (cadeneta)
- 5. Jamba
- 6. Dintel
- 7. Alféizar
- 8. Puntal de dintel
- 9. Muchacho.

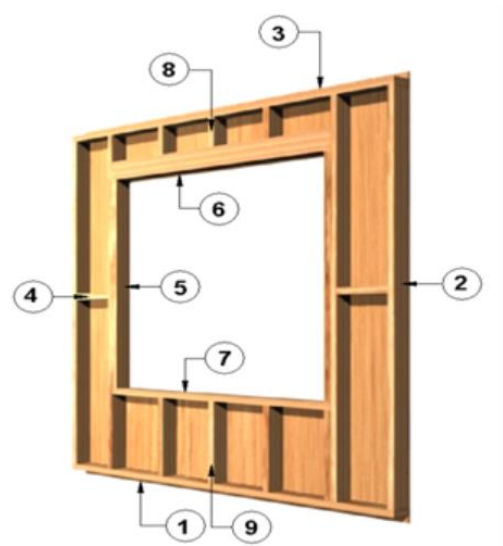


Figura 7: Partes de un tabique.

Fuente: Manual de construcción de viviendas.

CAPITULO 2: “DESCRIPCION PANELES SIP “

I. Paneles SIP

Los paneles SIP (paneles estructurales isotérmicos), o su definición en inglés “Structural Insulated Panels” corresponde a una tecnología desarrollada en Estados Unidos que incorpora una estructura, cubierta y aislación de una vivienda en un solo elemento presentándose, así como paneles con una alta capacidad estructural y térmica. Se dice que son una evolución del tradicional “tabique”, al cual se le ha incorporado una gran aislación térmica y acústica gracias a su centro. Son ampliamente utilizados en construcción habitacional, industrial y comercial, gracias a su rápido montaje, con lo que se logra conseguir un trabajo en un menor tiempo, generando una reducción

Estos paneles están conformados por dos placas que pueden ser de OSB, contrachapado u otro material similar con centro de poliestireno expandido de alta densidad como núcleo, el cual otorga una gran protección térmica. Todo esto va pegado bajo presión con adhesivo de última generación con base de poliuretano, el que da una resistencia mecánica. Todos los elementos que forman este material deben cumplir con toda la normativa y especificaciones, donde luego de haber pasado por el proceso de certificación se transforman en un elemento de alta resistencia mecánica y aislante.

La fabricación de los paneles dependerá del uso que se les otorgara son fabricados en diferentes tamaños y espesores, probados en todo tipo de aplicaciones, tanto en muros, pisos y techos, donde cada uno de ellos deben cumplir las condiciones de resistencias. Las placas a utilizar también van a variar, como se mencionó anteriormente, pueden ser de un material similar a un contrachapado, dependiendo si se le dará un uso de terminación exterior o interior.



Figura 8: Panel SIP.

Fuente: propanel.cl

II. Conformación

Los paneles pasan un proceso de conformación donde se unen los elementos de OSB con el poliuretano de alta densidad formando una estructura como sándwich, que es unida mediante un pegamento que se le aplica en una de sus caras para posteriormente colocar el núcleo de Poliestirenoexpandido de alta densidad. Los paneles pueden estar diseñados para cumplir un uso estructural, uso divisorio o como una losa. Las dimensiones son de 1,22x2,44 con un espesor que varía por el tipo de poliestireno a utilizar. Para poder lograr la unión de estos 3 elementos es necesario dejarlos bajo presión por un determinado tiempo para que se pueda adherir sin ninguna complicación. Pasado el tiempo de espera se obtiene un material terminado, con una resistencia mecánica, capaz de resistir las cargas sin temor a que se puedan despegar en un futuro, ya sea por factores externos que debiliten el adhesivo o por distintas irregularidades del material donde se aplicó. Una vez terminado el proceso queda listo para ser usado en la construcción de alguna vivienda destinándole el uso que se le quiera dar (ver figura 9).

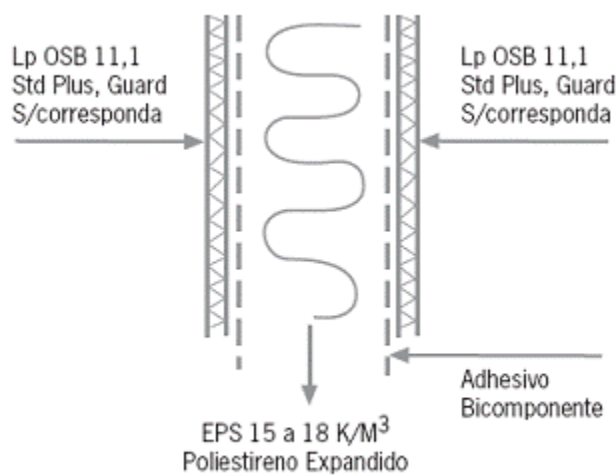


Figura 9: Detalle panel SIP.

Fuente: articulosdeestructura.blogspot.cl

Como se aprecia en la imagen representativa de un panel con todos sus componentes, el poliestireno varía entre 15 a 18 kg/m³ de densidad, con un revestimiento de osb se puede modificar por otros elementos de un material parecido, dependiendo que se quiera como terminación.

Para poder unir los elementos que forman los paneles es necesario tener una superficie plana donde se posa la plancha de osb con su parte rugosa hacia arriba para posteriormente encolarla con el adhesivo en su cara por medio de una llana lisa, no se deben presentar tiempos muertos en el proceso, ya que la viscosidad solo se mantiene por 1,5 hrs. posterior a ese tiempo disminuye su capacidad para otorgar una resistencia mecánica al conjunto (ver figura 10).



Figura 10: Encolado panel SIP.

Fuente: Manual de fabricación vivienda emergencia.

Una vez colocado el pegamento en el osb, se presenta el polietileno de alta densidad, dejándolo encima del panel, para posteriormente encolar el siguiente osb, que, al igual que el proceso anterior es en su parte rugosa, la que será presentada encima del polietileno. (ver figura 11).



Figura 11: Proceso unión paneles.

Fuente: Manual de fabricación vivienda emergencia.

Para terminar el proceso de fabricación es necesario prensarlo. Esto se realiza sometiendo al panel bajo un peso y un tiempo determinado. Este proceso se puede hacer individual o apilando varios paneles, esto será elección. La forma más conveniente es apilar más de uno a la vez, como se hace esto, primero se debe buscar un sector seco y aislado del lugar de trabajo, el que no expuesto a movimientos ni golpes, preferentemente sobre un piso o radier de hormigón, para armar una jaula donde se apilaran en un máximo de 6-7 paneles, verificando que cada panel, quede alineado ajustándolos para que se distribuya de manera uniforme el peso que será de aproximadamente de 230 kg distribuidos (ver figura 12). Así se podrán evitar problemas de fraguado, se deben dejar durante 48 hrs. Para dar por finalizado la confección



Figura 12: Prensado paneles SIP.

Fuente: Manual de fabricación vivienda emergencia.

I. Beneficios

Los beneficios que otorgan los paneles son variados y esto es gracias al diseño de los paneles los cuales permiten construir viviendas rápidamente y con un considerable ahorro de tiempo en comparación a otros métodos tradicionales, se han realizado estudios que acreditan su uso para la construcción de vivienda, como lo es MINVU, donde aparece en su listado de materiales.

Al ser un solo elemento que cumple función de estructura y aislante mejora sus beneficios térm

icos y estructurales. Los beneficios varían por el tipo de panel y materialidad que tenga, considerando que los revestimientos cambian. Entre los beneficios generales que entregan los paneles se encuentran:

Eficiencia térmica: La principal ventaja de los Paneles SIP está dada por su eficiencia térmica, su construcción con aislación incorporada y el tipo de uniones que emplea, hace que se disminuyan los requerimientos de energía en calefacción y/o refrigeración para la vivienda. Esto trae consigo grandes ahorros económicos lo que se estima en un aproximado de un 40% en relación a una casa construida en hormigón o albañilería.

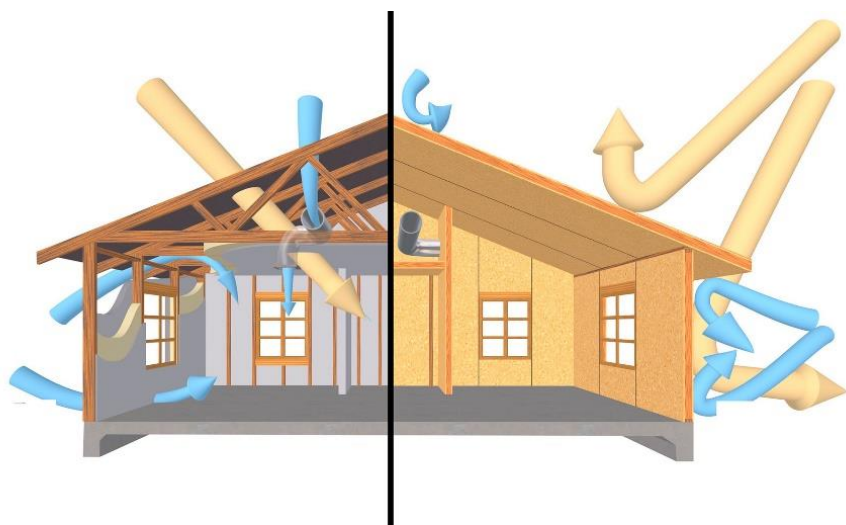


Figura 13: Concepto de eficiencia.

Fuente: upperchile.com

Gran aislante acústico: Debido a que el sistema de paneles SIP aprovecha de manera óptima las propiedades aislantes que posee el Poliestireno Expandido de Alta Densidad (EPS HD), este material resulta ser un inmejorable aislante de ruido para espacios interiores y exteriores optimizando lo que más se pueda los sonidos exteriores. Este aislante además debe cumplir con la normativa térmica NCH 225, que busca aprovechar de reducir y optimizar los recursos de calefacción que se empleen en la vivienda.



Fuente: casasnewtec.cl

Figura 14: Polietileno expandido HD.

Capacidad estructural: Los Paneles SIP poseen características estructurales y antisísmicas que permiten construcciones de más de dos pisos. En los ensayos de laboratorio, los paneles han demostrado su capacidad de soportar altas cargas verticales y horizontales. Además, por su materialidad permiten absorber y disipar las energías generadas por las ondas sísmicas, proporcionando una gran seguridad de sus viviendas.



Figura 15: Concepto estructural.

Fuente: Bellomuro.cl

Rapidez de montaje: Los Paneles SIP al estar pre-cortados, permiten agilizar la construcción, logrando un montaje rápido y limpio, donde no se necesite un gran proceso de montaje. Es solo necesario tener una cuadrilla de hombres y el uso de poleas u otro elemento similar para poder levantar el panel y lograr un montaje. El clima no es un impedimento para trabajar con el material, ya que no sufre alteraciones. Otra gran ventaja en este punto es que no se necesita una mano de obra especializada para poder trabajar con el material, la persona debe tener conocimientos básicos, y una previa ejemplificación por medio de materiales visuales o una charla previa con el distribuidor para así ensamblar los elementos.



Figura 16: Montaje paneles SIP.
Fuente: Portalonda.cl

II. Herramientas

A continuación, se presentan algunas de las herramientas utilizadas en los paneles SIP, si bien existen un sinnúmero de herramientas en la industria de la construcción, se destacan las siguientes:

- **Sierras:** Entre las herramientas para cortar paneles SIP se encuentran las sierras, éstas ofrecen capacidades de corte profundo. Esta la sierra de panel que está diseñada especialmente para cortar a través de paneles de espesor. Por otra parte, está la sierra circular que a veces no realiza cortes derechos en los bordes sin embargo facilita el corte en paneles de gran grosor.
- **Router de borde de panel:** Herramienta de especialidad utilizada para recortar la espuma estructural entre el espesor del panel.
- **Biseladora de borde:** Utilizada para producir un borde biselado a lo largo de las pieles del SIP, dejando una superficie plana para un posterior acabado.
- **Taladro para conducto:** Empleada para perforar agujeros en los paneles. Es necesario para poder hacer las instalaciones correspondientes, o bien realizar una perforación en caso de ser necesario
- **Escala de peso:** Utilizada para medir el peso en partes iguales para el material de espuma, dejando todos los tableros con el mismo peso y tamaño, para evitar variaciones en los estándares de calidad.

III. Tipos de paneles

Cuando se conoció el sistema constructivo de paneles, empleado principalmente en Estados Unidos y Canadá, en Chile llamó altamente la atención de grandes empresas que se dedicaban a la construcción de viviendas u obra similares, por el rápido proceso que tenía el sistema al construir, con evidentes ahorros tanto de tiempos, como económicos.

En el mercado se pueden encontrar variadas empresas dedicadas a la confección de este tipo de paneles como lo es el caso de BELLOMURO, empresa de la zona de Concepción que se dedica a construcción con este material.

Ellos no solo realizan construcciones con el material, sino que los forman, para posteriormente comercializarlo. Para ello, la empresa cuenta con las instalaciones necesarias para crear día a día los paneles SIP, teniendo además los componentes de más alta calidad para obtener un resultado óptimo para las condiciones a las que se encontrara expuesta.

Entre las opciones que otorga se encuentran los siguientes paneles:

Panel SIP osb-osb: Este panel está diseñado y preparado para un uso interior, y con revestimiento por ambos lados de osb de espesor de 9,5 mm y un polietileno de 55 mm dejándolo con un espesor de 76mm, o bien con paneles de osb de espesor 11,1 mm y un polietileno de mayor dimensión, dejándolo óptimo para cualquier uso que se le quiera dar con este material para poder darle una terminación que ajuste al presupuesto y que el usuario quiere (ver figura 17).



Figura 17: Panel SIP osb-osb.

Fuente: Bellomuro.cl

Paneles SIP osb-ranurado: Cuentan con una placa de osb en una de sus caras dispuestas para exterior y otra de terciado ranurado para interior, firmemente adheridas a un núcleo de Poliestireno expandido de alta densidad, el espesor variara entre los 72 mm a los 114 mm aprox (ver figura 18).



Figura 18: Panel SIP osb-ranurado.

Fuente: Bellomuro.cl

Paneles SIP Smart panel-osb: Los paneles SIP, fabricados en Smart panel con OSB, corresponden a paneles industrializados, que se encuentran listos para pintar (exterior). Son muy resistentes a las condiciones climáticas tales como sol, lluvia y nieve. El espesor variara entre los 72 mm a los 114 mm aprox.



Figura 19: Panel SIP smart panel-osb.

Fuente: Bellomuro.cl

Paneles SIP Smart panel-Terciado ranurado: Este modelo, permite obtener un panel de alta resistencia que protege la construcción, gracias al Smart panel por parte exterior y en su interior con terciado ranurado. El polietileno al igual que en los casos anteriores también varia, en un rango de 72 mm a 114 mm.



Figura 20: Paneles SIP smart panel-ranurado

Fuente: Bellomuro.cl

IV. Ensayos

Como todo elemento se debe someter a una serie de ensayos donde se compruebe su resistencia como material de construcción y establece los parámetros que puede soportar tal elemento, de la misma manera se verifica si puedo o no cumplir con el trabajo al que se someterá.

Ensayo de flexión: Es aquel donde se somete al panel a una carga perpendicular a su plano. Para realizar el ensayo se debe dejar el elemento de forma horizontal y simplemente apoyado en sus extremos de donde se aplicará una carga en los cuartos de luz entre apoyos. La carga que se aplicará se hará de forma incrementada, aumentando el peso, mediante ciclos de carga-descarga.



Figura 21: Ensayo flexión paneles SIP.



Figura 21-1: Ensayo flexión paneles SIP.



Figura 21- 2: Ensayo flexión paneles SIP.

Fuente imágenes: Manual de fabricación de viviendas de emergencia.

Ensayo de compresión: De acuerdo con la NCH 801.0f 2003, se realiza un ensayo dejando el panel en posición vertical y simplemente apoyado en sus extremos superior e inferior, sometiendo al panel a una carga de manera excéntrica, en un lugar equivalente a un tercio total del panel, para inducir la curvatura que se generara hacia la cara exterior del panel. El panel debe incluir su solera inferior e superior para poder realizarle el ensayo. La carga se aplica de manera incrementada y cuasi-estática, mediante ciclos de carga-descarga. Este ensayo busca medir la deformación longitudinal y de deflexión transversal del panel bajo carga máxima y al descargar (ver figura 22).



Figura 22: Ensayo de compresión paneles SIP.



Figura 23-1: Ensayo de compresión paneles SIP.



Figura 22-2: Ensayo de compresión paneles SIP.

Fuente imágenes: Manual de fabricación de viviendas de emergencia.

Ensayo de resistencia al fuego: Este ensayo está establecido por la norma NCH 935/1of.97, la cual busca determinar el grado de resistencia en tiempo que necesita un elemento para quemarse. Para este ensayo se somete al panel por una de sus caras y con todos los elementos que se consideran para conformar el tabique, como los son las soleras, y los pies derechos con los que se aprovecha de unir 2 paneles. El ensayo se debe realizar en un horno especial, que cumpla con las caracterizas para aquel elemento. Los resultados están siendo constantemente monitoreados por termocuplas, sensores infrarrojos, que van verificando el calor dentro del horno y los valores que va adquiriendo la cara que no está expuesta con el horno, respectivamente. El resultado del ensayo determino una resistencia de F-15, en los paneles ensayados (ver figura 23).



Figura 24: Ensayo de resistencia al fuego.



Figura 23-1: Ensayo resistencia al fuego



Figura 23- 2: Ensayo resistencia al fuego.

Fuente imágenes: Manual de fabricación de viviendas de emergencia.

CAPITULO 3: “PROCESOS CONSTRUCTIVOS”

I. Consideración para construir

Antes de comenzar la construcción de nuestra vivienda es necesario tener una base de sustentación permanente la que se encargada de recibir diferentes esfuerzos y transmitirlos al suelo. A esta base de sustentación se le denomina fundación. Estas se diseñan para poder soportar las cargas que tendrá la edificación, uno de los esfuerzos más relevantes que se ve sometido es el de la compresión, producto del peso propio de la fundación, muros, entrepisos y techumbre, más las sobrecargas de uso y los diversos efectos ambientales, sobrecargas accidentales por sismo, nieve o vientos, y diversos esfuerzos normales no uniformes que se puedan presentar.

La fundación no solo se busca transmitir las cargas, también aísla la edificación del terreno, resguardándola tanto de humedad como del ataque de termitas y de otros insectos, factores gravitantes en la pérdida de resistencia de una estructura en madera. Una mala confección en la fundación puede traer problemas gravísimos, como, por ejemplo, una de las fallas más comunes que se presenta en las fundaciones es el asentamiento, o sea, un descenso ocasionado por variadas razones, como lo son, el no realizar los estudios de suelo pertinente para verificar presencia de agua, por una mala compactación del terreno o incluso el propio peso de la estructura. Las dimensiones y el tipo de la fundación que se hará dependerá del terreno en que nos encontremos, ya que, si el terreno tiene una baja densidad deberemos hacer un tipo de fundación que pueda adaptarse a esas condiciones. Entre las utilizadas se encuentran:

Fundación superficial: Es aquella apoyada en estratos superficiales del terreno, siempre que tengan espesor y capacidad suficiente de soporte para absorber los esfuerzos que le son transmitidos. Producirse asentamientos, estos sean admisibles para la vivienda que se materializa en dicho terreno. Esta fundación generalmente se materializa mediante zapatas y/o cimientos.

Fundación profunda: Aquella que, dada la insuficiente capacidad de soporte del terreno superficial, debe profundizarse, ya sea para alcanzar los estratos que sí tienen la capacidad de soporte requerida o que por el roce entre la superficie lateral de la fundación y el terreno se soporte la estructura. Esta fundación se materializa por medio de pilotes cilíndricos o prismáticos de madera, hormigón o metal, que sirven de fundación hincados en el suelo.

Fundación continua o corrida: este tipo de fundación está compuesta por 3 partes las cuales se describen brevemente:

Sobrecimientos: bloque de hormigón que puede requerir refuerzos de barras de acero según cálculo. Se ubica sobre el cimiento y tiene un ancho igual o menor a éste e igual o mayor al del muro. Recepciona, ancla, aísla de la humedad y agentes bióticos a los tabiques estructurales perimetrales (muros), o tabiques soportantes interiores.

Cimientos: Formado por la excavación de dos planos paralelos y separados por un ancho y altura, que recibe las cargas de la vivienda y las transmite al suelo de fundación. Estos elementos estructurales de hormigón en algunos casos incorporan material de bolón, dependiendo las condiciones del terreno donde se hará el cimiento.

Emplantillado: capa de hormigón pobre, espesor entre 5 a 10 cm, cuya finalidad es nivelar el fondo de la excavación, entregando una superficie plana y limpia para poder hormigonar el cimiento.

Zapatas: Elementos estructurales de hormigón, ubicados bajo el cimiento y que se utilizan en el caso de que la capacidad de carga del terreno no es suficiente para soportar la presión que ejercen los cimientos sobre él.

Cualquiera de las fundaciones mencionadas anteriormente se puede utilizar, pero estas dependerán netamente del tipo de terreno que tengamos y del presupuesto.

Una vez teniendo la fundación ya podemos dar paso a la construcción de nuestra vivienda, se puede dar paso a la confección de los entramados ya sean horizontales y verticales. Si se desea se puede formar un entramado de piso a base de madera, con vigas que van apoyadas y amarradas a la fundación, para que no se mueva de su posición bajo ninguna circunstancia.

Teniendo ya la base de nuestra construcción se puede dar paso a la confección de los entramados verticales, partiendo por los tabiques estructurales que forman el perímetro de la vivienda, de donde se unirán el resto de los tabiques que van dividiendo los recintos. Se deben siempre considerar un aislante, el cual nos entregara los requisitos mínimos que la NCH ya estableció para otorgar beneficios térmicos que deben estar presentes en las viviendas.

Posterior a ya tener la estructura levantada, se da paso a la confección e instalación de las cerchas, las cuales soportaran la techumbre y los embates climáticos, esta estructura debe

ser construida pensando en los futuros trabajos a los que se verá expuesta, dándole la forma geométrica de un triángulo, la cual evita las deformaciones de la estructura ya que puede transmitir las cargas de manera uniforme, o bien formar cerchar con diseños óptimos para la construcción.

Para los revestimientos exteriores, se puede encontrar una variada gama de productos con diferentes características cada uno. El tipo dependerá de las condiciones en las que se encuentre ubicada la vivienda, ya que debe aguantar los escenarios externos que lo rodean, además de darle una terminación adecuada y dejar de lado el precio, este se debe ajustar al presupuesto que se tiene.

II. Proceso constructivo en tabiquería en madera

Previo a cualquier trabajo se debe hacer un escarpe del terreno, retirando toda la materia vegetal que exista en el lugar, para hacer el replanteo y trazado, dejando demarcado el sitio donde se hará la fundación.

Finalizando con el escarpe y la limpieza se debe seguir con la fundación, la cual será la base de toda construcción, para este caso se debe escoger la fundación que más acomode al terreno y presupuesto. Para eso es necesario un análisis a cargo del profesional que realizara dicho trabajo.

Acá se puede apreciar el proceso de confección de la fundación de una vivienda, donde se parte haciendo los cimientos dejando embutidas las instalaciones sanitarias, lugar de ubicación de los artefactos. Una vez terminado todo el proceso de redes sanitarias se rellena con hormigón el radier. Además, se deben dejar incorporados fierros llamados espárragos, donde se amarra la solera inferior



Figura 25: Instalación redes sanitarias.



Figura 26: Hormigonado cama radier.

Fuente imágenes: Asociación de fabricación y constructores de casas de madera.

Una vez realizada nuestra fundación, y posterior curado de la esta misma, se procede a confeccionar los tabiques estructurales del perímetro, para posteriormente ubicarlos en los espárragos distribuidos en los cimientos, con el fin de amarrar la estructura y dejarla fija y nivelada para poder continuar con los entramados internos. El armado de los tabiques se puede hacer in-situ o traídos fabricados previamente. El revestimiento de los tabiques incluye paneles de OSB, de 11,1 mm para el exterior, además de una terminación del revestimiento que estará completamente expuesto al contacto directo a la intemperie.



Figura 27: Instalación tabiquería.

Fuente imágenes: Asociación de fabricación y constructores de casas de madera.

Una vez teniendo los entramados fijados y nivelados, se comienzan a formar los tabiques interiores los cuales son los encargados de dividir la vivienda, separando los recintos con los fines que sean destinados. Acá se debe introducir los tubos de las instalaciones ya sean eléctricas o de redes potables, para poder ir colocando los respectivos revestimientos de los muros. Los revestimientos interiores de la vivienda están realizados con tablas machihembradas para este caso, aunque la mayoría son más convenientes los sistemas en seco, como los de cartón-yeso, el cual ayuda a otorgar una protección frente al fuego o algún derivado de la madera que tenga características similares. Entre los entramados debe ir incluido un material de aislante, el cual puede variar entre el polietileno expandido, lana mineral, lana de vidrio, siendo estos los más utilizados en estos tipos de construcciones.



Figura 28: Canalizado eléctrico y potable

Fuente : Asociación de fabricación y constructores de casas de madera.



Figura 29: Revestimiento interior.

Fuente : Asociación de fabricación y constructores de casas de madera.



Figura 30:.. Aislación lana vidrio.

Fuente : Asociación de fabricación y constructores de casas de madera.

Posteriormente se conforma la cubierta, para ello, lo convencional es utilizar cerchas fabricadas de madera aserrada de pequeñas escuadrías con uniones mediante placas dentadas metálicas. Para el diseño de las cerchas se realizaron mediante madera de escuadría 1x4”, creando cerchas de forma triangular capas de poder distribuir las cargas sin sufrir ningún tipo de deformación. Estás al momento de realizarlas se deben dejan con un porcentaje de pendiente, para que, al momento de colocar el revestimiento de cubierta, su función de escurrir el agua sea de manera natural.



Figura 31: Instalación cerchas.

Fuente imágenes: Asociación de fabricación y constructores de casas de madera.



Figura 32: Instalación cerchas y revestimiento cubierta.

Fuente : Asociación de fabricación y constructores de casas de madera.

Para finalizar nuestra construcción se terminará de revestir la cubierta con el resto faltante incorporando la cubierta que será de zinc-aluminio prepintado imitación teja. El material ocupado puede variar ya que actualmente el mercado ofrece una variada gama de productos entre los que se encuentran zinc-alum, tejas asfálticas, tejas de chena entre otras. Se instalarán las ventanas de manera paralela a los trabajos que no se vean afectados por esta, dejándolas con sus respectivos marcos y sellos

Posterior a terminar la cubierta se comenzará a revestir los entramados verticales por la parte exterior, instalando primeramente una barrera de humedad, que busca prevenir futuros problemas en el interior producto de las condiciones climáticas, el material a utilizar debe comportarse de manera adecuada con el terreno de la construcción. Para este trabajo el mercado otorga variaciones de productos, con distintos diseños y características, para el revestimiento de esta vivienda se aprecia una terminación con madera machihembrada de madera.



Figura 33: Revestimiento cerchas y barrera de humedad.

Fuente : Asociación de fabricación y constructores de casas de madera.



Figura 34: Termino de instalación cubierta.

Fuente : Asociación de fabricación y constructores de casas de madera.



Figura 35: revestimiento exterior y termino.

Fuente : Asociación de fabricación y constructores de casas de madera.

III. Proceso constructivo paneles SIP

Previo a comenzar cualquier trabajo es necesario tener la fundación de nuestra edificación, al igual que en la construcción de tabiquería en madera esto se realiza previamente analizado el terreno, verificando la densidad y así poder diseñar una fundación capaz de ser soportada por el terreno y que además soporte la estructura. Partiendo con los cimientos, Sobre cimientos y cama radier, dejando embutidas las conexiones sanitarias.

Al igual que la fundación de la casa construida en tabiquería en madera, es necesaria la incorporación de los espárragos para poder amarrar la solera inferior a la fundación, y así posteriormente poder instalar los paneles SIP en estas.



Figura 37: Anclaje solera inferior.



Figura 36: Anclaje solera inferior y canalización eléctrica.

Fuente imágenes: Manual 2 instalación vivienda emergencia

La instalación de los paneles verticales SIP se realiza mediante un método de unión que utiliza un perfil metálico en forma de “L”, el cual se une primeramente a la solera de madera, por anclajes tipo AN lo que busca reforzar el pie derecho y solera inferior de comienzos, esquinas y vanos de la instalación del panel. Este va amarrado a la solera inferior mediante un perno, dejando rígido el material de anclaje metálico.

Teniendo ya instado la solera con su respectivo anclaje se puede dar comienzo a la instalación de los paneles, montando primero un panel esquinero, dejándolo aplomado y amarrado a la solera, para continuar con el resto. Se coloca un pie derecho junto a al anclaje para instalar el segundo panel y dejarlo rígido mediante tornillos que van del panel SIP a la solera inferior y pie derecho.



Figura 39: Anclaje AN en solera inferior

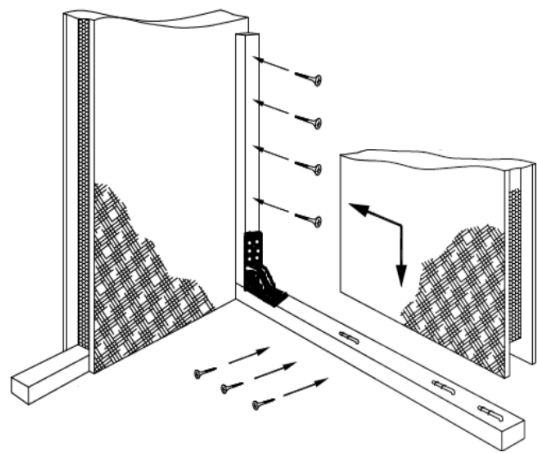


Figura 38: Detalle anclaje AN y paneles SIP.

Fuente imágenes: Manual 2 instalación vivienda emergencia

La unión entre paneles se hace mediante un elemento que consta de un palo de madera que se ajuste al diámetro del panel, recordemos que varía su espesor dependiendo el uso que se le dará ya sea estructural o divisorio, más unos tramos de OSB que esta atornillado a la madera que se le denomina unión H. Se le realiza un rebaje al polietileno expandido de alta densidad con la finalidad de hacer calzar el elemento entre los paneles que deseamos unir, este procedimiento se realiza entre cada panel que vamos montando, para darle firmeza y estabilidad a la estructura completa. Teniendo las uniones completas de los paneles se instalarán las soleras superiores, para posteriormente amarrar los elementos que conformaran la cubierta.

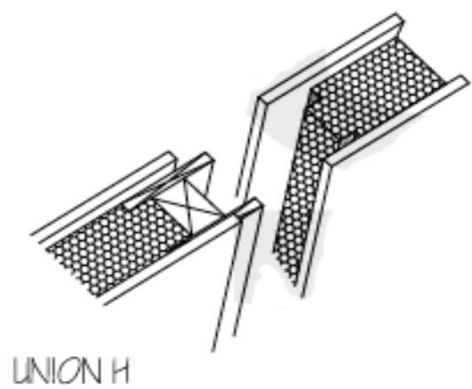


Figura 40: Detalle unión H entre paneles.

Fuente: Manual instalación vivienda de emergencia.

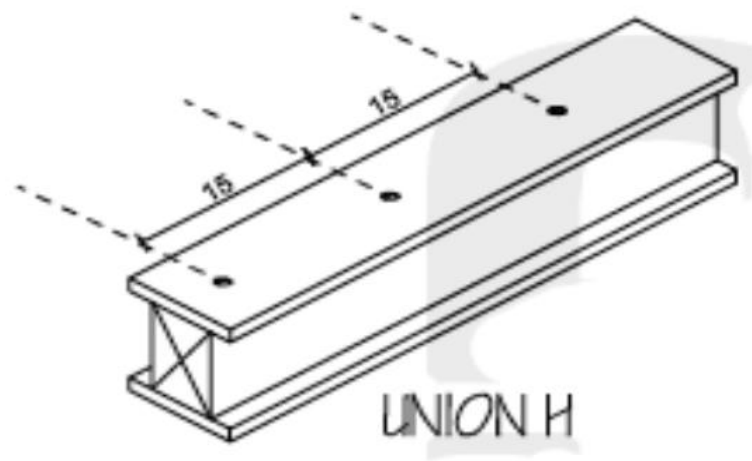


Figura 41: Unión H para paneles.

Fuente: Manual instalación vivienda de emergencia.

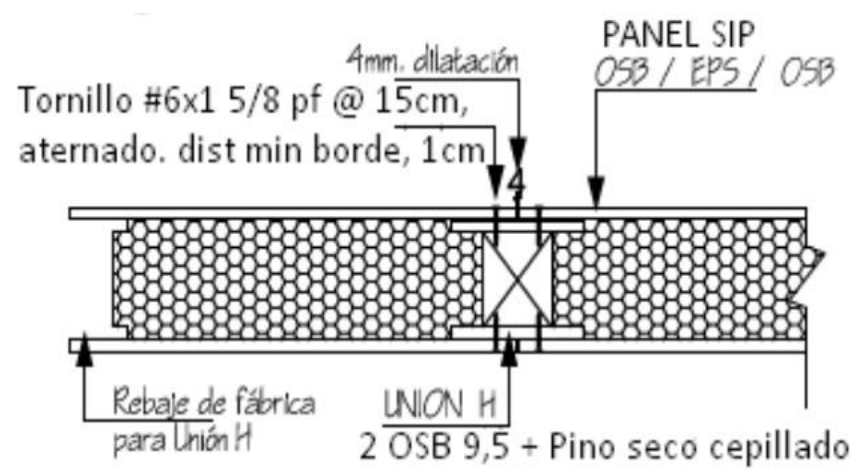


Figura 40- 1: Detalle unión H entre paneles.

Fuente: Manual instalación vivienda de emergencia

Los vanos de las puertas y ventanas se deben considerar previo a instalar los paneles, realizando los cortes correspondientes a los diámetros que están indicados en los planos de la vivienda, además de considerar las instalaciones eléctricas y sanitarias correspondientes. Los vanos se reforzarán con pino de la escuadría adecuada que puedan además soportar el marco de la venta y puerta. Al momento de instalar las maderas se puede dar paso a confección de la cubierta, para ello se deben armar cerchas de madera, capaz de soportar los paneles que se ocuparan como cubierta con su respectiva barrera de humedad y el material exterior para el escurrimiento de las aguas. Teniendo ya instalados todos los paneles que conformaran la vivienda se colocan los revestimientos exteriores que gracias a la materialidad de los paneles se puede variar entre las opciones que el mercado ofrece sin tener que modificar la estructura.

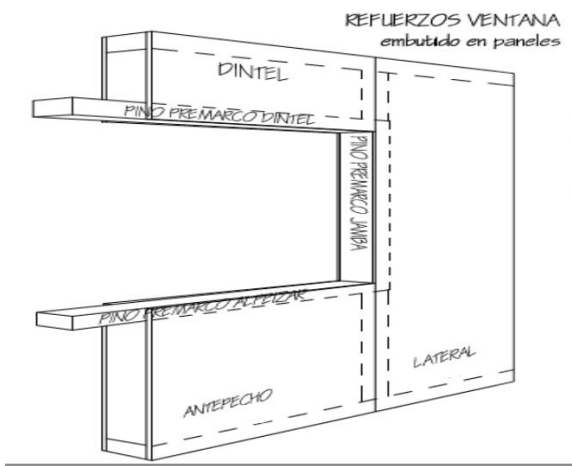


Figura 42: Corte paneles SIP en vanos de ventana

Fuente: Manual instalación vivienda de emergencia

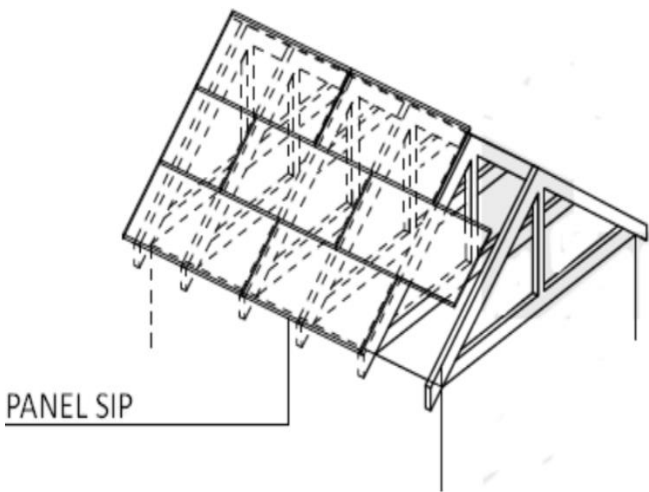


Figura 43: Instalación paneles SIP en cubierta.

Fuente: Manual instalación vivienda de emergencia

CAPITULO 4: “ANALISIS TECNICO-ECONOMICO”

I. Análisis

Las construcciones de hoy en día buscan otorgar una vivienda de construcción rápida, y que cumplan con todas las características térmicas que se piden, para ser una vivienda completamente habitable. La construcción con madera en la actualidad se sigue utilizando para gran parte de las viviendas, teniendo una pequeña disminución, producida por la incorporación de otros materiales, donde las empresas fueron descubriendo cualidades que esta no otorgaba, es entre estos que se comienzan a implementar en las construcciones, el uso de los paneles SIP.

Esta alternativa otorga cualidades que la tabiquería en madera va perdiendo a lo largo del tiempo o por otros casos ya nombrados, sufre alteraciones, llevándola a la falla en la estructura construida.

Lo principal que se busca en una construcción, específicamente habitacional, es que soporte cargas por el propio peso de la estructura, y, además, fuerzas externas que afecten a ella, como por el ejemplo, el viento y las aguas lluvias. Es por esto que la opción de los paneles SIP es una buena alternativa, ya que poseen características estructurales y antisísmicas logrando alcanzar dos niveles en la casa habitación. En los ensayos de laboratorio, los paneles han demostrado su capacidad de soportar altas cargas verticales y horizontales. Además, por su materialidad permiten absorber y disipar las energías generadas por las ondas sísmicas, proporcionando una gran seguridad de sus viviendas.

La ventaja de los Paneles SIP está dada por su eficiencia térmica, su construcción con aislación incorporada y el tipo de uniones que emplea, hace que se disminuyan los requerimientos de energía en calefacción y/o refrigeración para la vivienda.

Los factores externos que afectan a las viviendas, producen un estado de humedad en las construcciones de madera, lo cual se puede combatir con poliestireno expandido (EPS). Esta solución se prefiere por la resistencia al factor de humedad. En los paneles SIP este material se aprovecha y mantiene en buenas condiciones por estar adherido a la plancha de OSB dejando un tanto confinado el poliestireno, ayudando de igual forma a los requerimientos de energía.

Esto trae consigo grandes ventajas en calefacción y contrarrestar las condiciones climáticas a las que son expuestos los materiales, en relación a una casa construida en hormigón, albañilería o madera.

Si bien se necesita adquirir información relevante y respaldada acerca del material a comparar y con el cual se quiere trabajar una edificación. Es por esto para poder llevar a cabo el análisis económico se ocupó un plano de una vivienda tipo, de la cual se armaron dos presupuestos, uno con el método tradicional de tabiquería en madera y otro con los paneles SIP. Para ambos se consideraron APU obtenidos de un listado oficial del MINVU actualizado con los precios del año 2017, incluyendo partidas que el listado no describía, teniendo que ser de elaboración propia.

La casa está construida con 3 habitaciones, sala de estar-comedor, cocina y baño, con una superficie de 70 m2. No se considerarán la instalación tanto eléctricas como sanitarias para ambos casos ni artefactos interiores de la vivienda. Los revestimientos exteriores también quedan excluidos.

Con la recopilación de información, se hará una comparación económica que nos entregará los resultados, para finalmente optar por un método constructivo que acaparen las demandas que nos exige la norma de construcción en madera.

A continuación, se presentarán los presupuestos de los métodos constructivos previamente nombrados y descritos.



Figura 44: Casa cubicada.



Figura 44- 1: Casa cubicada.

Fuente: Diseño obtenido por constructora KONTER LTDA.

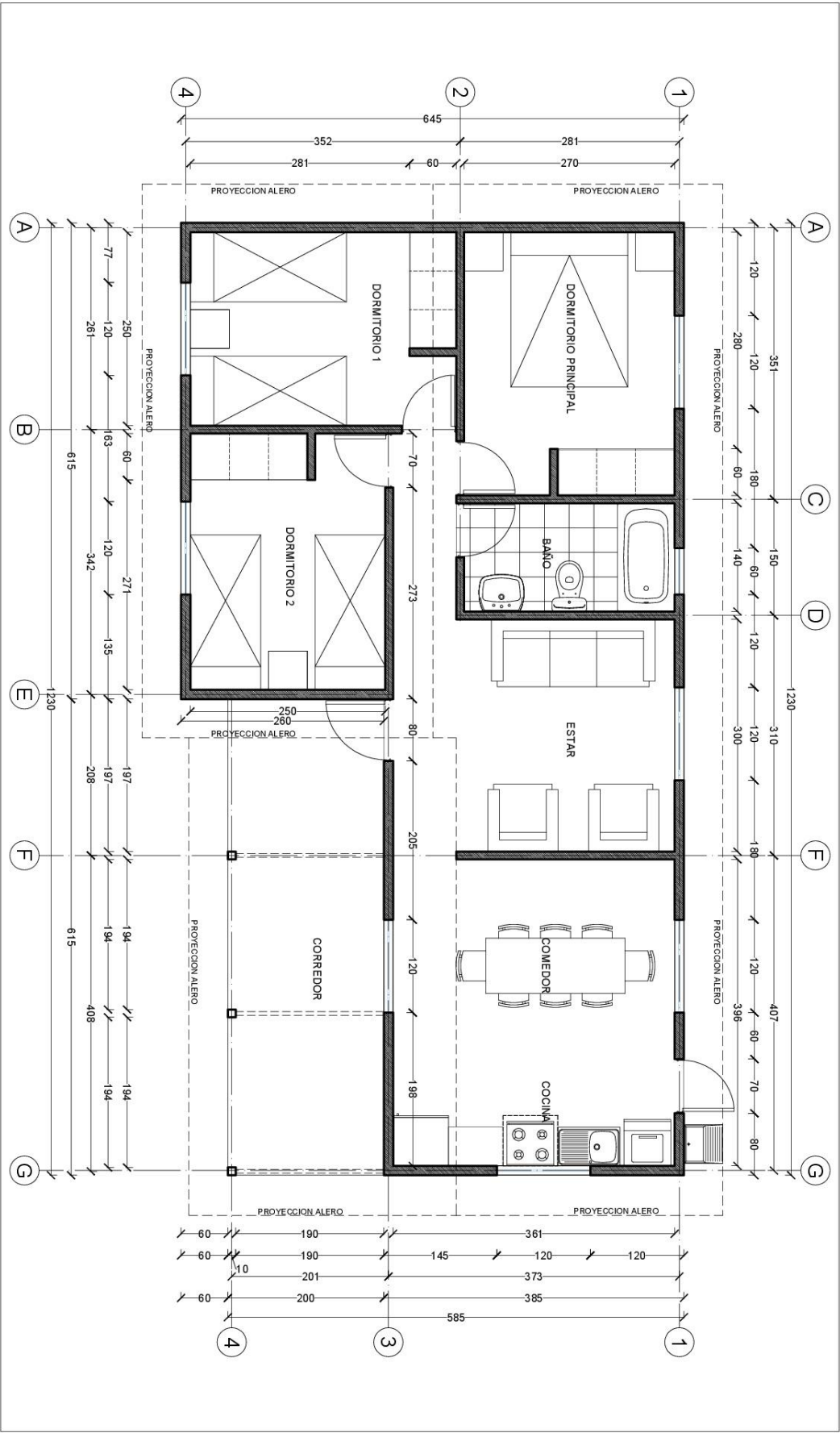


Figura 45: plano Casa cubicada.

Fuente: Diseño obtenido por constructora KONTER LTDA.

II. Características técnicas

La madera

La madera como material posee grandes propiedades que hacen que sea uno de los elementos más utilizados a la hora de querer realizar algún trabajo en nuestras viviendas o darles una terminación a nuestros proyectos donde se incluyan elementos de distintos tamaños, diámetros y terminaciones. Entre las grandes características que posee es su gran flexibilidad logrando deformar un elemento por medio de calor o presión. El contenido de humedad que está presente en la madera es fundamental para determinar la dureza y densidad, propiedades fundamentales para poder ser considerada apta para el uso en construcciones.

El tiempo de construcción con este material es relativamente rápido, la accesibilidad a conseguirlo es bastante fácil ya que es posible comprarlo en las grandes tiendas del mercado e inclusive en la ferretería de la esquina. Para poder trabajar con ella es necesario el uso de herramientas comunes de bajo costos. Se necesitan tener conocimientos básicos de carpintería para poder construir una estructura de madera, dejándola capas de distribuir las cargas con la menos deformación posible.

Su tiempo de construcción es relativamente rápido, con una cuadrilla de 3 hombres, donde se considere un maestro que posea grandes conocimientos en construcción, es capaz de levantar la estructura sin mayores dificultades, para el caso de la casa a analizar se calculó un aproximado de 65 días de construcción.

En los ensayos realizados se encuentra la resistencia al fuego, la cual determina la cantidad de tiempo en el que es posible quemarse una estructura. Para ello se estudió un tabique, compuesto de pino insigne de cuadria 2x3", con revestimiento de osb 9,5 mm, materiales que son comúnmente utilizados en toda construcción de tabiquería dando un resultado de F-15.

La madera como aislante térmico cumple de buena manera su labor, evitando las pérdidas bruscas de calor, que, combinada con un aislante y un revestimiento del mismo material o de otro diferente, entregaran un beneficio aún mayor en este ámbito, no solo presenta beneficios térmicos, acústicamente también cumple funciones en las cuales evita la reverberación donde los elementos de madera absorben en parte estas ondas.

Si se considera una estructura de tabiquería en madera de 2”x3” con un revestimiento por ambos lados de panel osb de 9,5 mm de espesor y un aislante de poliestireno de 50 mm y densidad 10 kg/m3, se obtiene la siguiente información realizada con un cuadro de cálculo térmico del SERVIU:

MURO 1									
	Material Int-->Ext	e	%	p	λ	R	Rcapa	Resultados :	
Capa 1	Madera, tableros de fubras 930	9,5	100%	930	0,26	0,04	0,04	R Total	2,14
Capa 2	Poliestireno expandido 10	50	100%	10	0,043	1,16	1,16	U	0,47
Capa 3	Madera pino insigne	76,8	45%	410	0,104	0,74	0,74	U RT	1,70
Capa 4	Madera, tableros de fubras 930	9,5	100%	930	0,26	0,04	0,04	Resultado	-72,6%
Ext	Exterior con exposicion al viento					0,05	0,05	SUPERFICIE	65,00

Tabla 1: Calculo térmico vivienda madera.

Fuente: Elaboración propia en planilla serviu.

DESVENTAJAS

No hay que dejar de lado las desventajas que pueda presentar la madera, a la cual muchas veces no se da un tratamiento preservador, dejándola propensa al ataque de agentes xilófagos, que son agentes degradadores de la madera que con su ataque directo se debilita por lo que a veces se necesaria una adecuada protección de la madera ya que, sin ella, la durabilidad de la construcción se puede ver perjudicada en el pasar de los años, dañándola estructuralmente grave.

En oposición, la madera presenta desventajas que deben ser cuidadosamente tenidas en cuenta en su empleo como material de construcción, para así conocer con que estábamos construyendo.

Es un material fundamentalmente heterogéneo, que pueden producirse variaciones, donde sus propiedades mecánicas son diferentes en distintas direcciones dependiendo de a que es expuesto, esto está totalmente relacionado con la humedad que esta tenga, por la facilidad de absorber la humedad del exterior haciéndola variar en los diámetros que esta tenga.

La madera está muy vulnerable a los agentes externos, debido al entorno donde se desarrolla, con una variada gana de fauna que ocupa los arboles como hogar debilitando

en cierta parte la estructura de este. Su durabilidad es limitada, cuando no se toman medidas preventivas.

El mantenimiento regular se vuelve una necesidad de alto valor, ya que, si no es recubierta con algún material, la resistencia estimada reducirá, es por eso que la mayoría de las veces se le aplica un tratamiento preservador, con el fin de esperar que no haya complicaciones en los años de uso que tendrá que cumplir el material.

Paneles SIP.

Los paneles SIP ofrecen grandes beneficios que hoy en día hacen que sea más recurrente el uso de estos en la construcción, gracias a lo ventajoso que puede resultar ser trabajar con este material. La composición le otorga grandes ventajas, como lo es el OSB placa aglomerada de madera que entrega grandes resistencias sin presencia de nudos, dándole una mayor facilidad a la hora de querer cortar o modificar la estructura. Su núcleo de poliestireno con una densidad mínima de 15 kg/m³ le da grandes beneficios térmicos a la estructura, como ya se mencionó anteriormente, entrega una resistencia que cumple con toda la normativa que se establece en la NCH y el SERVUI, entidades que regularizan y normalizaron las construcciones. Su durabilidad es parte fundamental, capaz de aguantar durante muchos años contruidos sin modificaciones ni daño estructurales.

Los ensayos a la resistencia realizados a los paneles arrojaron como resultado una resistencia de F-15, el cual fue probado en paneles con revestimientos de OSB 9,5 mm y polietileno expandido de densidad 15 kg/m³, variando en su espesor por el tipo de panel que se comercializara.

Su proceso de construcción es rápido, donde el montaje de estos paneles se hace de manera fácil, donde se puede trabajar con una cuadrilla de 3 personas, idealmente con un entendido en el tema, las cuales van aplomando e instalando los elementos necesarios para los paneles, estimando un tiempo aproximado de 35 días para construir una vivienda de 65 m² como la mostrada para analizar.

Térmicamente se comporta de buena manera, dejando en claro que el solo hecho de colocar el panel ya se cumple con lo establecido en la normativa térmica, sin considerar el revestimiento que se colocara una vez construyendo (ver tabla 2).

MURO 2									
	Material Int-->Ext	e	%	ρ	λ	R	Rcapa	Resultados :	
Capa 1	Madera, tableros aglomerados 650	11	100%	650	0,106	0,10	0,10	R Total	2,19
Capa 3	Poliestireno expandido 15	75	100%	15	0,0413	1,82	1,82	U	0,46
Capa 3	Madera, tableros aglomerados 650	11	100%	650	0,106	0,10	0,10	U RT	1,70
Capa 4								Resultado	-73,2%
Ext	Exterior con exposicion al viento					0,05	0,05	SUPERFICIE	65,00

Tabla 2: Calculo térmico SIP.
Fuente: Elaboración propia en planilla serviu.

Desventajas.

Los paneles SIP cumplen de buena manera los esfuerzos que se presentan a lo largo de los años de uso, pero como cualquier cosa o material este presenta deterioros que van debilitando la estructura, dañándola progresivamente.

Uno de los principales problemas que nos podemos encontrar a la hora de querer levantar una construcción, es la nivelación en la base de donde se construirá, debido a que los paneles son elementos que van montando uno seguidos del otro. Si la cama radier se encuentra desnivelada se verá reflejado en el momento montar, donde quedaran diferencias entre los elementos, las que van a afectar de manera significativa el proceso, porque no estará aplomado como corresponde.

Otro inconveniente que se puede tener cuando se trabaja con los paneles es que una vez ya instalados y este sufre algún daño implicara cambiar el panel completo, como están adheridos el núcleo con el revestimiento no se recomienda modificar la estructura extrayendo parte del revestimiento, ya que sufre perdidas de capacidad estructural.

III. Presupuesto casa tabiquería madera

[illegible]

Tabla 3: Presupuesto Tabiquería en madera.

Fuente: Elaboración propia con listado precios serviui.

IV. APU casa tabiquería madera

Trabajo	Unidad	Cantidad	P. unitario UF	P. total UF
REPLANTEO	m			0,1242
PINO BTO. SECO 1" X 4"	n°	0,33	0,0425	0,0140
PINO BTO. SECO 3" X 3"	n°	0,33	0,0734	0,0242
ALAMBRE N° 18	kg	0,08	0,0718	0,0057
CLAVOS CORRIENTES 3"	kg	0,10	0,0325	0,0033
MAESTRO 1RA	HD	0,05	0,8609	0,0430
JORNAL	HD	0,05	0,3902	0,0195
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,0626	0,0144
EXCAVACIÓN FUNDACIONES MANUAL	m3			0,2307
CHUZO	n°	0,02	0,6950	0,0104
PALA PUNTA DE HUEVO	n°	0,02	0,1117	0,0017
PICOTA	n°	0,01	0,5068	0,0025
JORNAL	HD	0,45	0,3902	0,1756
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,1756	0,0405
MEJORAMIENTO DE SUELO	m3			0,9307
ESTABILIZADO	m3	1,30	0,4331	0,5630
PLACA COMPACTADORA	hr	0,25	0,0293	0,0073
RECARGO DESGASTE HERRAMIENTAS	%	0,05	0,0073	0,0004
OPERADOR MAQUINARIA	HD	0,10	0,9755	0,0976
JORNAL	HD	0,50	0,3902	0,1951
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,2927	0,0673
EMPLANTILLADO	m3			1,7958
GRAVA	m3	0,80	0,4526	0,3621
ARENA GRUESA	m3	0,50	0,1990	0,0995
CEMENTO ESPECIAL	saco	3,00	0,1600	0,4800
PÉRDIDAS	%	0,03	0,9416	0,0282
MAESTRO 1RA	HD	0,10	0,8609	0,0861
JORNAL	HD	1,50	0,3902	0,5853
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,6714	0,1546
MOLDAJES	m2			0,5551
TERCIADO ESTRUCTURAL 15 MM.	m2	0,05	0,1547	0,0074
PINO CEPILLADO SECO 2" X 3"	pulg	1,69	0,0737	0,1246
CLAVOS CORRIENTES 2 1/2"	kg	0,10	0,0241	0,0023
MAESTRO 1RA	HD	0,25	0,8609	0,2152
AYUDANTE	HD	0,25	0,5072	0,1268
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,3420	0,0787
HORMIGÓN 300 K/CEM/M³ H-20 + ADITIVO IMPERMEABILIZANTE	m3			3,0508
CEMENTO ESPECIAL	saco	7,76	0,1600	1,2424
ARENA GRUESA	m3	0,50	0,1990	0,0995
GRAVA	m3	0,83	0,4526	0,3757
ADITIVO IMPERMEABILIZANTE NORMAL	lt	0,65	0,0502	0,0326
PÉRDIDAS	%	0,03	1,7501	0,0525
AYUDANTE	HD	2,00	0,5072	1,0144
LEYES SOCIALES	%	0,23	1,0144	0,2337
FIERRO 8 MM.	kg			0,0511
SEPARADORES DE MOLDAJES	n°	4,00	0,0005	0,0020
ACERO 8 MM ESTRIADO A63-42H	kg	1,00	0,0265	0,0265
ALAMBRE N° 18	kg	0,02	0,0718	0,0014
PÉRDIDAS	%	0,03	0,0299	0,0009
MAESTRO 1RA	HD	0,01	0,8609	0,0103
AYUDANTE	HD	0,01	0,5072	0,0061
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,0164	0,0038
HORMIGÓN 255 K/CEM/M³ H-15 + ADITIVO IMPERMEABILIZANTE	m3			2,8749
CEMENTO ESPECIAL	saco	6,60	0,1600	1,0560
ARENA GRUESA	m3	0,50	0,1990	0,0995
GRAVA	m3	0,87	0,4526	0,3940
ADITIVO IMPERMEABILIZANTE NORMAL	lt	0,60	0,0502	0,0301
PÉRDIDAS	%	0,03	1,5797	0,0474
AYUDANTE	HD	2,00	0,5072	1,0144
LEYES SOCIALES	%	0,23	1,0145	0,2334
ANCLAJES	n°			0,0357
ANCLAJES DE ACERO	kg	0,20	0,0086	0,0017
ADHESIVO EPOXICO SIKADUR 31 O EQUIVALENTE TECNICO 1 KG	kg	0,03	0,2508	0,0075
MAESTRO 1RA	HD	0,03	0,8609	0,0215
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,0215	0,0050
EXCAVACIÓN RADIER MANUAL	m3			0,2307
CHUZO	n°	0,02	0,6950	0,0104
PALA PUNTA DE HUEVO	n°	0,02	0,1117	0,0017
PICOTA	n°	0,01	0,5068	0,0025
JORNAL	HD	0,45	0,3902	0,1756
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,1756	0,0405

HORMIGÓN 255 K/CEM/M³ H-15 (INCLUYE CAMA DE RIPIO)	m2			0,3058
HORMIGÓN 255 K/CEM/M³ H-15	m3	0,09	2,0179	0,1776
ADITIVO ENDURECEDOR SUPERFICIAL	saco	0,10	0,2809	0,0281
CAMA DE RIPIO COMPACTADA E = 8 CM.	m2	1,00	0,0585	0,0585
PÉRDIDAS	%	0,03	0,2642	0,0079
MAESTRO 1RA	HD	0,02	0,8609	0,0172
AYUDANTE	HD	0,02	0,5072	0,0101
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,0274	0,0063
ESTRUCTURA TABIQUE PINO IPV 2" X 3"	m2			0,1429
PINO IPV 2" X 3"	n°	1,10	0,0933	0,1026
CLAVOS CORRIENTES 4"	kg	0,05	0,0295	0,0015
PÉRDIDAS	%	0,05	0,1041	0,0052
CARPINTERO	HD	0,02	0,8609	0,0172
AYUDANTE	HD	0,02	0,5072	0,0101
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,0274	0,0062
FIELTRO 15 LB.	m2			0,0422
FIELTRO 15 LB	m2	1,05	0,0246	0,0258
PÉRDIDAS	%	0,03	0,0258	0,0008
AYUDANTE	HD	0,03	0,5072	0,0127
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,0127	0,0029
POLIESTIRENO EXPANDIDO 50 MM.	m2			0,1129
POLIESTIRENO EXPANDIDO 50 MM (10KG/M3)	m2	1,05	0,0822	0,0863
PÉRDIDAS	%	0,03	0,0863	0,0026
JORNAL	HD	0,05	0,3902	0,0195
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,0195	0,0045
TERCIADO RANURADO 9 MM	m2			0,3356
TERCIADO RANURADO 2440 X 1220 X 9 MM.	n°	0,37	0,1846	0,0682
CLAVOS CORRIENTES 2"	kg	0,11	0,0367	0,0040
PÉRDIDAS	%	0,15	0,0723	0,0108
CARPINTERO	HD	0,15	0,8609	0,1291
AYUDANTE	HD	0,15	0,5072	0,0761
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,2052	0,0472
PLACA OSB ESTRUCTURAL DE PINO 11,1 MM PARA ENTRAMADO	m2			0,3196
OSB ESTRUCTURAL 2440 X 1220 X 11,1 MM.	n°	0,37	0,2620	0,0968
CLAVOS CORRIENTES 2"	kg	0,15	0,0367	0,0055
PÉRDIDAS	%	0,15	0,1023	0,0153
CARPINTERO	HD	0,12	0,8609	0,1033
AYUDANTE	HD	0,12	0,5072	0,0609
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,1642	0,0378
ESTRUCTURA TECHUMBRE PEND. 40% CERCHAS A 90 CM. MADEIRA	m2			0,2246
PINO BTO. SECO 1" X 4"	n°	1,98	0,0425	0,0842
CLAVOS CORRIENTES 4"	kg	0,05	0,0296	0,0015
PÉRDIDAS	%	0,05	0,0856	0,0043
CARPINTERO	HD	0,08	0,8609	0,0689
AYUDANTE	HD	0,08	0,5072	0,0406
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,1094	0,0252
COSTANERAS 2" X 2"	m2			0,2334
PINO BTO. SECO 2" X 2"	n°	1,20	0,1313	0,1576
CLAVOS CORRIENTES 4"	kg	0,02	0,0295	0,0006
PÉRDIDAS	%	0,05	0,1582	0,0079
CARPINTERO	HD	0,04	0,8609	0,0344
AYUDANTE	HD	0,04	0,5072	0,0203
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,0547	0,0126
POLIESTIRENO EXPANDIDO 100 MM.	m2			0,1873
POLIESTIRENO EXPANDIDO 100 MM (10KG/M3)	m2	1,05	0,1510	0,1586
PÉRDIDAS	%	0,03	0,1586	0,0048
JORNAL	HD	0,05	0,3902	0,0195
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,0195	0,0045
CUBIERTA ZINC ALUM ONDA ESTANDAR 0,4 MM.	m2			0,2931
PLANCHA ACERO ZINCADO ONDA STANDAR 0,4 MM	m2	1,06	0,0950	0,1007
PLANCHA ACERO ZINCADO LISA 0,4 MM	m2	0,06	0,1114	0,0071
TORNILLO TECHO 2 1/2" X 12	n°	0,64	0,0045	0,0029
TORNILLO GALV. 1" X 12	n°	2,34	0,0035	0,0082
PÉRDIDAS	%	0,05	0,1188	0,0059
MAESTRO 1RA	HD	0,10	0,8609	0,0861
AYUDANTE	HD	0,10	0,5072	0,0507
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,1368	0,0315
CABALLETE ZINCALUM 0,4, 40 CM . DESARROLLO	m			0,1429
ZINC ALUM LISO 0,4 MM	m2	0,58	0,1114	0,0643
REMACHE 4 X 10 PARA CANAL	n°	3,15	0,0128	0,0403
TORNILLO ROSCALATA 11/2 X 10	n°	4,20	0,0008	0,0034
SELLADOR Y ADHESIVO SIKAFLEX 11 FC O EQUIVALENTE TECNICO	n°	0,05	0,1833	0,0092
HOJALATERO	HD	0,03	0,8609	0,0258

LISTONEADO CIELO 2" X 2"	m2			0,2472
PINO BTO. SECO 2" X 2"	n°	1,20	0,1313	0,1576
CLAVOS CORRIENTES 4"	kg	0,03	0,0295	0,0007
PÉRDIDAS	%	0,03	0,1583	0,0047
CARPINTERO	HD	0,05	0,8609	0,0430
AYUDANTE	HD	0,05	0,5072	0,0254
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,0684	0,0157
REVESTIMIENTO FIBROCEMENTO 6 MM.	m2			0,3730
FIBROCEMENTO 6 MM.	m2	1,05	0,1886	0,1980
CLAVOS CORRIENTES 11/2"	kg	0,03	0,0211	0,0007
PÉRDIDAS	%	0,03	0,1987	0,0060
MAESTRO 1RA	HD	0,10	0,8609	0,0861
AYUDANTE	HD	0,10	0,5072	0,0507
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,1368	0,0315
REVESTIMIENTO YESO CARTÓN 8 MM.	m2			0,2340
YESO CARTÓN 8 MM.	m2	1,05	0,0568	0,0596
CLAVOS PARA PLACA YESO CARTÓN	kg	0,05	0,0587	0,0029
PÉRDIDAS	%	0,05	0,0626	0,0031
MAESTRO 1RA	HD	0,10	0,8609	0,0861
AYUDANTE	HD	0,10	0,5072	0,0507
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,1368	0,0315

Tabla 4: APU casa de madera.

Fuente: Elaboración propia con listado precios serviu.

VI. APU casa SIP

Trabajo	unidad	cantidad	P. unitario	P. total
REPLANTEO	m			0,1242
PINO BTO. SECO 1" X 4"	n°	0,33	0,0425	0,0140
PINO BTO. SECO 3" X 3"	n°	0,33	0,0734	0,0242
ALAMBRE N° 18	kg	0,08	0,0718	0,0057
CLAVOS CORRIENTES 3"	kg	0,10	0,0325	0,0033
MAESTRO 1RA	HD	0,05	0,8609	0,0430
JORNAL	HD	0,05	0,3902	0,0195
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,0626	0,0144
EXCAVACIÓN FUNDACIONES MANUAL	m3			0,2307
CHUZO	n°	0,02	0,6950	0,0104
PALA PUNTA DE HUEVO	n°	0,02	0,1117	0,0017
PICOTA	n°	0,01	0,5068	0,0025
JORNAL	HD	0,45	0,3902	0,1756
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,1756	0,0405
MEJORAMIENTO DE SUELO	m3			0,9307
ESTABILIZADO	m3	1,30	0,4331	0,5630
PLACA COMPACTADORA	hr	0,25	0,0293	0,0073
RECARGO DESGASTE HERRAMIENTAS	%	0,05	0,0073	0,0004
OPERADOR MAQUINARIA	HD	0,10	0,9755	0,0976
JORNAL	HD	0,50	0,3902	0,1951
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,2927	0,0673
EMPLANTILLADO	m3			1,7958
GRAVA	m3	0,80	0,4526	0,3621
ARENA GRUESA	m3	0,50	0,1990	0,0995
CEMENTO ESPECIAL	saco	3,00	0,1600	0,4800
PÉRDIDAS	%	0,03	0,9416	0,0282
MAESTRO 1RA	HD	0,10	0,8609	0,0861
JORNAL	HD	1,50	0,3902	0,5853
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,6714	0,1546
MOLDAJES FUNDACIONES	m2			0,5551
TERCIADO ESTRUCTURAL 15 MM.	m2	0,05	0,1547	0,0074
PINO CEPILLADO SECO 2" X 3"	pulg	1,69	0,0737	0,1246
CLAVOS CORRIENTES 2 1/2"	kg	0,10	0,0241	0,0023
MAESTRO 1RA	HD	0,25	0,8609	0,2152
AYUDANTE	HD	0,25	0,5072	0,1268
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,3420	0,0788
HORMIGÓN 300 K/CEM/M³ H-20 + ADITIVO IMPERMEABILIZANTE	m3			3,0508
CEMENTO ESPECIAL	saco	7,76	0,1600	1,2424
ARENA GRUESA	m3	0,50	0,1990	0,0995
GRAVA	m3	0,83	0,4526	0,3757
ADITIVO IMPERMEABILIZANTE NORMAL	lt	0,65	0,0502	0,0326
PÉRDIDAS	%	0,03	1,7501	0,0525
AYUDANTE	HD	2,00	0,5072	1,0144
LEYES SOCIALES	%	0,23	1,0144	0,2337
FIERRO 8 MM.	kg			0,0511
SEPARADORES DE MOLDAJES	n°	4,00	0,0005	0,0020
ACERO 8 MM ESTRIADO A63-42H	kg	1,00	0,0265	0,0265
ALAMBRE N° 18	kg	0,02	0,0718	0,0014
PÉRDIDAS	%	0,03	0,0299	0,0009
MAESTRO 1RA	HD	0,01	0,8609	0,0103
AYUDANTE	HD	0,01	0,5072	0,0061
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,0164	0,0038

HORMIGÓN CAMA RADIER 255 K/CEM/M³ H-15 + ADITIVO IMPERME	m3			2,8749
CEMENTO ESPECIAL	saco	6,60	0,1600	1,0560
ARENA GRUESA	m3	0,50	0,1990	0,0995
GRAVA	m3	0,87	0,4526	0,3940
ADITIVO IMPERMEABILIZANTE NORMAL	lt	0,60	0,0502	0,0301
PÉRDIDAS	%	0,03	1,5797	0,0474
AYUDANTE	HD	2,00	0,5072	1,0144
LEYES SOCIALES	%	0,23	1,0145	0,2334
ANCLAJES	n°			0,0357
ANCLAJES DE ACERO	kg	0,20	0,0086	0,0017
ADHESIVO EPOXICO SIKADUR 31 O EQUIVALENTE TECNICO 1 KG	kg	0,03	0,2508	0,0075
MAESTRO 1RA	HD	0,03	0,8609	0,0215
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,0215	0,0050
EXCAVACIÓN RADIER MANUAL	m3			0,2307
CHUZO	n°	0,02	0,6950	0,0104
PALA PUNTA DE HUEVO	n°	0,02	0,1117	0,0017
PICOTA	n°	0,01	0,5068	0,0025
JORNAL	HD	0,45	0,3902	0,1756
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,1756	0,0405
HORMIGÓN 255 K/CEM/M³ H-15 (INCLUYE CAMA DE RIPIO)	m2			0,3058
HORMIGÓN 255 K/CEM/M³ H-15	m3	0,09	2,0179	0,1776
ADITIVO ENDURECEDOR SUPERFICIAL	saco	0,10	0,2809	0,0281
CAMA DE RIPIO COMPACTADA E = 8 CM.	m2	1,00	0,0585	0,0585
PÉRDIDAS	%	0,03	0,2642	0,0079
MAESTRO 1RA	HD	0,02	0,8609	0,0172
AYUDANTE	HD	0,02	0,5072	0,0101
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,0274	0,0063
FIELTRO 15 LB.	m2			0,0422
FIELTRO 15 LB	m2	1,05	0,0246	0,0258
PÉRDIDAS	%	0,03	0,0258	0,0008
AYUDANTE	HD	0,03	0,5072	0,0127
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,0127	0,0029
COSTANERAS 2" X 2"	m2			0,2334
PINO BTO. SECO 2" X 2"	n°	1,20	0,1313	0,1576
CLAVOS CORRIENTES 4"	kg	0,02	0,0295	0,0006
PÉRDIDAS	%	0,05	0,1582	0,0079
CARPINTERO	HD	0,04	0,8609	0,0344
AYUDANTE	HD	0,04	0,5072	0,0203
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,0547	0,0126
CUBIERTA ZINC ALUM ONDA ESTANDAR 0,4 MM.	m2			0,2931
PLANCHA ACERO ZINCADO ONDA STANDAR 0,4 MM	m2	1,06	0,0950	0,1007
PLANCHA ACERO ZINCADO LISA 0,4 MM	m2	0,06	0,1114	0,0071
TORNILLO TECHO 2 1/2" X 12	n°	0,64	0,0045	0,0029
TORNILLO GALV. 1" X 12	n°	2,34	0,0035	0,0082
PÉRDIDAS	%	0,05	0,1188	0,0059
MAESTRO 1RA	HD	0,10	0,8609	0,0861
AYUDANTE	HD	0,10	0,5072	0,0507
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,1368	0,0315
CABALLETE ZINCALUM 0,4, 40 CM . DESARROLLO	m			0,1429
ZINC ALUM LISO 0,4 MM	m2	0,58	0,1114	0,0643
REMACHE 4 X 10 PARA CANAL	n°	3,15	0,0128	0,0403
TORNILLO ROSCALATA 11/2 X 10	n°	4,20	0,0008	0,0034
SELLADOR Y ADHESIVO SIKAFLEX 11 FC O EQUIVALENTE TECNICO	n°	0,05	0,1833	0,0092
HOJALATERO	HD	0,03	0,8609	0,0258
MOLDAJES FUNDACIONES	m2			0,5551
TERCIADO ESTRUCTURAL 15 MM.	m2	0,05	0,1547	0,0074
PINO CEPILLADO SECO 2" X 3"	pulg	1,69	0,0737	0,1246
CLAVOS CORRIENTES 2 1/2"	kg	0,10	0,0241	0,0023
MAESTRO 1RA	HD	0,25	0,8609	0,2152
AYUDANTE	HD	0,25	0,5072	0,1268
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,3420	0,0788

INSTALACION SIP ESTRUCTURAL.	M2			1,5956
PANEL SIP OSB-OSB 90 MM	m2	1,05	0,4600	0,4830
TORNILLOS	uni	18	0,0554	0,9972
PERDIDA	%	0,09	0,1041	0,0094
CARPINTERO	HD	0,02	0,8609	0,0172
AYUDANTE	HD	0,02	0,5072	0,0101
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,342	0,0787
INSTALACION SIP DIVISORIO.	M2			1,5406
PANEL SIP OSB-OSB 75 MM	m2	1,05	0,4116	0,4322
TORNILLOS	uni	18	0,0554	0,9972
PERDIDA	%	0,05	0,1041	0,0052
CARPINTERO	HD	0,02	0,8609	0,0172
AYUDANTE	HD	0,02	0,5072	0,0101
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,342	0,0787
INSTALACION SIP CUBIERTA	M2			0,6436
PANEL SIP OSB-OSB 114 MM	m2	1,05	0,507	0,5324
TORNILLOS	uni			0,0000
PERDIDA	%	0,05	0,1041	0,0052
CARPINTERO	HD	0,02	0,8609	0,0172
AYUDANTE	HD	0,02	0,5072	0,0101
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,342	0,0787
SOLERAS INFERIOR	PZA			0,1451
PINO IPV 2X2	pza	1,05	0,0170	0,0179
PERNO ANCLAJE 3/8X3"	pza	1	0,0174	0,0174
ANCLAJE AN	uni			0
PERDIDAS	%	0,05	0,0775	0,0039
CARPINTERO	HD	0,02	0,8609	0,0172
AYUDANTE	HD	0,02	0,5072	0,0101
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,342	0,0787
SOLERAS INFERIOR	PZA			0,1490
PINO IPV 2X3	pza	1,05	0,0207	0,0217
PERNO ANCLAJE 3/8X3"	pza	1	0,0174	0,0174
ANCLAJE AN	uni			0,0000
PERDIDAS	%	0,05	0,0775	0,0039
CARPINTERO	HD	0,02	0,8609	0,0172
AYUDANTE	HD	0,02	0,5072	0,0101
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,342	0,0787
SOLERAS SUPERIOR	PZA			0,1277
PINO IPV 2X2	pza	1,05	0,0170	0,0179
PERDIDAS	%	0,05	0,0775	0,0039
CARPINTERO	HD	0,02	0,8609	0,0172
AYUDANTE	HD	0,02	0,5072	0,0101
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,342	0,0787
SOLERAS SUPERIOR	PZA			0,1316
PINO IPV 2X3	pza	1,05	0,0207	0,0217
PERDIDAS	%	0,05	0,0775	0,0039
CARPINTERO	HD	0,02	0,8609	0,0172
AYUDANTE	HD	0,02	0,5072	0,0101
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,342	0,0787
INSTALACION CERCHAS	M2			0,2134
PINO 2X6	pza	0,63	0,162	0,1021
CLAVOS 4"	kg	0,05	0,0296	0,0015
PERDIDAS	%	0,05	0,0775	0,0039
CARPINTERO	HD	0,02	0,8609	0,0172
AYUDANTE	HD	0,02	0,5072	0,0101
LEYES SOCIALES	%	0,23	0,342	0,0787

Tabla 6: APU casa paneles SIP.

Fuente: Elaboración propia con listado precios serviu.

Teniendo ya analizados y desarrollado en ambos casos un presupuesto de costos constructivos de una vivienda tipo de 65 m2, con ambos métodos constructivos dichos se logró obtener una diferencia entre uno y otro.

En el aspecto económico se tuvo un resultado de:

	Presupuesto
Casa Tabiquería Madera	478,558 UF
Casa Paneles SIP	593,972 UF

Tabla 7: Cuadro resumen presupuestos. Fuente: Elaboración propia.

Se logra apreciar una diferencia de 115,414 UF entre un proceso y otro, considerando la construcción en las mismas condiciones.

Su tiempo de ejecución estimado entre una obra y otra se calculó en 65 días para la construcción en tabiquería de madera vs un aproximado de 30 días con paneles SIP, obteniendo una reducción de casi un 50% en el proceso de construcción, un tiempo considerable.

Las propiedades térmicas y de resistencia al fuego nos dan resultados que coinciden uno de otro como por ejemplo este último, donde se analizaron materialidades de similares características obteniendo una resistencia F-15 que es igual a los tabiques de madera comparado a un panel SIP. La resistencia térmica se comportó de manera casi igual, arrojando una ponderación en porcentaje de un 72,6 % , el cual determina un resultado que divide la trasmittancia del muro en comparación con la trasmittancia de la zona donde se construye, para este caso la zona 4 fue escogida la que corresponde a 1,7 W/m2K, mientras que el porcentaje obtenido con el uso de los paneles SIP de espesor 97 mm es de 73,2 %, una pequeña diferencia de trasmittancia, que deja a ambos métodos cumplir las mismas condiciones, respaldados por los requisitos ya establecidos.

VII. Conclusión.

Un correcto uso de los nuevos materiales y procesos constructivos, que el Ministerio de vivienda y urbanismo establece como métodos no tradicionales, es la clave para obtener los mejores resultados al momento de construir, siempre que se consideren las recomendaciones de algún profesional o personal capaz de realizar con conocimiento en el tema.

En cuanto a la construcción, lo que se busca es una construcción limpia, ahorrando el menor tiempo posible y costos, que para el medio ambiente no provoque un impacto negativo, sino que se trabaje con materias primas renovables, o inclusive materiales reutilizados. Se logró evidenciar un porcentaje considerable de ahorro en tiempos de construcción entre un método y otro, dándole un punto a favor en este sentido a los paneles SIP, quien tenía menos tiempo de demora debido a la facilidad de instalación.

El panel SIP se muestra como un proceso constructivo que es capaz de ahorrarnos tiempo y traer consigo grandes beneficios, como lo son térmico-acústico, considerándolo como una gran opción a la hora de pensar en cómo poder construir algún proyecto de vivienda o comercial, armando construcciones en un tiempo considerablemente corto en comparación a la construcción en madera.

Los beneficios que otorgan ambos métodos son similares, entendiendo que ambos revestimientos son de la misma materialidad y son comúnmente vendidos en las grandes tiendas comercializadoras e aserraderos, usados la mayoría de las veces en los trabajos de construcción en Chile, por cumplir de correcta manera las normas de construcción y acondicionamiento térmico ya normados.

No se debe dejar de lado la madera, que hoy en día sigue siendo clave para el desarrollo de los nuevos productos derivados de este, teniendo en cuenta que somos una región con grandes plantaciones de bosques, para desarrollar los distintos materiales que se encuentran en el mercado, hoy en día gracias a esta materia prima. que busca ir resolviendo los problemas que se tienen al momento de desarrollar un proyecto.

VIII. Linkografia.

La construcción de vivienda en madera capítulo 1.

<<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>>

La construcción de vivienda en madera capítulo 2.

<<http://www.madera21.cl/wp-content/uploads/2016/11/Cap%C3%ADtulo-2.La-construccion-de-viviendas-en-madera-completo-sin-introducci%C3%B3n.pdf>>

Portal ondac.

<<https://portal.ondac.com/601/w3-article-69747.html>>

Informacion panel SIP.

<<http://articulosdeestructura.blogspot.cl/2012/03/los-paneles-sip.html>>

Autoconstrucción de vivienda en madera.

<<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/22/4826Autoconstrucci%C3%B3n%20de%20vivienda%20con%20madera.pdf>>

Manual de construcción vivienda madera.

<https://guzlop-editoras.com/web_des/ing01/civil/pld2889.pdf>

Ingepanel.

<<http://www.ingepanel.cl/>>

Información panel SIP.

<<http://upperchile.com/panel-sip/>>

Construcción de paneles SIP.

<<https://construccion2011.wordpress.com/2011/04/07/panel-sip-structural-insulated-panel/>>

Paneles SIP de LP

<[Https://lpchile.cl/es-ES/producto/otros/lp-panelsip](https://lpchile.cl/es-ES/producto/otros/lp-panelsip)>