



ESCUELA DE CONSTRUCCIÓN

# **“Construcción automatizada en Madera tipo PassivHaus para viviendas sociales en Chile”**

---

**Michael Nicolas Diaz Cáceres**

Profesor Guía: José Ignacio Torres Barón

Trabajo de Titulación presentado en  
conformidad a los requisitos para obtener el  
título de Constructor civil

## Resumen

La siguiente investigación fue enfocada a evaluar y presentar una vivienda social en madera tipo Passive Haus construida prefabricadamente a través de mecanismos automatizados, este proceso se realizará mediante la fabricación de estructuras (Módulos panelizados) de madera en galpones que pueden estar situados a pie de obra o fuera de ella. Posteriormente se realiza el traslado y montaje de los elementos prefabricados con grúas pluma telescópica, que formaran parte de la estructura de la vivienda.

Se incluye en el diseño de la vivienda social el concepto de casa pasiva que logra que la vivienda cuente con un clima interior confortable, una máxima calidad del aire interior, que además aprovecha la energía del sol para una mejor climatización y una gran aislación térmica, reduciendo el consumo energético hasta en un 80% en comparación a una construcción convencional.

Con este tipo de vivienda se analizará la factibilidad económica de amortizar la inversión del beneficiario a través de subsidios estatales de vivienda tales como DS01, DS19 y DS116.

## Summary

The following research was focused on evaluating and presenting a Passive Haus type wooden social dwelling built prefabricated through automated mechanisms, this process will be carried out by manufacturing wooden structures (panel modules) in sheds that may be located on site. or out of it. Subsequently, the prefabricated elements are moved and assembled with telescopic jib cranes, which will form part of the structure of the house.

The concept of a passive house is included in the design of social housing, which ensures that the house has a comfortable indoor climate, maximum indoor air quality, which also harnesses the energy of the sun for better air conditioning and great thermal insulation, reducing energy consumption by up to 80% compared to conventional construction.

With this type of housing, the economic feasibility of paying off the beneficiary's investment through state housing subsidies such as DS01, DS19 and DS116 will be analyzed.

## Índice

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Introducción.....</b>   | <b>5</b>  |
| 1.1. Origen y necesidad.....  | 5         |
| 1.1.1. Objetivo General.....  | 6         |
| 1.1.2. Objetivos Específicos.....                                   | 6         |
| 1.2. Descripción del problema.....                                  | 7         |
| 1.3. Metodología general del trabajo.....                           | 8         |
| <b>2. Automatización en la construcción.....</b>                    | <b>9</b>  |
| 2.1. Concepto de automatización.....                                | 11        |
| 2.2. Tecnologías automatizadas implementadas en Chile.....          | 12        |
| 2.2.1. Inmobiliaria Manquehue.....                                  | 12        |
| 2.2.2. RC Tecnova.....  | 14        |
| 2.3. Automatización de viviendas de madera en Chile.....            | 15        |
| 2.3.1. Sistema constructivo modular industrializado.....            | 16        |
| 2.3.1.1. Módulos Tridimensionales.....                              | 16        |
| 2.3.1.2. Módulos Panelizados.....                                   | 17        |
| 2.3.2. ¿Por qué Industrializar las viviendas?.....                  | 18        |
| 2.3.2.1. Razones Económicas.....                                    | 18        |
| 2.3.2.2. Razones Sociales.....                                      | 18        |
| 2.3.3. ¿Cómo se logra la industrialización de viviendas?.....       | 20        |
| 2.3.3.1. Características del Sistema.....                           | 20        |
| 2.3.3.2. Calidad del Sistema.....                                   | 21        |
| 2.3.4. Ventajas de la industrialización de vivienda.....            | 22        |
| <b>3. La Madera como material de construcción.....</b>              | <b>25</b> |
| 3.1. Madera y sus características.....                              | 26        |
| 3.1.1. Composición de la Madera.....                                | 26        |
| 3.1.2. Propiedades de la Madera.....                                | 27        |
| 3.1.2.1. Propiedades Físicas.....                                   | 27        |
| 3.1.2.2. Propiedades Mecánicas.....                                 | 29        |
| 3.1.2.3. Propiedades Especiales.....                                | 29        |
| 3.1.3. Tipos de Madera.....   | 30        |
| 3.2. Beneficios de la Madera como material de construcción.....     | 31        |
| 3.3. Situación actual de las construcciones de Madera en Chile..... | 35        |
| 3.3.1. Factores influyentes.....                                    | 37        |
| 3.3.2. Proyectos realizados.....                                    | 38        |
| 3.4. Marco normativo de las construcciones en Madera.....           | 43        |
| <b>4. Vivienda Social Bajo el Estándar PassivHaus en Chile.....</b> | <b>53</b> |
| 4.1. Concepto de Vivienda Social.....                               | 55        |
| 4.1.1. Características de una vivienda social.....                  | 56        |
| 4.2. Concepto de vivienda pasiva.....                               | 71        |
| 4.2.1. La vivienda pasiva en la actualidad.....                     | 72        |
| 4.2.2. Estándar Passivhaus, ¿Qué es? y ¿Cómo se logra?.....         | 74        |

|  |            |
|--|------------|
| <b>5. Subsidios estatales para acceder a la vivienda en Chile.....</b>   | <b>81</b>  |
| 5.1. ¿Qué es un subsidio habitacional?.....  | 83         |
| 5.2. ¿Qué tipos de subsidios habitacionales existen?.....  | 84         |
| 5.2.1. Subsidio para la compra de una vivienda.....  | 84         |
| 5.2.1.1. Fondo Solidario de Elección de vivienda (D.S. 49).....  | 84         |
| 5.2.1.2. Subsidio para familias de Sectores Medios (D.S.1).....  | 86         |
| 5.2.1.3. Subsidio de Leasing Habitacional.....   | 89         |
| 5.2.1.4. Programa de integración Social y Territorial (D.S. 19).....   | 91         |
| 5.2.1.5. Integración social y reactivación económica (D.S. N°116).....   | 94         |
| 5.2.1.6. Programa de Habitabilidad rural.....  | 103        |
| 5.2.2. Subsidio para la construcción de una vivienda.....  | 107        |
| 5.2.2.1. Fondo Solidario de Elección de vivienda (D.S. 49).....  | 107        |
| 5.2.2.2. Para familias de Sectores Medios (D.S 1 y Deudores habitacionales).....   | 108        |
| 5.2.3. Subsidio para el arriendo de una vivienda.....  | 108        |
| <b>6. Análisis .....</b>   | <b>110</b> |
| 6.1. Automatización de viviendas sociales de Madera en Chile.....  | 111        |
| 6.1.1. Sistema Automatizado de Construcción para la vivienda social en Chile.....  | 114        |
| 6.1.2. Actual sistema de construcción de una vivienda social en Chile.....   | 125        |
| 6.2. Análisis Energético de la vivienda social automatizada en Madera tipo Passivhaus.....                                       | 134        |
| 6.2.1. Clasificación Energética de la vivienda social tipo Passivhaus v/s una vivienda social Tradicional.....                   | 135        |
| 6.3. Contexto Técnico y Legal para la construcción de una vivienda tipo Passivhaus en Chile.....                                 | 136        |
| 6.3.1. Artículo 4.1.10, OGUC, Acondicionamiento Térmico de viviendas...  | 136        |
| 6.3.2. Normativas relacionadas a la ventilación.....   | 141        |
| 6.4. Vivienda Social bajo un estándar Passivhaus en Chile.....   | 142        |
| 6.5. Subsidios estatales de vivienda y eficiencia energética para amortizar una vivienda social bajo el estándar Passivhaus..... | 149        |
| <b>7. Resultados.....</b>  | <b>153</b> |
| 7.1. Automatizando la industria manufacturera de Madera en Chile.....  | 153        |
| 7.2. Aplicación del Estándar Passivhaus en una vivienda social.....  | 156        |
| 7.3. Implementación de subsidios estatales para la compra o construcción de viviendas sociales con el estándar Passivhaus.....   | 157        |
| <b>8. Conclusiones y Bibliografía.....</b>   | <b>158</b> |
| 8.1. Conclusiones.....   | 158        |
| 8.1.1. Aporte personal .....   | 161        |
| 8.2. Bibliografía.....   | 162        |
| <b>9. Referencias.....</b>   | <b>163</b> |
| <b>10. Anexos.....</b>   | <b>165</b> |

# 1. INTRODUCCION

## 1.1. Origen y Necesidad del Tema

El sector de la construcción es considerado mundialmente como una de las principales fuentes de contaminación medioambiental, pues produce enormes efectos negativos en el medioambiente ya sea directa o indirectamente. A raíz de esto Chile es uno de los primeros países de Latinoamérica que ha establecido normas y reglamentos obligatorios para fomentar el buen uso de la energía en materia de vivienda<sup>(1)</sup>, pero en comparación con potencias como (Alemania, España y Canadá), quedamos corto en temas de invertir en nuevas tecnologías para automatizar el rubro de la construcción esencialmente en los procesos industriales.

En esta línea, se requiere elevar los estándares mínimos de las edificaciones y en especial de la vivienda social, con el objetivo de lograr un mayor confort, una mejor habitabilidad, alargar la vida útil y reducir el consumo de energía en las construcciones en Chile.

Bajo esta mirada es esencial comprender que el uso eficiente de las energías en una vivienda debe considerarse desde las primeras etapas de un proyecto. De este modo, es muy importante que el diseño de arquitectura busque acercarse lo más posible al confort de los usuarios, haciendo mínima la necesidad de consumir energías para alcanzar condiciones ambientales adecuadas para la actividad humana<sup>(2)</sup>. *“Pese a que ha habido avances en el país los últimos años, no solo en términos de programas, subsidios y certificaciones impulsadas desde el gobierno, la eficiencia energética (EE) es, sin duda, uno de los grandes temas pendientes, si no el principal, en el mercado de la vivienda. No solo en términos de introducir criterios de EE, sino que también de cómo gestionar la energía”*<sup>(3)</sup>. Esto se logra con el estándar Passive Haus que aporta un confort a los usuarios, haciendo mínima la necesidad de gastar en energía para alcanzar condiciones ambientales adecuadas para la actividad humana.

Las soluciones habitacionales entregadas por los programas del estado hoy en día están basadas en estándares mínimos de calidad, que van desde la caseta sanitaria hasta las unidades básicas con baño, cocina, sala de estar y dormitorios.

Es por esto, por lo que la implementación de nuevas tecnologías para la construcción de viviendas sociales en Chile es un bien común a nivel nacional para mejorar la forma en cómo se construye hoy en día las viviendas. Y en como mejoramos la calidad de vida de las personas más vulnerables, complementado con reducir los impactos medioambientales y el mejoramiento de calidad en la construcción de viviendas que esto conlleva.

---

<sup>(1)</sup> Columna – Viviendas sociales con buena Energía. Por Marcelo Tokman. (La Nación. 31/10/2009).

<http://www.plataformaurbana.cl/archive/2009/08/31/columna-viviendas-sociales-con-buena-energia/>

<sup>(2)</sup> Eficiencia energética en la construcción: Ahorro + calidad de vida. Por Isabel Pinto (24/02/2017).

<sup>(3)</sup> Señala Alexis Núñez, jefe línea desarrollo edificación de la agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE).

### **1.1.1. Objetivos Generales**

Analizar la factibilidad técnica y económica de la complementación de un sistema constructivo automatizado en Madera tipo Passive Haus para viviendas sociales en Chile y medir el impacto en el ahorro de energía y como se puede amortizar este impacto con subsidios para la vivienda.

### **1.1.2. Objetivos Específicos**

- ✓ Analizar la oferta de construcción prefabricada en madera automatizada en Chile.
- ✓ Identificar las características técnicas y el costo que debe tener un modelo de vivienda social de madera con estándar Passive Haus en Chile.
- ✓ Calcular el ahorro de consumo energético de una vivienda pasiva.
- ✓ Analizar la factibilidad económica de la construcción de viviendas sociales de madera prefabricadas con el estándar Passive Haus, considerando el uso de subsidios estatales y comparándolo con una construcción tradicional en albañilería.

## 1.2. Descripción del problema

Hoy en día la industria de la construcción tradicional es causante del 50% de partículas contaminantes en el medio ambiente, del consumo del 40% de la energía total y del 50% de los recursos humanos.<sup>(4)</sup>

Si bien es cierto que el procesado de materias primas y la fabricación de los materiales generan un alto coste energético y medioambiental, no es menos cierto que la experiencia ha puesto de relieve que no resulta fácil cambiar el actual sistema de construcción y la utilización irracional de los recursos naturales, donde las prioridades de reciclaje, reutilización y recuperación de materiales brillan por su ausencia frente a la tendencia tradicional de la extracción de materias naturales. Por ello, se hace necesario reconsiderar esta preocupante situación de crisis ambiental, buscando la utilización de tecnologías y materiales que cumplan sus funciones sin menoscabo del medio ambiente.

A esto hay que sumarle en términos habitacionales, la problemática del déficit cualitativo<sup>(5)</sup> y cuantitativo<sup>(6)</sup> que se vive en el país y especialmente en los sectores más vulnerables.

Según la encuesta CASEN (encuesta que mide la situación de pobreza en Chile), el Ministerio de Vivienda del Estado de Chile informa en el documento “Cuenta Pública 2016” que en el año 2016 tuvimos:<sup>(7)</sup>

- Déficit cuantitativo: 459.347 viviendas.
- Déficit cualitativo: 1.247.890 viviendas que deben ser ampliadas o mejoradas.

El déficit cualitativo es generado principalmente, por viviendas muy pequeñas y por baja calidad de la construcción, además de inseguridad de la población en algunos barrios no integrados a los beneficios de la ciudad, hacinamiento sobre todo en vivienda de arrendamiento a migrantes.

La problemática del déficit cuantitativo en el sector en situación más vulnerable se da en asentamientos informales y/o situados en lugares de riesgo, se enfrentan a un proceso complejo de subsidio estatal, con difícil acceso a terrenos de un costo altísimo que impide soluciones con una ubicación razonable.

---

<sup>(4)</sup> Columna - La casa social y sustentable chilena que se llevó los aplausos de todos. Por Josefá Velasco. (10-05-2017). <https://eldefinido.cl/actualidad/pais/8500/La-casa-social-y-sustentable-chilena-que-se-llevo-los-aplausos-de-todos/>

<sup>(5)</sup> Déficit Cualitativo: Identifica los hogares que habitan en viviendas susceptibles a ser mejoradas.

<sup>(6)</sup> Déficit Cuantitativo: Cuantifica los hogares que necesitan una nueva vivienda para su alojamiento.

<sup>(7)</sup> Habitación para la humanidad Chile. Problema de vivienda inadecuada. <https://hphchile.cl/problema-de-vivienda-inadecuada/>

### 1.3. Metodología general del trabajo

La siguiente tesis para optar al título de Constructor Civil está referida en los primeros ítems 2,3,4 y 5 a una descripción previa de que es la automatización y como esta implementada en la actualidad en la construcción en Chile, La utilización de la Madera como material de construcción, la vivienda social en Chile y cómo podemos implementar el concepto de Passivhaus en estas viviendas y por último ¿Que son los subsidios? Y ¿Cómo podemos acceder a una vivienda en Chile?

Una vez recopilada esta información se pretende analizar en primera instancia una evaluación real de la implementación de un sistema de construcción prefabricado automatizado en madera en la construcción de viviendas sociales para Chile, el cual se comparará con una construcción tradicional en albañilería de estas viviendas. Con esto se busca abarcar los impactos ambientales que esto involucraría.

Se analizará en que Regiones de Chile sería factible la implantación de construir viviendas sociales en madera con el Sistema Passivhaus considerando el déficit habitacional como base de investigación.

Se proyectará un caso real de vivienda social tipo en Chile con el sistema de casas pasivas, para ello usaremos la certificación energética de vivienda, para saber qué tan eficiente sería esta vivienda con relación a una vivienda social que cumple con los estándares mínimos exigidos en el artículo 4.1.10 de la OGUC sobre acondicionamiento térmico. Y cuáles serían los impactos en temas de ahorro de energías para el usuario a largo plazo.

Se abordará la factibilidad de implementar subsidios estatales de vivienda y eficiencia energética que amortice el costo de una vivienda social con el estándar Passivhaus.

En esta investigación se busca, principalmente demostrar y concientizar a la población sobre los beneficios económicos, sociales y ambientales que ofrece la construcción automatizada sustentable en Madera.

## 2. AUTOMATIZACION EN LA CONSTRUCCION

El sector de la construcción se enfrenta hoy a una necesidad cada vez mayor de cambio radical y reinención. Las ciudades en expansión están desafiando al sector para encontrar formas de construir más rápidas y a un menor coste mientras que los recursos limitados del planeta requieren una forma más sostenible de construir, habitar y reutilizar nuestras construcciones.

Al mismo tiempo, el sector de la construcción aún no se ha aprovechado de la revolución digital que actualmente está ocurriendo en otros sectores de la fabricación, como en la automoción y la ingeniería aeroespacial. La robótica, la impresión 3D y la inteligencia artificial están haciendo que el futuro de la construcción aumente su productividad y reduzca sus costes. Estas tecnologías también abren nuevas oportunidades de diseño para optimizar el rendimiento de los edificios al reducir las emisiones de CO2 y la demanda de energía. <sup>(8)</sup>

La industria de la construcción es uno de los sectores más importantes de la economía de Chile. Actualmente, constituye aproximadamente el 7,1% del Producto Interno Bruto <sup>(9)</sup> de la economía chilena.



Figura 1: Balance 2017 – Proyecciones 2018. Macroeconomía y Construcción. Informe Mach 47. Cámara Chilena de la Construcción.

<sup>(8)</sup> Alexandre Dubor. (IAAC. 2018). ¿Cuáles son los desafíos que enfrenta el sector de la construcción hoy?

<sup>(9)</sup> Producto Interno Bruto (PIB): Es un indicador económico que refleja el valor monetario de todos los bienes y servicios finales producidos por un país o región en un determinado periodo de tiempo, normalmente un año. Se utiliza para medir la riqueza de un país.

Actualmente el 63,5% del total de inversión en Chile corresponde a la construcción de vivienda, edificación no residencial y obras de ingeniería. El 36% restante es maquinarias y equipos.<sup>(10)</sup>

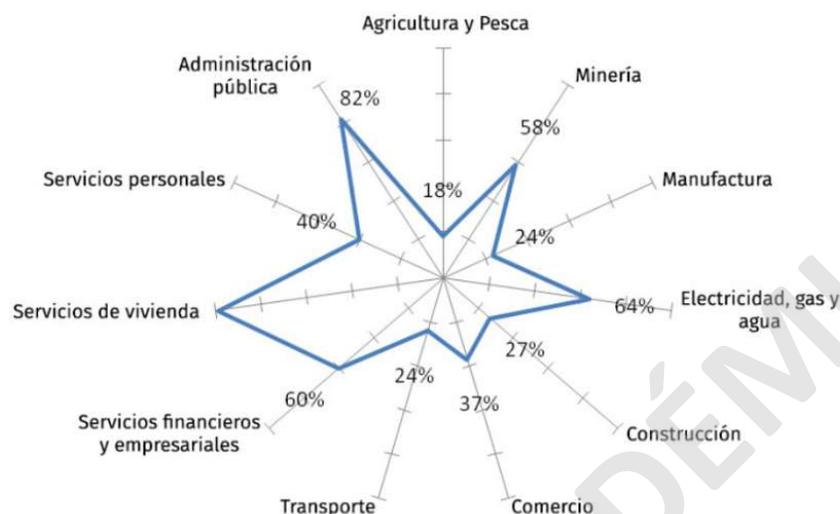


Figura 2: Participación de la inversión en construcción de obras en el total de inversión por actividad en Chile, Informe Mach 47. Cámara chilena de la Construcción

Al construir una obra generalmente se invierte en equipos, máquinas y obras de ingeniería (capital físico). Asimismo, se generan puestos de trabajo, tanto en la misma obra como en el resto de la cadena de valor (proveedores, transporte, etc.). Finalmente, en el mediano y largo plazo las obras construidas aportan a una mayor competitividad del país.

Una mayor inversión en métodos de construcción industrializados da lugar a la posibilidad de fabricar de forma externa. Ahora se puede fabricar unidades o módulos en un entorno de fábrica controlado lejos de la propia obra de construcción, para después transportarlos hasta el emplazamiento y realizar allí el montaje final.

La fabricación externa puede conllevar que la producción y toda la instalación de unidades prefabricadas se lleven a cabo lejos de las obras de construcción. Cuando llegan, los módulos se apilan en los cimientos del edificio para comenzar el proceso de edificación.

<sup>(10)</sup> Hernán de Solminihac. (21/11/2018). Industria de la construcción en Chile: ¿Por qué es el “termómetro” de la economía?

## 2.1. Concepto de Automatización

La Automatización Industrial es la aplicación de diferentes tecnologías para controlar y monitorear un proceso, maquina, aparato o dispositivo que por lo regular cumple funciones o tareas repetitivas, haciendo que opere automáticamente, reduciendo al mínimo la intervención humana.

Lo que se busca con la Automatización industrial es generar la mayor cantidad de producto, en el menor tiempo posible, con el fin de reducir los costos y garantizar una uniformidad en la calidad. <sup>(11)</sup>

Hoy en día, la ineficiencia en el uso del tiempo y el dinero son uno de los mayores problemas de la construcción. Los grandes proyectos (ya sean obras públicas, residenciales u otros) suelen tardar 20% más del plazo previsto, y los gastos pueden superar por 80% el monto inicial.

En los años cincuenta, algunas empresas replicaron conceptos de industrialización, principalmente de los sistemas constructivos usados en Estados Unidos, Canadá y países Escandinavos. Es así como inicia de forma incipiente la industria de la construcción en madera.

De esta forma se implementaron empresas que atendían muchas necesidades como: bodegas, ampliaciones, cabañas y posteriormente viviendas.

La Construcción automatizada es un cambio de paradigma que puede incrementar la productividad entre 5% a 10%, con la premisa de ver las obras como fábricas productivas en las que se “elaboran” productos a través de medios productivos (maquinaria) y mediante métodos organizados (proyectos), que permiten incorporar tecnologías que ya protagonizan relevantes innovaciones en otras industrias de concepción más productiva. <sup>(12)</sup>

---

<sup>(11)</sup> William Crespo. (febrero 9, 2011). ¿Qué es la automatización Industrial?

<https://automatizacionindustrial.wordpress.com/2011/02/09/queeslaautomatizacionindustrial/>

<sup>(12)</sup> Centro tecnológico de construcción. La cuarta revolución industrial llega al sector construcción en Chile. María Aguirre. (noviembre 26,2018). <https://ctecinnovacion.cl/la-cuarta-revolucion-industrial-llega-al-sector-construccion-en-chile/>

## 2.2. Tecnologías automatizadas implementadas en Chile

El sector de la construcción ha comenzado a adoptar la automatización y la robótica, y cuenta con varios proyectos en marcha que promueven el uso de la tecnología. Parte del reto de adoptar la robótica se debe al carácter no estructurado y a menudo impredecible de las obras de construcción, en contraposición con las líneas de producción de fabricación, que son más estructuradas. A pesar de los obstáculos, en los últimos años se ha introducido cierta automatización y semiautomatización, como el acondicionamiento de soluciones autónomas en carretillas y excavadoras tradicionales. Esto puede aumentar tanto la productividad como la seguridad del entorno de trabajo.

Además de mejorar la seguridad del trabajador, un mayor grado de automatización podría solventar los problemas de escasez de trabajadores de obra cualificados. La robótica colaborativa podría permitir que los obreros trabajaran junto a robots tanto en las fábricas como en las obras de construcción con el fin de aumentar la productividad y modernizar la construcción.

A continuación, se muestran algunos ejemplos de empresas del área de la construcción que adoptaron procesos automatizados en Chile.

### 2.2.1. Inmobiliaria Manquehue

Comenzó a construir las primeras viviendas en Chile con la unión de las dos tecnologías constructivas más avanzadas. Se trata de BIM (Building Information Modeling), y de la tecnología industrial Baumax, proveniente de Alemania. <sup>(13)</sup>

Por un lado, y en la primera etapa, el sistema BIM permite al equipo de Inmobiliaria Manquehue modelar en 3D la vivienda y evaluar cómo se integran los distintos espacios de la casa y su respectiva usabilidad. Además, se puede evaluar la luminosidad de las zonas, de acuerdo con la orientación de la vivienda, para los distintitos horarios del día, dando la posibilidad de efectuar mejoras en el diseño, y garantizando el mejor uso. También facilita tomar decisiones en etapas tempranas y genera mayor certeza en el diseño y construcción.

Un aspecto muy importante es que coordina antes del inicio de la construcción las distintas especialidades, tanto eléctricas, sanitaria y calefacción, generando trazados eficientes, que disminuyen los riesgos de interferencias posteriores.

---

<sup>(13)</sup> EMB Construcción. (30/11/2017). Inmobiliaria Manquehue estrena avanzadas tecnologías para la construcción de viviendas. <http://www.emb.cl/construccion/noticia.mvc?nid=20171130w11>



*Figura 3: Modelación BIM, Inmobiliaria Manquehue*

Luego, en una segunda fase, cuando ya está totalmente listo el diseño de la obra, se comienza a construir las viviendas de hormigón armado de forma más rápida y eficiente, con la tecnología Baumax, a través de un proceso industrial, que es capaz de construir en tiempo récord todas las partes que constituyen la obra gruesa, que luego son montadas en terreno.



*Figura 4: Montaje de paneles Baumax, Baumax.*

### 2.2.2. RC Tecnova

Esta empresa se ha dedicado a la fabricación e industrialización de paneles Metalpol, que es un Sistema constructivo modular en seco que permite ser más económico, térmico acústico, rápido, con la mayor resistencia al menor peso posible, respecto a los sistemas tradicionales. (14)

RC Tecnova combina materiales de alta calidad técnica, como el acero galvanizado y el poliestireno expandido (EPS), para el desarrollo de sus paneles modulares, además de la creación de revestimientos sostenibles, como morteros elastómeros y corcho proyectado orgánico para fachadas y techo.



*Figura 5: Proyecto Valle Noble de Concepción construido con el sistema de paneles Metalpol, 184 casas prefabricadas en dos meses, realizando 3 entregas semanales de 24 casas, RC Tecnova.*

---

(14) CORFO. Construye 2025. Caso, RC Tecnova: Sustentabilidad y Productividad en la construcción. [file:///C:/Users/Michael%20Diaz/Desktop/Proyecto%20de%20Titulo/TESIS/Capitulos%20de%20Tesis/Automatizacion%20en%20la%20construccion/Caso%20Metalpol.%20RC%20Tecnova\\_%20Sustentabilidad%20y%20Productividad%20en%20la%20Construccion%20C3%B3n%20E2%80%93%20Construye2025.html](file:///C:/Users/Michael%20Diaz/Desktop/Proyecto%20de%20Titulo/TESIS/Capitulos%20de%20Tesis/Automatizacion%20en%20la%20construccion/Caso%20Metalpol.%20RC%20Tecnova_%20Sustentabilidad%20y%20Productividad%20en%20la%20Construccion%20C3%B3n%20E2%80%93%20Construye2025.html)

### 2.3. Automatización de viviendas de madera en Chile

Con el paso de los años, el mercado de las viviendas en madera ha experimentado numerosos progresos, generando mayor competencia provocado por la exigencia del cliente o futuro propietario, el cual tiene necesidades diferentes a las de años atrás. La responsabilidad de los arquitectos, proyectistas y constructores es satisfacerla. Para lograrlo debe existir un control de proyecto, usar materiales adecuados y procesos constructivos que no dependen de la buena voluntad o pericia de la mano de obra, del clima o la capacidad de los profesionales en obra. Es por esto por lo que nace el interés de industrializar los procesos constructivos de las viviendas.

En los últimos años se han desarrollado sistemas constructivos como el SCMI o Sistema Constructivo Modular Industrializado, que está aprobado por el Ministerio de la Vivienda, y es intensivo en consumo de madera y puede certificarse, lo que facilita la fiscalización.<sup>(15)</sup>

Esta tecnología ha permitido la constante actualización de los métodos constructivos. Procedimientos que aceleran el proceso productivo, uso de materiales que hasta hace unos años nos eran desconocidos, equipos y herramientas al alcance de pequeñas y medianas empresas, incluso incorporando el uso de software como el BIM (Building information Modeling), metodología que permite crear simulaciones digitales de diseño, manejando coordinadamente toda la información que conlleva un proyecto de arquitectura, en este caso modela las estructuras a prefabricar previamente para su posterior montaje.

Todo lo anterior asegura como resultado una gran competencia entre los profesionales de la industrialización, que buscan ganarse un prestigio produciendo viviendas de excelente calidad y a bajo costo.

Algunas de las empresas que han optado por este SCMI para la automatización de viviendas en madera es EASYWOOD, quienes construyen viviendas con estructura de madera en forma industrializada. Lo cual aseguran altos niveles de calidad, facilidad y rapidez de construcción, una menor emisión de gases de efecto invernadero, buen comportamiento acústico y de resistencia al fuego, y un excelente comportamiento sísmico debido a su menor peso estructural.



Figura 6: Casas Fabricadas por Easywood con el Sistema constructivo modular industrializado, EASYWOOD.

<sup>(15)</sup> Revista CIS. Bienestar Habitacional y Eficiencia Energética de Viviendas Sociales Industrializadas con estructura de Madera. Marcelo González Retamal, Ingeniero de la Madera, U.Chile y Gabriel Rodríguez Jaque Profesor Depto. Ingeniería Civil, U.Chile. (2010).

### 2.3.1. Sistema constructivo modular industrializado

Se basa en la utilización de diseños arquitectónicos concebidos en base a una modulación definida de modo de emplear productos estandarizados, tales como: madera estructural (en piezas o en tableros contrachapados), cerchas, puertas y ventanas. Los muros, entrepisos y tabiques, se forran interiormente con placas modulares resistentes al fuego. Las pérdidas y ganancias térmicas, junto con las condensaciones, son minimizadas con los correspondientes materiales aislantes, barreras de vapor y humedad.

A diferencia de los sistemas tradicionales en los que cada vivienda se construye In situ, con éste las viviendas son totalmente producidas en forma tridimensional en una fábrica, éstas son almacenadas en planta y trasladadas completamente armadas, con todas sus instalaciones incorporadas a su ubicación final, cuando se requiera.

Dependiendo del tamaño de las casas, estas se despachan en grandes camiones planos en una, dos, tres o más secciones tridimensionales, completamente armadas y terminadas. Al llegar al sitio de emplazamiento, se instalan sobre fundaciones previamente ejecutadas, las que pueden ser de hormigón corrido o poyos de concreto, se ensamblan las secciones entre sí y se acoplan las instalaciones eléctricas, de agua potable y alcantarillado, con las matrices instaladas en el terreno previamente urbanizado.

Los módulos pueden ser “tridimensionales” o “panelizados”.

#### 2.3.1.1. Módulos Tridimensionales

Esta línea de producción cuenta con un número de “estaciones”, que al igual que una automotriz, permite producir una vivienda completa que se traslada para su instalación en terreno, como también, pueden agruparse formando células.



*Figura 7: Modulo tridimensional, producido en fábrica.*

Industrialización con grandes paneles o módulos tridimensionales se caracteriza por:

- Elementos con las dimensiones de una habitación
- Ejecución necesariamente en fábrica
- Instalaciones especiales para la fabricación, transporte y montaje.

### 2.3.1.2. Módulos Panelizados

Los módulos panelizados son aquellos que van a formar parte de la vivienda como tabiques o cerchas, que posteriormente serán ensamblados en el emplazamiento definitivo de esta.

Estos módulos bidimensionales pueden ser:

- Estructuras de entramados: tienen menor grado de industrialización, solo se prefabrica la estructura de madera, sin instalaciones.
- Estructuras de placa: tiene mayor grado de industrialización, incluye todos los elementos, especialmente las placas (OSB) que brindan rigidez.



*Figura 8: Módulos panelizados, listos para ser empaquetados y transportados a la obra.*

Industrialización con pequeños paneles o módulos panelizados se caracteriza por:

- Elementos bidimensionales de ancho inferior a 2.5 m (ancho de transporte)
- Escaso número de ventanas, puertas y conducciones.
- La ejecución de paneles puede ser en fábrica o a pie de obra.
- Se pueden fabricar, transportar y montar casi con las mismas instalaciones que se utilizan para las construcciones industriales o de edificación, en las que es posible una rápida transformación.

### **2.3.2. ¿Por qué Industrializar las viviendas?**

En ningún sector de la construcción constituye la industrialización una necesidad tan imperiosa como en la construcción de viviendas, tanto por razones económicas como sociales.

#### **2.3.2.1. Razones económicas**

- El elevado coste de la mano de obra y la baja productividad por hora de trabajo. Estos salarios tienden a subir debido a la competencia con otras ramas de la industria que tienen mayor productividad y por tanto pueden pagar mejores jornales, lo que provoca un encarecimiento en los presupuestos que vuelven a ser superiores a otras industrias.
- La escasez de mano de obra repercute notoriamente en la construcción de viviendas en la migración de trabajadores a otras industrias debido a las condiciones salariales.
- Cada vez es mayor el número de accidentes laborales. El origen de esto debe buscarse en la inexperiencia del obrero utilizado.
- La reducción de mermas y el mejor aprovechamiento de los materiales dentro de la construcción, ayuda a una construcción más eficiente al disminuir costes de productividad y gastos en general.
- La reducción de los plazos en la ejecución de obras genera un bien tanto como para la empresa ya que le da tiempo para visualizar pequeños percances dentro de la construcción, como para el usuario ya que recibe su hogar a tiempo y sin complicaciones.

#### **2.3.2.2. Razones Sociales.**

- Las mejores condiciones de trabajo existente en los talleres de prefabricación, lo que puede ayudar a reducir la marcha de trabajadores a otras ramas de la industria.
- Puestos de trabajos permanentes que no dependen de las condiciones climáticas ni padecen de las variaciones estacionales de la demanda.
- Se contribuye directamente a generar vivienda de calidad y con ahorros importantes en eficiencia energética, ya que se estudian mejor las aislaciones térmicas de la vivienda.

Frecuentemente se ha objetado a la prefabricación de viviendas que los costes de construcción no resultan sensiblemente inferiores. Esto se debe a que las nuevas fábricas se han visto forzadas a amortizar sus inversiones bastante rápidamente. Con una producción suficientemente elevada y de colocación inmediata, las amortizaciones por vivienda disminuyen y la construcción resulta más barata. Un factor adicional es que se considera más elevado el porcentaje de riesgo en la construcción prefabricada por tratarse de un método nuevo. <sup>(16)</sup>

Para esto se debe tener en cuenta como premisa de la fabricación en grandes series la utilización racional y existencia de maquinarias para la fabricación, medios de transporte y dispositivos de montaje. Además de la disponibilidad de materiales de construcción que permitan una producción industrial para asegurar la amortización de las inversiones.

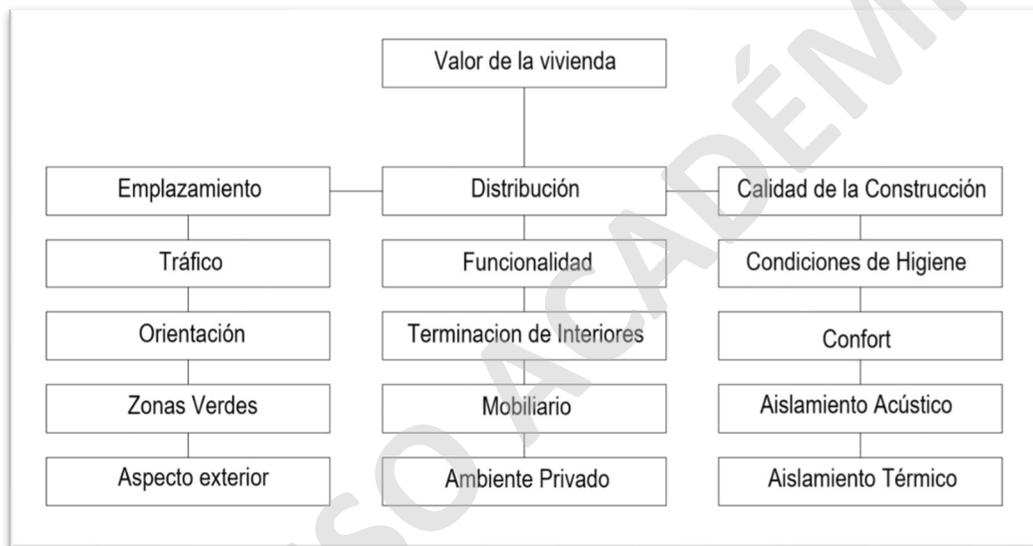


Figura 9: Factores más importantes para determinar el valor de una vivienda.

Sin embargo, a un plazo más largo, la construcción de viviendas prefabricadas abarata los costes, ya que la mano de obra se puede reducir cada vez más y se pueden incluir en la producción industrial trabajos que hasta ahora sólo se realizaban en forma tradicional.

<sup>(16)</sup> Revista electro Industria Automatización en Chile. Las razones de su estancamiento.  
<http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=2213&ni=automatizacion-en-chile-las-razones-de-su-estancamiento>

### 2.3.3. ¿Cómo se logra la industrialización de viviendas?

Hay una serie de factores que se debe considerar para hacer realidad el concepto de vivienda industrializada y sus beneficios. A nivel arquitectónico, es fundamental que el diseño de la vivienda esté directamente enfocado a la industrialización, a partir de una comunión entre ésta y la estandarización de los espacios, que dé paso a una mayor eficiencia en los procesos constructivos. Junto con esto, se debe aplicar el mismo criterio de eficiencia al diseño urbanístico, que permita una mejor planificación en obra y un buen nivel de avance. Para ambos casos, diseño de la vivienda y diseño urbanístico, es fundamental que el arquitecto participe de todo el proceso y entienda cabalmente las necesidades y consecuencias de la industrialización. A continuación, se explica los procesos constructivos de una industrialización en la vivienda.

#### 2.3.3.1. Características del sistema

El modelo de fábrica permite la industrialización de 3 distintos productos:

- Paneles industrializados para construcciones individuales especiales.
- Paneles industrializados para conjuntos de viviendas repetitivas.
- Viviendas industrializadas modulares tridimensionales.

La fábrica puede producir viviendas con superficies que varían entre 20 a 200 m<sup>2</sup> o más, dependiendo de los requerimientos del comprador. Este sistema permite, además, la fabricación de una vivienda arquitectónicamente diseñada para una gran superficie, pero que inicialmente se instala con una superficie mínima, para las necesidades inmediatas del cliente, el cual la hará crecer armónicamente en el tiempo, de acuerdo con los planos del proyecto total y a sus necesidades futuras. Cada recinto de ampliación lo adquirirá el comprador desde la fábrica, el que se despachará completamente armado, listo para ser ensamblado a la vivienda original.

Este proceso utiliza un alto diseño tecnológico, construyendo compartimentos estancos que garantizan la protección de todas las partes de la vivienda como de sus ocupantes, de todos los agentes externos. Este panel compuesto alcanza, además, niveles de aislamiento térmico que cumplen y exceden la propuesta de reglamentación térmica para muros y pisos por zona climática del MINVU, en vías de discusión y aprobación, no alcanzables para las albañilerías y hormigones a un costo similar.

Son estas características las que otorgan al sistema de viviendas modulares la mejor relación precio-calidad del mercado.

### 2.3.3.2. Calidad del sistema.

Todos los productos despachados por las fábricas tienen un número de serie, que garantiza su calidad de desempeño. Esto se logra mediante a la implementación de un sistema de “aseguramiento de calidad” aplicado a cada fabrica que se encuentre operativa. <sup>(17)</sup>

Este sistema consta de dos etapas. La primera consiste al diseño e instalación y la segunda a su operación.

- Diseño e Instalación.

El diseño describe las características que tiene que cumplir la infraestructura, instalaciones y equipos de la fábrica, que aseguren la calidad de los procesos de fabricación. La materia prima tiene que cumplir con requerimientos de estandarización y tratamientos previamente definidos, que permitan que los procesos de fabricación se ejecuten con la mayor velocidad posible, sin alteraciones por materias primas defectuosas. Finalmente, la mano de obra debe ser la idónea para ejercer los cometidos de los correspondientes procesos.

La instalación del sistema de aseguramiento de calidad requiere de un periodo de asistencia técnica para la revisión y adecuación de la infraestructura y equipamiento de la fábrica a las necesidades de la calidad de cada fase de los distintos procesos de producción.

La instalación exige el compromiso y responsabilidad en cada persona integrante de la fábrica, de la importancia que tiene la calidad en todas las fases de producción, de manera que se sientan involucrados y orgullosos de la calidad de cada producto final despachado por la fábrica.

- Operación.

Una vez instalado el sistema de aseguramiento de calidad, cada producto es calificado con un número de serie, el cual indica que aquel producto reúne todos los atributos de calidad, que le aseguran el desempeño para el cual fue fabricado.

---

<sup>(17)</sup> Revista EMB construcción. Vivienda Industrializada en Hormigón. Una solución económica y de calidad al déficit de vivienda en Latinoamérica. (julio 2019).

<http://www.emb.cl/construccion/articulo.mvc?xid=714&srch=transve&act=3>

#### 2.3.4. Ventajas de la industrialización de viviendas

No cabe duda de las ventajas asociadas a la construcción de viviendas prefabricadas e industrializadas respecto de los métodos tradicionales, especialmente cuando se piensa en su aplicación a la construcción de las viviendas de menor valor. Dentro de las ventajas más mencionadas son el ahorro de tiempo, los menores costos en insumos, y la optimización de los inventarios y los procesos de control. Lo que estas ventajas conllevan en definitiva es a un menor costo y por ende a un precio de venta más competitivo frente a otras alternativas constructivas. Ahora bien, en el caso específico de las viviendas prefabricadas también se indican ahorros de costos con relación a la construcción tradicional, aunque de todas formas menores que en caso de las viviendas industrializadas.

A continuación, se señalan una gran variedad de argumentos que respaldan la construcción de viviendas industriales.

- Mayor Velocidad De Construcción.

En la medida que exista un mayor número de componentes prefabricados, idealmente la vivienda completa, la construcción posterior en el sitio mismo de la obra es más rápida y simple. En el caso de que la vivienda sea hecha completamente a base de módulos, la construcción posterior implica básicamente la preparación del terreno y su urbanización, la construcción de los cimientos, y el ensamblaje de los distintos módulos que conformaran la vivienda. En tanto, en el caso de las viviendas prefabricadas, donde el volumen de componentes de la vivienda a ser construidos directamente en la obra es mucho mayor que en el caso de las viviendas industriales, de todas formas, la construcción seca en la obra elimina los tiempos de espera de secado existentes en las construcciones de ladrillo y cemento.

En ambos casos, la construcción misma de los componentes prefabricados toma un menor tiempo que su elaboración tradicional en la obra, dado que estos se hacen como una producción en línea que involucra procesos simples y repetidos, los que, además, particularmente en el caso de las viviendas industriales, pueden ser realizados de manera paralela disminuyendo las etapas críticas existentes cuando los procesos de construcción se realizan de manera secuencial en la obra.

- Menor Estacionalidad en la Construcción de Viviendas.

El hecho de que la mayor parte de las viviendas prefabricadas, o bien la totalidad en el caso de las viviendas industrializadas, se realice en fabrica y por lo tanto no está sujeta a las condiciones climáticas, ello hace que la construcción de vivienda disminuya la estacionalidad tan característica de la actividad de la construcción y se mantenga un flujo de producción más constante durante el año.

- Mayor Control De Los Procesos.

Los sistemas industrializados permiten un mayor y mejor control, y a un menor costo, de los procesos que involucra la construcción de la vivienda, especialmente en la etapa de fabricación de los módulos o elementos prefabricados que la conforman. Específicamente, permiten minimizar los costos causados por los retrasos a causa de malas condiciones climáticas, los costos causados por pérdidas de materiales que permanecen en las obras, y los costos causados por excesivos inventarios de materiales en las obras. Por su parte, los procesos de control de calidad en la construcción prefabricada son más baratos que en los métodos de construcción tradicionales, ya que son centralizados y sobre unidades seriadas.

- Menores Costo de la Mano de Obra y Aumento de Productividad.

La construcción tanto de viviendas industriales como de viviendas prefabricadas requiere de un menor número de trabajadores. Por un lado, se necesita menos mano de obra especializada y un menor nivel de habilidades en comparación con construcción tradicional en obra, y por otro, en los procesos de prefabricación en líneas de producción en serie requieren un menor número de trabajadores, comparados con los necesarios para realizar esas mismas labores en la construcción tradicional in situ. Todo ello hace que en la construcción industrializada de viviendas los salarios asociados sean menores, pero a la vez que exista una mayor productividad de la mano de obra aumente. <sup>(18)</sup>

- Menores Costos de Insumos.

La producción centralizada en fábrica de los componentes de la vivienda industrializada o prefabricada ofrece la oportunidad de alcanzar una mayor escala de producción tal que permita disminuir los costos unitarios de producción. A su vez, esta mayor escala de producción permite a su vez un mejor poder de negociación de precios de los insumos, y por lo tanto menores costos, ya que éstos pueden ser adquiridos directamente a los fabricantes en vez de comerciantes mayoristas o minoristas.

- Menor Impacto Ambiental de la Construcción.

Una consecuencia de usar un mayor número de elementos prefabricados en la construcción de viviendas es que los efectos del proyecto sobre el medio ambiente se ven potencialmente disminuidos, tanto por un menor periodo de construcción en el lugar mismo de la obra, como por un menor nivel de desperdicio de materiales y emisión de CO<sub>2</sub> en la obra.

---

<sup>(18)</sup> Sin embargo, estos menores sueldos se verían compensados por el hecho de que los trabajadores que se desempeñan en las fábricas tienen un empleo con mayor estabilidad durante todo el año.

- Menores Costos de Financiamiento.

Todos los proyectos inmobiliarios, así como también los de infraestructura, requieren de financiamiento durante su periodo de construcción, y por lo tanto el costo de este financiamiento es un ítem importante de sus costos. En el caso de las viviendas industrializadas y prefabricadas dichos costos son más bajos.

El periodo que abarca su construcción es menor comparado con los métodos tradicionales, lo que significa un menor lapso de tiempo durante el cual se requiere de crédito para el pago de salarios, equipamiento y gastos de operación, lo que finalmente redundaría en un menor gasto de intereses.

- Menor Probabilidad de Accidentes.

Dado que la construcción de viviendas industrializadas y prefabricadas requiere de un menor número de trabajadores in situ, disminuye por ende la congestión tradicional en el sitio de la construcción, lo que a su vez reduce la probabilidad de ocurrencia de accidentes. Esto perfectamente puede incidir en la contratación de seguros de accidentes del trabajo a un menor costo para la empresa, en la medida que el mercado de seguros pudiera distinguir esta característica individual del resto de la generalidad del sector.

- Racionalización de los Procesos Constructivos.

La construcción industrializada de viviendas implica una mayor racionalización de todo el proceso constructivo, cuyo objetivo último es mejorar la productividad y rentabilidad. Parte esencial de este proceso de racionalización en la construcción industrializada es el énfasis que se pone en la fase de concepción y planificación de los proyectos, que luego permite una celeridad en la etapa de la construcción in situ. Si bien la racionalización de los procesos constructivos es aplicable también a la construcción tradicional <sup>(19)</sup>, la industrialización implica necesariamente la existencia de ésta.

---

<sup>(19)</sup> Civit S., A., González F., D., (2006): “el concepto de racionalización en la construcción comprende el conjunto de métodos de producción, incluida la gestión y la tecnología, conducentes a mejorar la productividad y la rentabilidad. En este sentido, lo que realiza la racionalización en estos sistemas constructivos es disminuir el carácter de improvisación que se da de manera más general en la construcción en obra”

### 3. LA MADERA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION.

Tradicionalmente uno de los materiales más comunes para realizar construcciones en nuestro país ha sido el hormigón; sin embargo, desde hace un tiempo, el mercado ha empezado a mostrar otras alternativas, como la madera. en Chile se generan, aproximadamente, 2.500.000 hectáreas de plantaciones forestales, cuyo 60% corresponde a pino radiata, <sup>(20)</sup> principal especie destinada a la construcción en madera, transformando así a nuestro país en uno de los 10 mayores productores de madera del mundo, con una importante presencia en el mercado internacional. Las cifras muestran que en Chile solo un 13,9% de las edificaciones son construidas con este material (por su parte, el hormigón alcanza un 41,7% y ladrillo un 24,5%).

**Materiales utilizados en construcción**

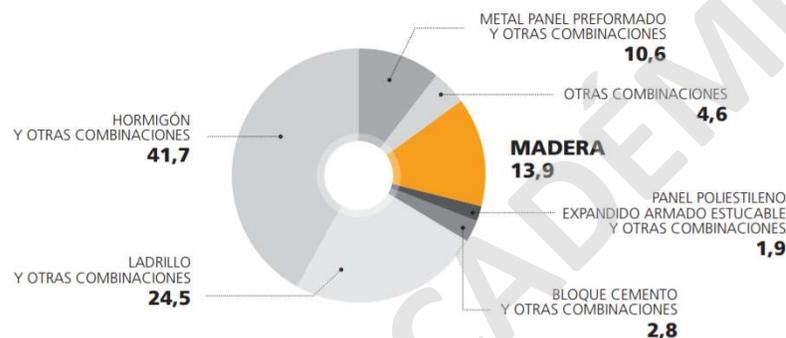


Figura 10: Porcentaje de materiales utilizados en construcción. INE.

La madera de pino radiata es por lejos la más utilizada en nuestro país, Principalmente por su rápido crecimiento y elasticidad a diferentes tipos de suelo y clima de Chile El uso de pino, en conjunto con los tableros OSB, habitualmente forma la estructura de pisos, muros y techos. <sup>(21)</sup>

Países como Estados Unidos, Canadá y Nueva Zelanda, con los más altos ingresos per cápita del mundo, y que a la vez han desarrollado numerosos avances tecnológicos, ya hace muchos años que optaron por sistemas constructivos basados en estructuras de madera, revestidos exteriormente por tableros estructurales e interiormente con yeso cartón. Se estima que alrededor del 95% de las viviendas se construyen con estos sistemas, dado su menor costo, mayor rapidez de construcción, excelentes características de habitabilidad y resistencia a las variaciones de temperatura que enfrentan en esas latitudes. Utilizándose, incluso, para edificaciones de más de dos pisos.

Chile no está lejos de estos avances, ya que hoy en día existen empresas que edifican viviendas de estilo americano o canadiense. En la actualidad es posible ver construcciones en serie, cuya estructura es madera de pino y revestidas con OSB y siding vinílico. Según Paulina Saball, ministra de vivienda “la construcción industrializada de viviendas en extensión es un 33% más rápida respecto de otras materialidades tradicionales, principalmente, en montaje y terminaciones.” <sup>(22)</sup>

<sup>(20)</sup> Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu). <http://biblioteca.cchc.cl/datafiles/37840-2.pdf>

<sup>(21)</sup> Alfredo Saavedra. Periodista Revista BIT. Construcción en madera - Una alternativa que crece.

<sup>(22)</sup> Prensa cámara de diputados. (03/08/2016).

### 3.1 Madera y sus características

La madera puede definirse como una de las materias prima de origen vegetal que más usos le da el hombre. Esencialmente se puede extraer de los árboles cuyas características corresponden a tallo leñoso, es decir, que tienen tronco, encontrando su parte más sólida debajo de la corteza del árbol. <sup>(23)</sup>

La madera posee propiedades físicas que la diferencian de los otros materiales usados en la construcción. Las principales propiedades son su resistencia, dureza, y densidad. Esta última suele indicar propiedades mecánicas, ya que cuanto más densa es la madera, su composición es más fuerte y dura. Entre sus cualidades resalta su resistencia a la compresión, que puede llegar a ser superior a la del acero, a la flexión, al impacto y a las tensiones. Estas características la convierten en un material de condiciones extraordinarias para múltiples aplicaciones que van desde la construcción de viviendas hasta la manufactura de objetos muy especializados como muebles, bates de béisbol, instrumentos musicales entre otros. <sup>(24)</sup>

La madera tiene características muy convenientes para su uso como material estructural. A diferencia de otros materiales estructurales, tiene resistencia a tensión superior a la de compresión, aunque esta última es también aceptablemente elevada. Su buena resistencia, su ligereza y su carácter de material natural renovable constituyen las principales cualidades de la madera para su empleo estructural. Cabe señalar, de acuerdo con Libardo, M (2012) *“Su comportamiento es relativamente frágil en tensión y aceptablemente dúctil en compresión, en que la falla se debe al pandeo progresivo de las fibras que proporcionan la resistencia”*. <sup>(25)</sup> Sus inconvenientes principales son la poca durabilidad en ambientes agresivos, que puede ser subsanada con un tratamiento apropiado, y la susceptibilidad al fuego, que puede reducirse sólo parcialmente con tratamientos retardantes y más efectivamente protegiéndola con recubrimientos incombustibles.

#### 3.1.1. Composición de la Madera

La madera es un material natural, que esta está formada por fibras de celulosa, sustancia que conforma el esqueleto de los vegetales, y lignina, que le proporciona rigidez y dureza. Por las fibras circulan y se almacenan sustancias como agua, resinas, aceites, sales. En su composición están en mayoría el hidrógeno, el oxígeno, el carbono y el nitrógeno con cantidades menores de potasio, sodio, calcio, silicio y otros elementos. La Madera se descompone por parte de microorganismos tales como bacterias y hongos o daños por parte de insectos, por tal razón es importante darles un tratamiento que evite su deterioro.

---

<sup>(23)</sup> <http://www.areatecnologia.com/materiales/madera.html>

<sup>(24)</sup> <http://www.icarito.cl/2009/12/72-1526-9-la-madera.shtml/>

<sup>(25)</sup> Revista ARQHYS. 2012, 12. Generalidades de la Madera. Equipo de colaboradores y profesionales de la revista ARQHYS.com. Obtenido 10, 2017

### 3.1.2. Propiedades de la Madera

La madera cuenta con un conjunto de características que la hacen un material de especial utilidad en la construcción y, por supuesto, en diferentes artes como la carpintería. De entre todas las propiedades físicas que podríamos mencionarte <sup>(26)</sup>, las más importantes son las que se señalan a continuación:

#### 3.1.2.1. Propiedades físicas

**Anisotropía:** Todos los tipos de madera tienen tres direcciones: Axial, Radial y Tangencial. La dirección axial es la dirección con la que crece el árbol (dirección de las fibras). La dirección Radial es perpendicular a la axial, en la dirección de los radios, corta el eje del tronco. La Tangencial es paralela a la dirección radial, en la dirección de la fibra y cortando los anillos anuales.

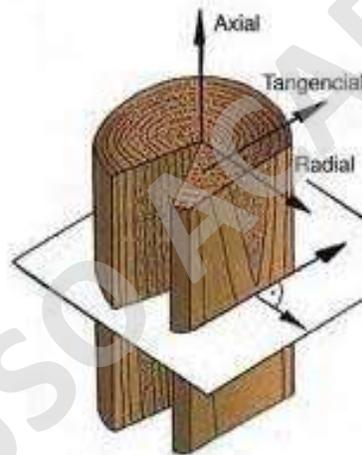


Figura 11: Dirección axial, radial y tangencial de la madera.

**Higroscopicidad:** La higroscopicidad es la capacidad de la madera para absorber la humedad del medio ambiente. La madera es un elemento vivo, aunque está cortada y como tal se contrae o expande en función de la humedad. Depende del tipo de la madera este efecto será más pronunciado o menos. De las tres direcciones que tiene la madera, la axial es la menos afectada por esta propiedad. La contracción tangencial es casi el doble de la radial. <sup>(27)</sup>

<sup>(26)</sup> <https://www.forestalmaderera.com/principales-propiedades-la-madera/>

<sup>(27)</sup> Fuente: <https://sites.google.com/site/tecnologiadelamadera/propiedades-fisicas>

**Peso específico o densidad:** Cuanto más leñoso sea el tejido de una madera y compactas sus fibras, tendrá menos espacio libre dentro de sus fibras, por lo que pesará más que un trozo de igual tamaño de una madera con vasos y fibras grandes. La densidad de la madera varía con la humedad (12% es la humedad normal al abrigo y climatizada). La madera verde tiene valores de 50% a 60% y se reduce durante el secado, por ejemplo, el peso de la madera de roble recién cortado es de alrededor de  $1000 \text{ kg/m}^3$  y en estado seco (12% de humedad) baja a  $670 \text{ kg/m}^3$ .

Las maderas se clasifican según su densidad aparente, en pesadas, ligeras y muy ligeras. Las maderas duras son más densas.

**Flexibilidad:** La madera puede ser curvada o doblada por medio de calor, humedad, o presión. Se dobla con más facilidad la madera joven que la vieja, la madera verde que la seca. Las maderas duras son menos flexibles que las blandas.



*Figura 12: Capacidad de flexión de la madera.*

**Dureza:** Está relacionada con la densidad, a mayor densidad mayor dureza. La zona central de un tronco es la que posee mayor dureza, pues es la más compacta. La humedad influye de manera cuadrática en la dureza. Si la humedad es elevada la dureza disminuye enormemente. Por el contrario, si la madera se reseca, carece de humedad y se vuelve muy frágil.

### 3.1.2.2. Propiedades mecánicas

**Resistencia:** Por su especial estructura direccional, su resistencia será máxima cuando la sollicitación sea paralela a la fibra y cuando sea perpendicular su resistencia disminuirá. En esta sollicitación juegan un papel importante las fibras cortas o interrumpidas y los nudos, que minoran la resistencia.

**Tracción:** La mayor resistencia es en dirección paralela a las fibras y la menor en sentido perpendicular a las mismas. La rotura en tracción se produce de forma súbita.

**Compresión:** La resistencia a compresión aumenta al disminuir el grado de humedad, a mayor peso específico de la madera mayor es su resistencia, la dirección del esfuerzo al que se somete también influye en la resistencia a la compresión, la madera resiste más al esfuerzo ejercido en la dirección de sus fibras y disminuye a medida que se ejerce atravesando la dirección de las fibras.

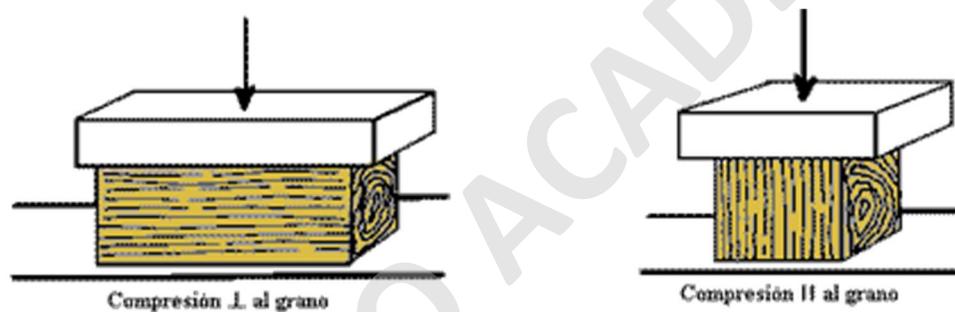


Figura 13: Formas de resistencias a la compresión de la madera.

### 3.1.2.3. Propiedades Especiales

**Conductividad térmica:** La madera debido a su porosidad es un mal conductor del calor y por lo tanto limitada como aislante térmico. El punto de inflamación de la madera es de 200 a 275 °C. <sup>(28)</sup>

**Aislante acústico:** La velocidad del sonido en fibra de madera en paralelo alcanzados 4000-6000 m/s, transversal a la fibra está a sólo 400 a 2000 m/s.

Los parámetros que más influyen en la velocidad de la densidad sonora son la elasticidad, longitud de la fibra y su ángulo, contenido de humedad y defectos en la madera como nudos o grietas.

<sup>(28)</sup> Fuente: <http://www.arqhys.com/contenidos/madera-propiedades.html>

### 3.1.3. Tipos de Madera

Una de las clasificaciones más comunes de la madera está basada en su densidad, llamándolas blandas y duras.<sup>(29)</sup>

**Maderas blandas:** Son aquellas que provienen de árboles de corto crecimiento, tienen un periodo de crecimiento mucho más corto, que provoca que su precio sea mucho menor. Este tipo de madera no tiene una vida tan larga como las duras. Dar forma a las maderas blandas es mucho más sencillo, aunque tiene la desventaja de producir mayor cantidad de astillas, por lo que el acabado es mucho peor. Además, la carencia de veteado<sup>(30)</sup> de esta madera le resta atractivo, por lo que casi siempre es necesario pintarla, barnizarla o teñirla.

Ejemplo: Álamo, sauce, cedro, pino, Abeto, etc.

**Maderas duras:** Son aquellas que proceden de árboles de un crecimiento lento que tardan décadas, e incluso siglos, en alcanzar el grado de madurez suficiente para ser cortadas y poder ser empleadas. Pesan más y soportan mejor las inclemencias del tiempo que las blandas. Son mucho más caras que las blandas, debido a que su lento crecimiento provoca su escasez, pero son de mucha mayor calidad. Suelen ser aceitosas y se usan en muebles, en construcciones resistentes, en suelos de parqué, para algunas herramientas, etc. Las antiguas embarcaciones se hacían con este tipo de maderas.

Ejemplo: Roble, Nogal, Caoba, Olivo, Olmo, etc.

Otra clasificación, que incluye a la anterior, pero que se basa en criterios de calidad y usos que incluye los tipos de madera.

**Maderas Resinosas:** Son especialmente resistentes a la humedad. Se usa en muebles, en la elaboración de algunos tipos de papel, etc. Ejemplos: Cedro, ciprés, etc.

**Maderas Finas:** Se utilizan en aplicaciones artísticas, (escultura y arquitectura), para muebles, instrumentos musicales y objetos de adorno. Ejemplo: Ébano, abeto, arce, etc.

**Maderas Prefabricadas:** La mayoría de ellas se elaboran con restos de maderas, como virutas de resto del corte. De este tipo son el aglomerado, el contrachapado, los tableros de fibras y el táblex.

Por otra parte, y según la longitud de sus fibras, las maderas pueden ser clasificadas en maderas de fibras largas y maderas de fibras cortas.

---

<sup>(29)</sup> [http://roble.pntic.mec.es/jprp0006/tecnologia/clasificacion\\_madera.htm](http://roble.pntic.mec.es/jprp0006/tecnologia/clasificacion_madera.htm)

<sup>(30)</sup> Veteado: Que tiene vetas. [https://dle.rae.es/veteado?m=30\\_2](https://dle.rae.es/veteado?m=30_2)

### 3.2. Beneficios de la Madera como material de construcción

La construcción en madera está viviendo una expansión sin precedentes durante los últimos años. Desde la aparición del hormigón su uso había decaído enormemente. Sin embargo, la aparición de nuevas técnicas, el desarrollo de las maderas industriales y la preocupación por el medio ambiente están haciendo de la construcción con madera una alternativa real con igual o más prestaciones que el acero o el cemento. <sup>(31)</sup>

La madera presenta una serie de propiedades que la hacen muy adecuada para el sector de la construcción. Entre ellas cabe citar:

#### Material renovable e inagotable

Ecología y respeto al medio ambiente preocupan hoy día a la mayoría de los ciudadanos.

Entre todos los materiales de construcción, la madera es el único natural y renovable. *“El proceso de transformación de la madera para su utilización en la construcción es bien sencillo y necesita muy poca energía si lo comparamos con los métodos de obtención de otros materiales”*. <sup>(32)</sup>

Construir en madera es concienciarse por el medio ambiente, reduciendo el consumo energético y contaminación así como promoviendo el crecimiento de bosques controlados que serán el pulmón de la Tierra. La casa de madera es una casa que respira, ya que la madera absorbe y expulsa la humedad regularizando así la del medio ambiente interior. Contribuye a evitar dolencias de reumatismo y problemas respiratorios, por estabilizar la humedad, filtrar y purificar el aire.

#### Durabilidad

Con un diseño y puesta en obra correctos, las soluciones constructivas con madera pueden llegar a ser muy durables.

La madera no es un material eterno, al igual que otros materiales. Sin embargo, si se toman las medidas de protección adecuadas contra la humedad, intemperie y el ataque de los organismos que se alimentan de celulosa, la vida de una estructura de madera puede ser superior a dos siglos, como lo atestiguan muchas aún existentes.

Existen soluciones preservadoras que se aplican, impregnándolas por medio de brochas, sumergiendo la madera en pilas que tengan la solución, o colocándolas en cámara de presión que es el método más eficiente, ya que el preservador penetra por los poros de la madera hasta la parte interior de ésta, llenando todas las células con dicha solución. Los preservadores más conocidos para este tratamiento son la creosota, el pentaclorofenol y las sales de cobre.

---

<sup>(31)</sup> <https://maderame.com/construcciones-madera/>

<sup>(32)</sup> [http://es.drevdom.com/recursos\\_articulo-ventajas-construccion-madera-casas-demadera.php?extern\\_link=1](http://es.drevdom.com/recursos_articulo-ventajas-construccion-madera-casas-demadera.php?extern_link=1)

## **Aislante natural de la madera**

Las construcciones en madera ya por sí solas actúan como aislamiento, al contrario de las que están realizadas en otros materiales, dónde en la mayoría de los casos han de estar complementadas con materiales aislantes sintéticos suplementarios.

Como la madera es un material compuesto de fibras huecas, alineadas axialmente a la longitud del árbol, estos huecos o espacios contienen aire atrapado que le imparten excelentes cualidades como aislante del sonido y del calor. En lo que se refiere al aislamiento acústico, la madera tiene valores superiores a diez veces el hormigón armado y a cinco veces el tabique. El aislamiento acústico puede incrementarse, si se dejan espacios vacíos entre las maderas, o se utilizan materiales aislantes, tales como fibra de vidrio, yeso, etc. En relación con el aislamiento térmico, la madera es excelente. En este aspecto, es aproximadamente seis veces más eficiente que el tabique o ladrillo de barro cocido, quince veces más que el hormigón o la piedra y cuatrocientas veces, más que el acero. Si se combina con otros materiales (Madera Híbrida) como la fibra de vidrio, se puede satisfacer los requerimientos de aislamientos en los climas más extremos. Como aislante eléctrico es eficiente, cuando la madera está seca, o sea, cuando su contenido de humedad es inferior al punto de saturación de la fibra.

## **Adaptabilidad**

La madera se adapta a prácticamente cualquier estilo, permitiendo y fomentando la originalidad de los diseños. Este material permite salvar grandes luces, apertura de grandes huecos, adaptación al entorno y una enorme variedad de texturas, formas y colores. La posibilidad de elegir, como acabado exterior, entre diversos tipos de tableros y maderas tratadas multiplica las posibilidades.

## **Comportamiento ante el fuego**

Aunque la madera es un material combustible e inflamable tiene la virtud de poseer un comportamiento predecible a lo largo del desarrollo del incendio, ya que la pérdida de sección se puede considerar constante en el tiempo. Cuando la madera o cualquier material derivado de ella se encuentran sometidos a un incendio generalizado, la superficie expuesta al mismo se inflama creando rápidamente una capa carbonizada aislante que incrementa su protección natural (el carbón vegetal es un gran aislante térmico). Al ser la madera un mal conductor del calor, la transmisión hacia el interior de las altas temperaturas es muy baja, por lo que se puede considerar que la madera que no ha sido carbonizada mantiene sus características resistentes en condiciones normales, pese a la actuación de incendio.

## **Alta resistencia**

La madera tiene una excelente rigidez y resistencia. Es resistente a muchos productos químicos que son altamente corrosivos a otros materiales. Posee una gran capacidad para absorber energía y para resistir cargas de impacto, lo que hace un buen material de construcción en zonas sísmicas.

## **Trabajabilidad**

La madera se puede cortar y trabajar en diversas formas y tamaños, con la ayuda de sencillas herramientas manuales o de maquinarias de fácil transporte y utilización en el sitio de la construcción. Se trata de una construcción con un ahorro considerable en agua y tiempos de secados. Su facilidad de trabajo y el hecho de tratarse de una construcción en seco hacen que se convierta en una construcción rápida y eficaz.



*Figura 14: Montaje de una estructura en madera correspondiente al entrepiso.*

## **Tiempo de montaje.**

Por su ligereza y fácil ajuste en obra, las estructuras de madera permiten aminorar los tiempos de montaje con respecto a otros materiales. El empleo de elementos estructurales normalizados y la prefabricación en taller permiten disminuir drásticamente los tiempos de ejecución de una obra. Además, el uso de sistemas constructivos con madera propicia la construcción en seco, lo que reduce los problemas asociados a la presencia de agua y en obra durante la ejecución.

No cabe duda de la importancia de la madera como material de construcción y su contribución con el medio ambiente. En términos de construcción, es el único recurso sustentable cuyo uso es el más pertinente para disminuir el daño que se le ha causado al medio ambiente en las últimas décadas.

En términos técnicos, es la solución óptima para atenuar y reducir el efecto del cambio climático, que si no es considerado en el presente es muy probable que existan mayores dificultades en el futuro.

La madera es el único material de construcción cuyo uso ayuda a reducir el CO<sub>2</sub> de la atmósfera, contribuyendo de esta manera a mitigar el cambio climático. Esto la convierte en la alternativa constructiva con la más baja huella de carbono. <sup>(33)</sup>

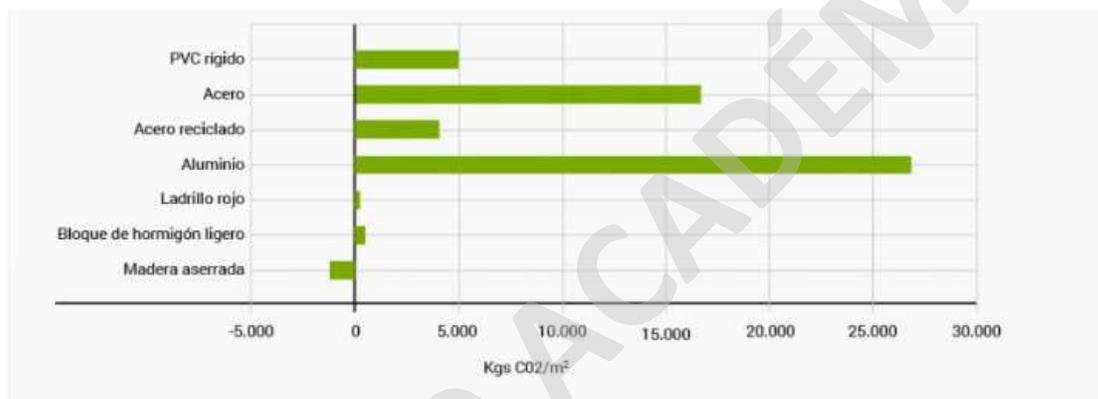


Figura 15: Comparación del CO<sub>2</sub> producido por diferentes materiales (emisiones netas de CO<sub>2</sub>, incluido el efecto sumidero de carbono). <sup>(34)</sup>

También porque es un recurso renovable debido a que su disponibilidad para el consumo, en este caso para el sector construcción, está garantizado a medida que se utilice correctamente.

Dada las características y ventajas que presenta este material por sobre los otros sistemas constructivos, considerando las condiciones climáticas de nuestro país y lo más importante, la abundancia que existe por las características geológicas de las zonas es que se debe usar la madera para la construcción, para que en vez de ser un país forestal Chile comience a encaminarse en la vía correspondiente para ser un país maderero.

<sup>(33)</sup> Por qué Madera: La madera es un material ideal para la construcción y el diseño: En: [http://www.madera21.cl/?page\\_id=2757](http://www.madera21.cl/?page_id=2757)

<sup>(34)</sup> “La reducción de la huella de carbono y el impacto ambiental de edificios nuevos”, Tazmania, CSAW / RTS, Reportes ambientales para materiales constructivos, 1998-2001 (CEI-Bois)

### 3.3. Situación actual de las construcciones de Madera en Chile

Si bien Chile es un país con altos niveles de producción de madera, este material no es usado frecuentemente en la construcción de la denominada primera casa o vivienda definitiva, a excepción de lo que se observa en el caso de soluciones habitacionales para sectores socioeconómicos desposeídos. De 90 a 120mil viviendas nuevas construidas al año, solo un 14% usa la madera por material predominante.

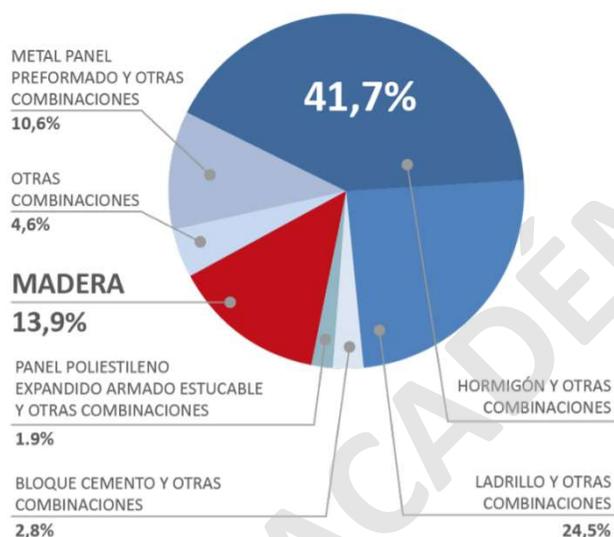


Figura 16: Porcentaje de madera utilizado en Chile, Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Y de este 14% la mayor concentración de construcción con madera se radica en el sur de nuestro país.

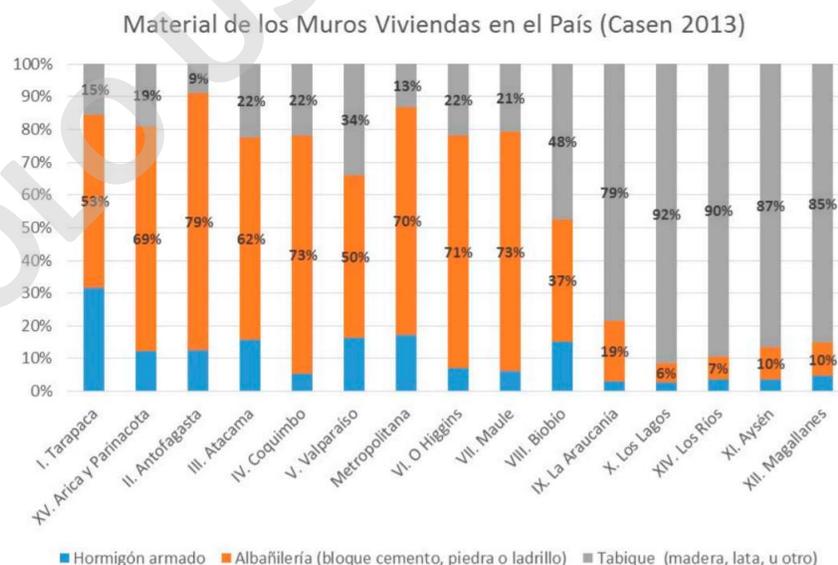


Figura 17: Informe "Percepción del uso de madera en el sector construcción", elaborado por el área de eficiencia energética y construcción sustentable (CDT, diciembre 2015)

Estos datos hacen cuestionar ¿por qué no construir más con madera?, ya que, esta última tiene un amplio margen para desarrollarse en nuestro país, contamos con abundantes recursos forestales y una industria moderna y sustentable. Manejadas responsablemente, las plantaciones forestales chilenas pueden abastecer la industria por un tiempo indefinido, generando de paso una serie de beneficios económicos, sociales y ambientales.

Como explica Héctor López, Jefe División Técnica de Estudio y Fomento del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, *«en parte este fenómeno responde a que durante mucho tiempo la producción de madera que se destinó a la construcción era de mala calidad y presentaba serios problemas, tales como humedad no controlada y medidas poco calibradas, de modo que había pocos constructores que quisieran asumir el riesgo de trabajar con los productos de este recurso»*. En este contexto, Francisco Lozano, Sub-Gerente de Marketing de Centromaderas S.A., señala que *«hoy ese escenario ha cambiado, existiendo diversos productos de calidad y valor agregado como, por ejemplo, nuestra madera seca, que es altamente valorada por los constructores y que está experimentando un crecimiento importante»*. Otro ejemplo de calidad da Arturo Pincheira, Sub Gerente de Ventas de CMPC Maderas S.A., quien sostiene que *«nuestro Pino Radiata está certificado y es empleado ampliamente en Inglaterra en la construcción de casas de más de un millón de dólares»*.<sup>(35)</sup>

Como dato:

- Chile es uno de los diez mayores productores de madera en el mundo.
- Es líder mundial en plantación de pino radiata junto con Nueva Zelanda.
- La industria forestal constituye el segundo sector exportador de la economía chilena.
- Chile cosecha cinco veces el volumen de madera que consume.
- La producción forestal chilena proviene de una superficie inferior al 3,5% del territorio nacional.
- Más de un 90% de las plantaciones forestales se ha establecido en suelos degradados.
- El potencial de expansión de la industria en terrenos de estas características supera el millón de hectáreas.

---

(35) Revista EMB Construcción. <http://www.emb.cl/construccion/articulo.mvc?xid=2457&edi=124&xit=promoviendo-el-uso-de-la-madera-en-chile>

### **3.3.1. Factores influyentes**

Teniendo en cuenta todos los beneficios que tenemos no lo aprovechamos, pero esto último se debe a diversos factores:

#### **Percepción**

La principal razón por la cual no se construye con madera es por la poca valoración que tiene este material. Esto sería consecuencia del desprestigio que arrastra la madera debido a su comercialización con procesos de secado deficientes, práctica que fue por bastante tiempo algo habitual. Además, la estrecha asociación de la madera con la construcción de viviendas básicas o de emergencia ha contribuido a desvirtuar su imagen.

#### **Desconocimiento**

El desconocimiento general de las ventajas y potencialidades que ofrece la madera como material de construcción, tanto entre el público general como los profesionales o técnicos del rubro. Esto se debe a que seguimos con la impresión de la madera de años atrás y no corresponden con el desarrollo tecnológico y la innovación que ha experimentado en las últimas décadas.

#### **Norma en estudio**

La normativa que regula el uso de la madera sigue imponiendo restricciones inconsistentes con el desarrollo que presentan actualmente los sistemas constructivos basados en ese material. Según los profesionales del rubro, las normas tienden a inhibir su utilización, especialmente para construcción en altura.

#### **Baja tasa de certificación**

Según Corfo, “Chile no cuenta con certificaciones de calidad que permitan a sus demandantes tener certeza de la estabilidad dimensional y estructural de esta”. Frente a la dificultad para proveerse de madera que cumpla con los estándares exigido por la norma, la mayoría de las empresas opta por construir con otros materiales.

### 3.3.2. Proyectos realizados

Por otro lado, existen proyectos que nos hacen ver que el uso de la madera en la construcción de casas chilenas da cuenta del aprovechamiento de un recurso renovable presente en el país. Unos de los ejemplos de proyectos exitosos en madera en nuestro país que valida y recorre la evolución del uso de la madera, tanto de forma estructural, constructiva y estética. se demuestran a continuación:

#### Edificio corporativo de CMPC Celulosa

Arquitecto: Luis Izquierdo

Área: 10.000 m<sup>2</sup>

Año: 2019

Dirección: Los Ángeles, región del Bio Bio.

Productos utilizados en esta obra:

- Madera lamiada (pilares y vigas)
- Madera contralaminada CLT (placas de piso)

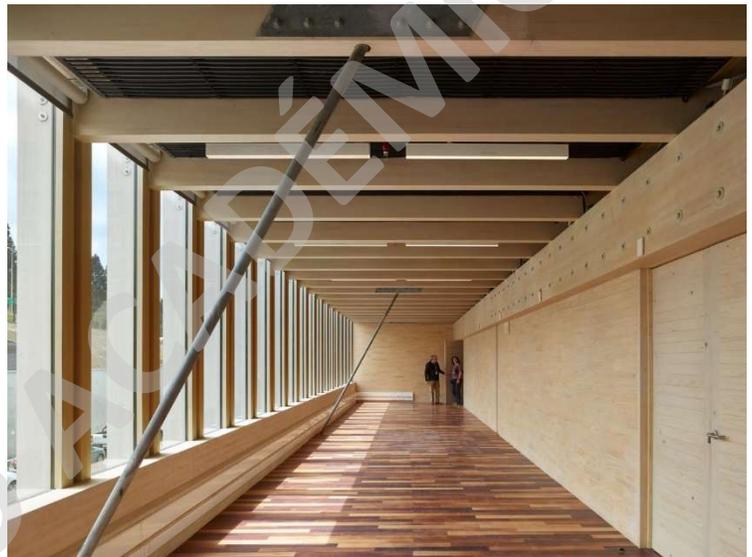


Figura 18: Interior – Edificio corporativo de CMPC

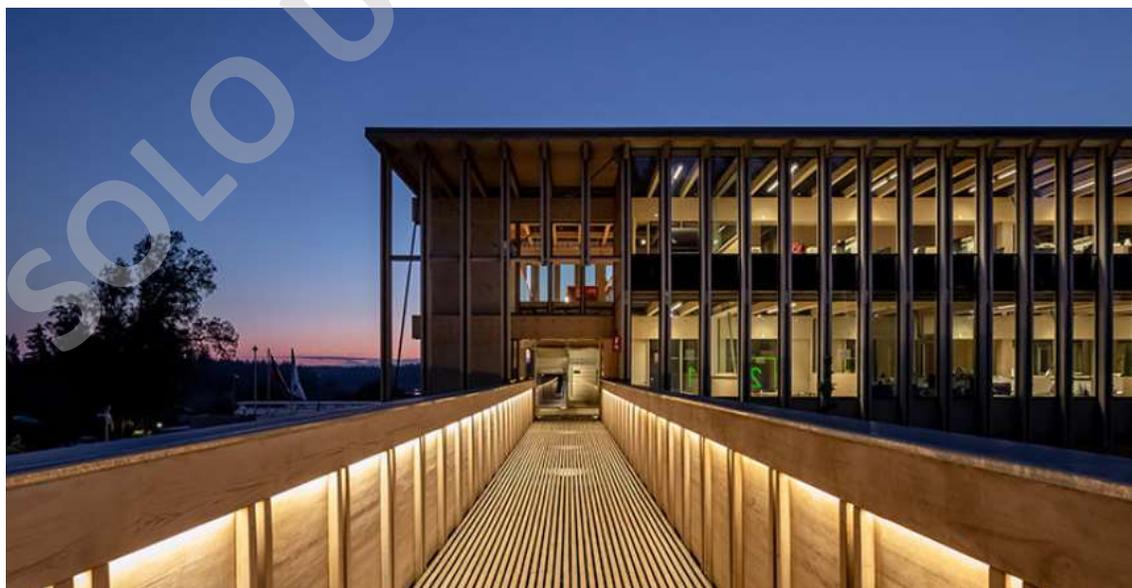


Figura 19: Entrada - Edificio corporativo de CMPC

## Barrio eco sustentable Oasis de Chañaral <sup>(36)</sup>

Arquitecto: Juan José Ugarte y Andrés Sierra

Área: 50 m<sup>2</sup>

Año: 2018

Dirección: Chañaral, Región de Atacama.

Productos utilizados en esta obra:

- Muro ventilado (Madera industrializada)
- Paneles fotovoltaicos
- Termo solar



Figura 20: Barrio eco sustentable Oasis Chañaral

Barrio eco sustentable, barrio para las personas que perdieron casas en el aluvión del 2015, es el primer en Chile que se ubica en Chañaral y el Salado, son 260 casas (80 de ellas víctimas del aluvión) y es uno de los 6 barrios eco sustentables que se realizaran en 6 regiones de Chile.



Figura 21: Barrio eco sustentable Oasis Chañaral

<sup>(36)</sup> Fuente: Centro de innovación en Madera UC. <https://madera.uc.cl/es/transferecia/proyectos-de-transferecia/225-barrio-oasis-de-chanaral-y-el-salado>

## Casa Muelle <sup>(37)</sup>

Arquitecto: SSA arquitectura

Área: 150 m<sup>2</sup>

Año: 2018

Dirección: Pichicuy, Región de Valparaíso

Productos utilizados en esta obra:

- Listones de Pino MSD Terminación
- Listones de Pino MSD - Piso
- Listones de Pino MSD - Cielo



Figura 22: Pasillo – Casa Muelle



Figura 23: Fachada – Casa Muelle

---

<sup>(37)</sup> Fuente: Plataforma Arquitectura. Por Clara Ott. (2019). <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/912065/casa-muelle-saa-arquitectura-plus-territorio>

## Hotel Tierra Patagonia <sup>(38)</sup>

Arquitecto: Cazu Zegers

Área: 3000 m<sup>2</sup>

Año: 2011

Dirección: Torres de Paine, Región Magallanes y la Antártica Chilena.

Productos utilizados en esta obra:

- Paneles de Madera Lengua
- Tableros Lacados QUV
- Revestimientos Natura (Patagonia)



Figura 24: Interior – Hotel Tierra Patagonia



Figura 25: Fachada – Hotel Tierra Patagonia

<sup>(38)</sup> Fuente: Plataforma Arquitectura. (2011). <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-183520/hotel-tierra-patagonia-cazu-zegers-arquitectura>

## Pabellón Chile <sup>(39)</sup>

Arquitecto: Cristian Undurraga.

Área: 1720 m<sup>2</sup>

Año: 2017-2018

Dirección: Temuco, Región de la Araucanía

Productos utilizados en esta obra:

- Madera Laminada de Pino Radiata



*Figura 26: Interior – Pabellón Chile*



*Figura 27: Fachada – Pabellón Chile*

<sup>(39)</sup> Fuente: Madera21. (2015). [https://www.madera21.cl/?dslc\\_projects=pabellon-chile-expo-milan-2015-temuco-2018](https://www.madera21.cl/?dslc_projects=pabellon-chile-expo-milan-2015-temuco-2018)

### 3.4. Marco normativo de las construcciones en Madera <sup>(40)</sup>

Las construcciones en madera se rigen por la Ordenanza General de Construcción y Urbanismo (OGUC) y las normas de edificación en madera vigentes, cuyas principales son:

- NCh789/1 (1987) “Clasificación de maderas por su durabilidad natural”
- NCh1198 (2006) “Madera - Construcciones en madera – Cálculo”
- NCh1537 (2009) “Diseño estructural – Cargas y sobrecargas
- NCh431 (2010) “Diseño estructural – Cargas de Nieve”
- NCh432 (2010) “Diseño estructural – Cargas de Viento”
- NCh433 (1996-2009) “Diseño Sísmico de Edificios”

Aparte de las normas ya mencionadas existen otras las cuales se detallan a continuación:

- NCh2150 (1989 Mod. 1991) “Madera laminada encolada - Clasificación mecánica y visual de madera aserrada de pino radiata”
- NCh2824 (1995-2003) “Maderas - Pino radiata - unidades, dimensiones y tolerancias”
- NCh176/1 (2003) “Madera – Parte 1: Determinación de humedad”
- NCh631 (2003) “Madera preservada - Extracción de muestras”
- NCH 1207 (2005)” Pino radiata - Clasificación visual para uso estructural - especificaciones de los grados de calidad”
- NCh174 (2007) “Maderas - Unidades, dimensiones nominales, tolerancias y especificaciones
- NCh790 (2012) “Madera - Preservación - Clasificación, composición y requisitos de los preservantes para madera”
- NCh819 (2012) “Madera preservada - Pino radiata - Clasificación según riesgo de deterioro en servicio y muestreo”
- NCh2148 (2013) “Madera laminada encolada estructural - Requisitos, métodos de muestreo e inspección”

---

<sup>(40)</sup> [https://www.normativaconstruccion.cl/index.php?option=com\\_nch&view=nch&tipo=1&Itemid=284&limitstart=30](https://www.normativaconstruccion.cl/index.php?option=com_nch&view=nch&tipo=1&Itemid=284&limitstart=30)

## Ley de Urbanismo y Construcción

Es el cuerpo legal que contiene los principios, atribuciones, potestades, facultades responsabilidades, derechos, sanciones y demás normas que rigen a los organismos, funcionarios, profesionales y particulares en las acciones de planificación urbana, urbanización y las construcciones, que se desarrollen en todo el territorio de la nación (Artículo 1° y 2° LGUC).

De acuerdo con el texto de la mencionada ley, en su artículo primero, señala expresamente que “Las disposiciones de la presente ley, relativas a planificación urbana, urbanización y construcción, y las de la Ordenanza que sobre la materia dicte el presidente de la República, regirán en todo el territorio nacional”<sup>(41)</sup>

En su Artículo 2°, la ley ya individualizada precisa claramente que ... (es) de carácter general tendrá tres niveles de acción:<sup>(42)</sup>

1. La Ley General, que contiene los principios, atribuciones, potestades, facultades, responsabilidades, derechos, sanciones y demás normas que rigen a los organismos, funcionarios, profesionales y particulares, en las acciones de planificación urbana, urbanización y construcción.
2. La Ordenanza General, que contiene las disposiciones reglamentarias de esta ley y que regula el procedimiento administrativo, el proceso de planificación urbana, urbanización y construcción, y los standards técnicos de diseño y construcción exigibles en los dos últimos.
3. Las Normas Técnicas, que contienen y definen las características técnicas de los proyectos, materiales y sistemas de construcción y urbanización, de acuerdo con los requisitos de obligatoriedad que establece la Ordenanza General. Las normas técnicas de aplicación obligatoria deberán publicarse en internet y mantenerse a disposición de cualquier interesado de forma gratuita.

---

<sup>(41)</sup> [www.sernac.cl/wpcontent/uploads/leyes/df/df\\_458\\_ley\\_general\\_de\\_urbanismo\\_y\\_construccion](http://www.sernac.cl/wpcontent/uploads/leyes/df/df_458_ley_general_de_urbanismo_y_construccion)

<sup>(42)</sup> Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=13560>

## Ordenanza General de Urbanismo y Construcción

La Ordenanza General, que contiene las disposiciones reglamentarias de esta ley y que regula el procedimiento administrativo, el proceso de Planificación urbana, urbanización y construcción, y los estándares técnicos de diseño y construcción exigibles en los dos últimos. (43)

En el título 5 de la construcción, capítulo 6 de las condiciones mínimas de elementos de construcción no sometidos a cálculo de estabilidad, acerca de las edificaciones en madera se encuentra lo siguiente:

### Edificaciones de madera

El artículo 5.6.7. Señala que “*las edificaciones con estructura de madera que no se sometan a cálculo estructural, podrán tener hasta dos pisos, incluida la cubierta o mansarda, si la hubiere, y con una altura máxima de 7m.*” (44) (OGUC, 2013)

El artículo 5.6.8. Señala que los elementos estructurales de madera deberán cumplir los siguientes requisitos:

1. Ser aceptada conforme con la NCh1989 (OGUC, 2013)
2. De acuerdo con la zona climático-habitacional en que se emplace la edificación, según la norma NCh1079, o la que la reemplace, su humedad deberá quedar comprendida dentro de los límites establecidos en la siguiente tabla:

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

Figura 28: Límites de humedad según zona climático-habitacional. (OGUC)

(43) [www.sernac.cl/wp-content/uploads/leyes/dfl/dfl\\_458\\_ley\\_general\\_de\\_urbanismo\\_y\\_construccion](http://www.sernac.cl/wp-content/uploads/leyes/dfl/dfl_458_ley_general_de_urbanismo_y_construccion)

(44) OGUC. [http://www.minvu.cl/opensite\\_20070404173759.aspx](http://www.minvu.cl/opensite_20070404173759.aspx)

3. Su durabilidad, de acuerdo con a la norma NCh789/1 deberá corresponder a las cuatro primeras categorías o bien, a la quinta categoría, pero en este último caso deberá haber sido preservada conforme a la norma NCh819:

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

Figura 29: Durabilidad de tipos de madera. OGUC

Artículo 5.6.9. Señala las condiciones que deben cumplir los entramados.

Artículo 5.6.10. Señala las condiciones que deben cumplir las vigas principales (vigas maestras) que soportan los entramados horizontales.

Artículo 5.6.11. Señala las exigencias de los diafragmas o tabiques (entramados verticales).

Artículo 5.6.12. Señala las condiciones que debe cumplir la techumbre.

Artículo 5.6.13. Señala algunas disposiciones que deben cumplir las edificaciones de madera.

## Norma Chilena de construcción

Las Normas Técnicas, según lo indica la Ley General de Urbanismo y Construcción (LGUC) indica que, en el artículo 2, “*Contienen y definen las características técnicas de los proyectos, materiales y sistemas de construcción y urbanización, para el cumplimiento de los estándares exigidos en la ordenanza general*” (LGUC, ART. 2, JUNIO 2012, SANTIAGO, CHILE) (LGUC, 2012, pág. ART. 2).

En la legislación chilena de la construcción en madera existe una serie de normas que regulan su uso, desde su terminología, clasificación, y preservación. A continuación, se detallarán las más importantes a considerar en esta investigación.

### NCh789/1 (1987) “Clasificación de maderas por su durabilidad natural”

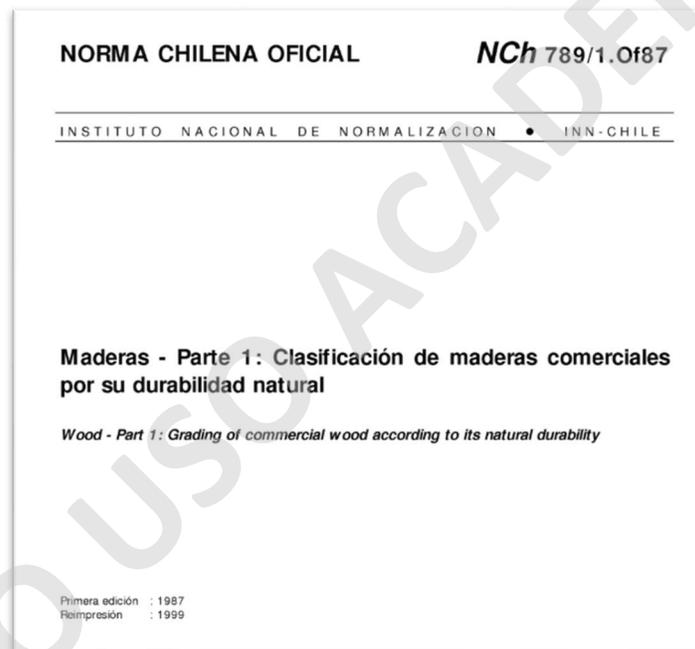


Figura 30: NCh789/1. INN Chile

Esta norma establece una clasificación del duramen en las maderas comerciales por durabilidad natural, para aplicarlas como sistema de referencia en la interpretación de requisitos de impregnación contenidos en NCh819.

#### Referencias:

NCh630 “Maderas – preservación – terminología general”

NCh819 “Madera – preservación – clasificación de productos preservados y requisitos de penetración y retención”

## NCh1198 (2006) “Madera - Construcciones en madera – Cálculo”

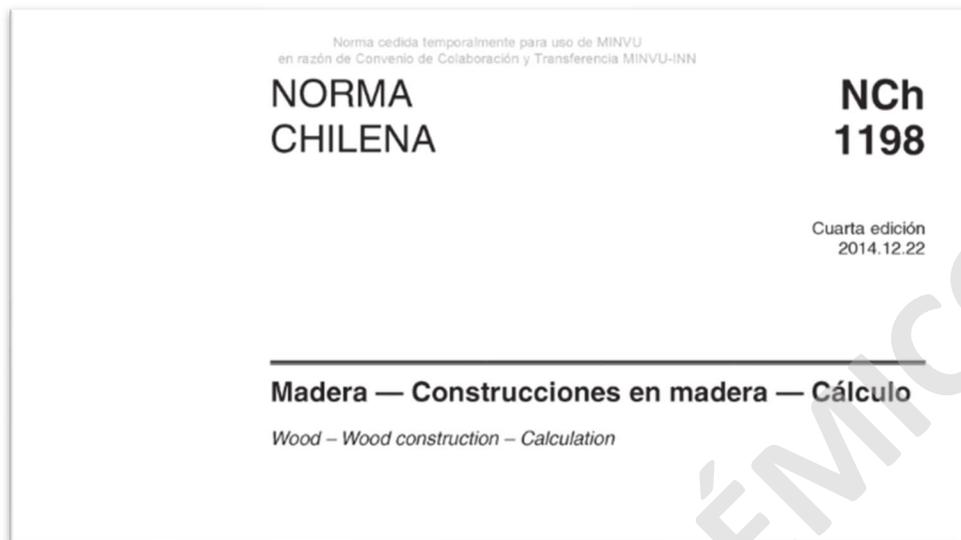


Figura 31: NCh1198. INN Chile <sup>(45)</sup>

Esta norma establece los métodos y procedimientos de diseño estructural que determinan las condiciones mínimas que deben cumplir los elementos y las uniones en las construcciones de madera aserrada, elaborada, laminada-encolada y postes de madera. Además, se aplica sobre estructura de edificaciones corrientes de madera, elementos estructurales de madera en construcciones mixtas, andamiajes, moldajes, entibaciones, pasarelas de uso peatonal, postes de madera, etc.

Esto no excluye el uso de materiales, uniones, ensambles, estructuras o diseño que difieran de sus criterios, cuando sea posible una demostración por medio de un análisis basado en teorías comprobadas, ensayos y estudios fundados.

Para fines de comprobar la calidad de la madera, según el título 4 de los materiales la norma señala que; La madera debe especificarse y cumplir con las normas nacionales:

- NCh173
- NCh174
- NCh992
- NCh1027
- NCh1970/1
- NCh1970/2

---

<sup>(45)</sup> <http://tipbook.iapp.cl/ak/7ba2f4bd8e4ba3715cad4afabda5061914006c38/embed/view/nch1198#page/13>

## NCh1537 (2009) “Diseño estructural – Cargas y sobrecargas



Figura 32: NCh1537. INN Chile.

Esta norma establece las bases que permitan evaluar las cargas permanentes y cargas de uso que se deben considerar en el diseño de edificios y otras estructuras. Los valores de las cargas de uso dadas en esta norma tienen el carácter de valores mínimos.

Las disposiciones de esta norma son aplicables a los edificios o partes de edificios que tienen los usos indicados en la siguiente tabla:

| Tipo de edificio        | Descripción de uso                           | Carga de uso<br>$L_0$<br>kPa | Carga concentrada<br>$Q_k$<br>kN |
|-------------------------|--|------------------------------|----------------------------------|
| Bibliotecas             | Area de lectura                              | 3                            | 4,5                              |
|                         | Apilamiento de archivos < 1,8 m              | 5                            | 4,5                              |
|                         | Apilamiento extra por cada 0,3 m adicionales | 0,5                          | -                                |
|                         | Pasillos                                     | 4                            | -                                |
| Bodegas                 | Areas de mercadería liviana                  | 6                            | 4,5                              |
|                         | Areas de mercadería pesada                   | 12 <sup>g)</sup>             | -                                |
| Cárceles                | Areas de celda                               | 2                            | -                                |
|                         | Pasillos                                     | 4                            | -                                |
| Escuelas                | Salas de clases                              | 3                            | 4,5                              |
|                         | Pasillos                                     | 4                            | 4,5                              |
| Estacionamientos        | Vehículos livianos                           | 3 <sup>ai, bi)</sup>         | bi)                              |
|                         | Buses, camiones y otros vehículos pesados    | ci)                          | ci)                              |
| Fábricas <sup>hi)</sup> | Industria liviana                            | 6                            | 9                                |
|                         | Industria pesada                             | 12                           | 13,5                             |
| Hospitales              | Areas de hospitalización                     | 2                            | 4,5                              |
|                         | Laboratorios/quirófanos                      | 3                            | 4,5                              |
|                         | Pasillos y salas de espera                   | 4                            | 4,5                              |
| Hoteles                 | Habitaciones                                 | 2                            | -                                |
|                         | Areas públicas y sus pasillos                | 5                            | -                                |

Figura 33: Cargas de uso uniformemente distribuidas para pisos y techos

|                                   |  |                                   |                  |
|-----------------------------------|--|-----------------------------------|------------------|
| Oficinas                          | Privadas sin equipos   | 2,5                               | -                |
|                                   | Públicas o privadas con equipos  | 5                                 | 9                |
|                                   | Corredores   | 4                                 | 9                |
| Teatros/estadios                  | Áreas con asientos fijos   | 3                                 | -                |
|                                   | Áreas con asientos móviles o sin asientos                                    | 5                                 | -                |
|                                   | Áreas para escenarios  | 7                                 | -                |
|                                   | Áreas de uso general, lobbies, plataformas, boleterías, galerías y gradas    | 5                                 | -                |
| Gimnasios                         | Pisos principales y balcones   | 5                                 | -                |
|                                   | Gradas/terrazas/accesos  | 5                                 | -                |
| Tiendas                           | Áreas para ventas al por menor   | 4                                 | 4,5              |
|                                   | Áreas para ventas al por mayor   | 6                                 | 4,5              |
|                                   | Bodegas elementos livianos   | 6                                 | 4,5              |
|                                   | Bodegas elementos pesados  | 12 <sup>gl</sup>                  | -                |
| Viviendas                         | Áreas de uso general   | 2                                 | -                |
|                                   | Dormitorios y buhardillas habitables   | 2                                 | -                |
|                                   | Balcones que no excedan 10 m <sup>2</sup>                                    | 3                                 | -                |
|                                   | Entretecho con almacenaje  | 1,5                               | -                |
| Lugares especiales de uso público | Corredores/lugares de uso público  | 5                                 | -                |
|                                   | Balcones exteriores  | 5                                 | -                |
|                                   | Aceras, accesos vehiculares y patios sujetos a maniobras de camiones         | 12 <sup>dl</sup>                  | 36 <sup>ed</sup> |
|                                   | Calzadas vehicular   | n                                 | n                |
|                                   | Sala de juegos, incluyendo bolos y billares o similares                      | 4                                 | -                |
|                                   | Pasarelas de mantenimiento   | 2                                 | -                |
|                                   | Pasarelas y plataformas elevadas de uso público                              | 4                                 | -                |
|                                   | Escape de incendios  | 5                                 | -                |
|                                   | Escaleras y vías de evacuación   | 5                                 | -                |
|                                   | Parque de diversiones  | 5                                 | -                |
|                                   | Salas para equipos computacionales   | 4                                 | -                |
|                                   | Tribunales de justicia   | 5                                 | 1,35             |
|                                   | Parrilla de piso en sala de máquina ascensores (en área 2,6 m <sup>2</sup> ) | -                                 | -                |
|                                   | Museos   | 5                                 | -                |
|                                   | Áreas para fiestas y bailes  | 5                                 | -                |
|                                   | Comedores y restaurantes   | 5                                 | -                |
|                                   | Escaleras de gato para acceso de mantención                                  | 2                                 | 1,35             |
|                                   | Cocina y lavandería  | 5                                 | -                |
|                                   | Estaciones de tren o metro   | 5                                 | -                |
|                                   | Techos   | Con acceso peatonal (uso privado) | 2                |
| Con acceso peatonal (uso público) |  | 5                                 | -                |
| Con acceso sólo para mantención   |  | 1                                 | -                |

Figura 34: Cargas de uso uniformemente distribuidas para pisos y techos. <sup>(46)</sup>

<sup>(46)</sup> <http://tipbook.iapp.cl/ak/7ba2f4bd8e4ba3715cad4afabda5061914006c38/embed/view/nch1537#page/18>

## NCh431 (2010) “Diseño estructural – Cargas de Nieve”



Figura 35: NCh431, INN Chile.

Esta norma establece los valores mínimos de las sobrecargas de nieve que se deben emplear en el diseño de construcciones ubicadas en el territorio nacional, excluido el territorio Antártico Chileno, está dirigida al diseño de estructuras de construcciones que puedan estar expuestas a cargas de nieve.

## NCh432 (2010) “Diseño estructural – Cargas de Viento”

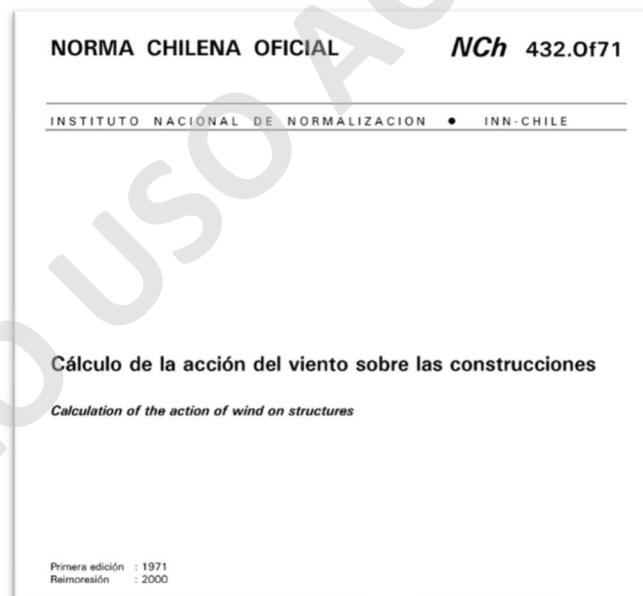


Figura 36: NCh432, INN Chile.<sup>(47)</sup>

Esta norma establece la forma en que debe considerarse la acción del viento en el cálculo de construcciones. Se aplica en todos los cálculos de resistencia de todo tipo de construcciones dentro del país con exclusión del territorio Antártico chileno.

<sup>(47)</sup> <http://tipbook.iapp.cl/ak/7ba2f4bd8e4ba3715cad4afabda5061914006c38/embed/view/nch432#page/4>

## NCh433 (1996-2009) “Diseño Sísmico de Edificios”

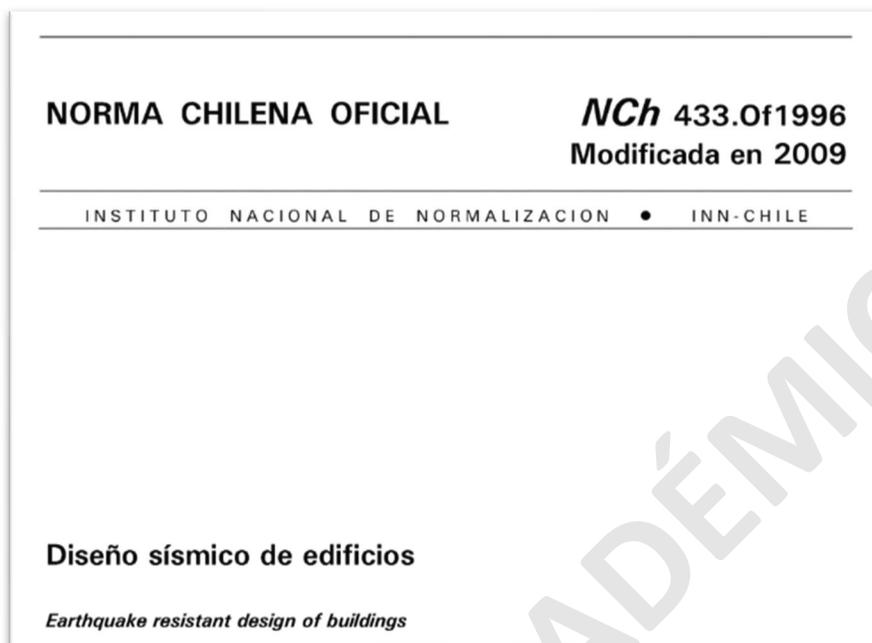


Figura 37: NCh433, INN Chile. <sup>(48)</sup>

Con artículos de aplicación obligatoria contenidos en el DS N° 61 de 2011.

La norma Nch433 prescribe valores del factor de modificación de la respuesta, que se refiere a la capacidad de disipación de energía de los edificios de distintos materiales, acero, hormigón armado, albañilería y también para los de madera.

Esta norma establece requisitos para el diseño sísmico de edificios, además se refiere a las exigencias sísmicas que deben cumplir los equipos y otros elementos secundarios de edificios, también incluye recomendaciones sobre la evaluación del daño sísmico y su reparación.

No se aplica al diseño sísmico de otras obras civiles tales como puentes, presas, túneles, acueductos, muelles y canales. Tampoco se aplica a edificios industriales ni a instalaciones industriales. El diseño de estas obras debe regirse por la norma chilena correspondiente.

Esta norma es aplicable solo a materiales o sistemas que tengan una norma técnica de diseño sísmico o que en su defecto se pueda demostrar mediante ensayos cíclicos no lineales, que tienen resistencia y ductilidad equivalente a los requerimientos de esta norma para materiales sísmicos convencionales.

---

<sup>(48)</sup> <http://tipbook.iapp.cl/ak/7ba2f4bd8e4ba3715cad4afabda5061914006c38/embed/view/nch433#page/12>

#### 4. VIVIENDA SOCIAL BAJO EL ESTANDAR PASSIVHAUS EN CHILE.

El ahorro de energía es un tema muy actual en Chile. En el sector de la construcción hay dos frentes divergentes: por un lado, el confort interior insuficiente y por otro, el alto consumo energético, siendo ambos productos de una edificación deficiente.

En Chile, el gobierno ha intentado generar incentivos para mejorar la eficiencia energética de las viviendas sociales a través de subsidios específicos. El Ministerio del Desarrollo Social ha logrado, por ejemplo, subsidiar la instalación de paneles solares y el mejoramiento térmico. Sin embargo, estos esfuerzos aún son muy modestos y la reglamentación térmica actual sigue un estándar muy bajo en comparación con otros países.

Varias localidades en Europa ya adoptaron el estándar Passivhaus como la norma a seguir en la construcción de viviendas sociales. En Alemania, el programa CEPHEUS construyó el primer edificio social pasivo, el cual logró un ahorro de un 82% en comparación a un condominio normal. Otro ejemplo es el de Inglaterra, donde la asociación Hastoe está a cargo de un proyecto para desarrollar la primera comunidad rural de casas sociales pasivas que cuenten con la certificación Passivhaus. Estos casos están muy lejos de la realidad chilena. <sup>(49)</sup>

Nuestro país mantiene pendiente un enorme desafío respecto a la necesidad de asegurar un techo digno y en entornos prósperos para sus ciudadanos, los cuales día a día conviven no solo bajo el endeudamiento y malos sueldos, sino que en muchos lugares ven coexistir poblaciones donde se vive con inseguridad, en hacinamiento, con falta de áreas verdes o de espacios públicos más amables. Y no se trata de plantear un escenario gris, sino que es necesario ver con claridad el lado B del Chile endeudado, el que si bien mantiene según el IMACEC <sup>(50)</sup> con crecimientos considerables no es capaz de entender que se necesitan reformas estructurales que permitan brindar viviendas de calidad. Entendiendo esta atmosfera, no puede ser indiferente conocer que Chile mantiene un déficit habitacional cercano a 500.000 viviendas según un último estudio realizado por la cámara chilena de la construcción (CChC) al presentar su Balance de Vivienda Social y Entorno Urbano 2017. <sup>(51)</sup> Hablamos de que son aproximadamente 1,5 millones de personas que requieren una solución habitacional.

---

<sup>(49)</sup> Por Hildebrandt Gruppe. Oportunidades para el estándar passivhaus en la vivienda social chilena. (26/10/2015).

<sup>(50)</sup> Imacec: El Indicador Mensual de Actividad Económica, mide la evolución de la actividad económica en el período de un mes y se estima mediante indicadores de producción de las diversas actividades productivas, ponderados por su participación en el PIB en el actual año base de las cuentas nacionales (1996). <https://www.bcentral.cl/areas/estadisticas/imacec>.

<sup>(51)</sup> El Balance de la Vivienda Social y Entorno Urbano, es una publicación de la Cámara Chilena de la Construcción, desarrollada por la Gerencia de Estudios desde el año 2005 con una frecuencia bienal, la que representa el compromiso permanente del Gremio en contribuir al desarrollo de las políticas públicas del país.

[https://www.cchc.cl/centrodeinformacion/archivos\\_detalle/balance-de-la-vivienda-2017](https://www.cchc.cl/centrodeinformacion/archivos_detalle/balance-de-la-vivienda-2017)

### NUEVOS REQUERIMIENTOS HABITACIONALES POR MACROZONAS



Figura 38: Informe Déficit de Viviendas Sociales y de entorno urbano, Análisis y propuestas. Cámara chilena de la Construcción (CChC).<sup>(52)</sup> Según datos de la encuesta Casen 2015

De esta forma, se estima además que del total de 507.716 viviendas que constituyen el déficit habitacional de interés social, 285.439 viviendas corresponden a nuevos requerimientos habitacionales por deterioro de los inmuebles (56%) y 222.277 a nuevos requerimientos por allegamiento (44%).<sup>(53)</sup>

Actualmente el estado no asegura el derecho a la vivienda en Chile y menos asocia en los subsidios el derecho a una vivienda digna y de calidad, por lo que no es casualidad que más de un millón de personas no tengan solución habitacional.

<sup>(52)</sup> Estudio que realiza cada dos años la Cámara chilena de la construcción (CChC) con datos de la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (Casen).

<sup>(53)</sup> Cámara chilena de la construcción. Ma de 500.000 familias requieren una solución habitacional en el país. (06/11/17). <https://www.cchc.cl/comunicaciones/noticias/mas-de-500000-familias-requieren-una-solucion-habitacional-en-el-pais>

#### 4.1. Concepto de Vivienda Social

Las viviendas sociales nacen con el objetivo fundamental de entregar una solución inmobiliaria a los miles de familias cuyos recursos económicos son bajos y muchas veces insuficientes para acceder a la compra de un bien inmobiliario.

Los proyectos habitacionales buscan resolver problemas de marginalidad habitacional, financiada con recursos públicos o privados, cualesquiera que sean sus modalidades de construcción o adquisición, y cuyo valor de tasación no sea superior a 400 UF o 520 UF en el caso de condominios de viviendas sociales.

Los criterios que aplican a la solución habitacional de este tipo de viviendas es la economía en equilibrio con la eficiencia de la construcción y un nivel de comodidad mínimo. El principal financiamiento que reciben estos tipos de proyectos habitacionales corre principalmente por cuenta del estado, el cual, en un claro ejemplo de mejorar la situación inmobiliaria del sector más necesitado del país, anualmente invierte grandes sumas de dinero para construir un número significativo de viviendas para así mejorar la calidad de vida de miles de chilenos. Pero el estado no queda libre una vez entregada la solución inmobiliaria, debemos considerar que dependiendo de la calidad de las construcciones y los parámetros de eficiencia que se aplicaron, estas nuevas viviendas contribuirán de una u otra forma en la demanda por más y más energía. No es lo mismo calefaccionar una vivienda cuya aislación resulta insuficiente a una que sí lo es, o iluminar una casa que poca o nada luz natural recibe a una que aprovecha al máximo la luz natural, en los primeros casos el uso de la energía será mayor. <sup>(54)</sup>



*Figura 39: Vivienda social tipo, MINVU.*

---

<sup>(54)</sup> Políticas Habitacionales y la falta del derecho a la vivienda en Chile. Verónica P. (03/05/2014). <file:///D:/Michael%20Diaz/Michael%20Diaz/Downloads/Dialnet-PolíticasHabitacionalesYLaFaltaDelDerechoALaVivienda-5605966.pdf>

#### 4.1.1. Características de una vivienda social.

La vivienda social es una clase de vivienda económica que se construye en conformidad a las disposiciones del D.F.L. N°2, de 1959, sobre plan habitacional, como en el D.L. N°2.552, de 1979, que son las siguientes:

- Que se construya conforme al D.F.L. N°2, de 1959.
- Que la superficie edificada no sea superior a los 140 m<sup>2</sup>.
- Que reúna los requisitos, características y condiciones que determine el Reglamento Especial de Viviendas Económicas.
- Que tenga carácter definitivo.
- Que este destinado a resolver los problemas de marginalidad habitacional.
- Que su valor de tasación no sea superior a 400 unidades de fomento, salvo que se trate de condominios de viviendas sociales en cuyo caso podrá incrementarse dicho valor hasta en un 30% (520 UF).

Las viviendas construidas por las ex corporaciones de la vivienda, de Servicios Habitacionales y de Mejoramiento Urbano y por los servicios de Vivienda y Urbanización y los edificios ya construidos que al ser rehabilitados o remodelados se transforman en viviendas, en todos los casos siempre que la superficie edificada no supere los 140 m<sup>2</sup> y mientras su valor de tasación no exceda las 400 UF y 520UF en el caso de condominios de viviendas sociales según LGUC, artículo 162.

El Decreto 49 del año 2012 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, manifiesta que el metraje mínimo (ver Tabla 2) que deben poseer estas soluciones habitacionales debe ser de 42 m<sup>2</sup> ampliables en el caso de casas y de 55 m<sup>2</sup> mínimos para departamentos.

| TIPOLOGÍA                       | SUPERFICIE MINIMA |
|---------------------------------|-------------------|
| Construcción en Sitio Propio    | 45 m <sup>2</sup> |
| Densificación Predial           | 42 m <sup>2</sup> |
| Pequeño Condominio              | 42 m <sup>2</sup> |
| Construcción en Nuevos Terrenos | 42 m <sup>2</sup> |

Tabla 2: Superficie mínima de una vivienda Social. Ley Chile.

Según el Decreto 83, Artículo 10. Que se refiere al artículo 1° del D.F.L N°2, de 1959 *“La superficie máxima de la "vivienda económica", cualquiera que sea su programa, se calculará sobre la base de 17,5 metros cuadrados de superficie edificada por habitante, determinándose el número de habitaciones de una vivienda.”*

En todo caso, la superficie máxima aceptable no podrá exceder de los 140 metros cuadrados edificados. Por lo tanto, de acuerdo con la capacidad de habitantes de cada vivienda, se permitirán las siguientes superficies máximas:

- Para 4 habitantes, 70 metros cuadrados
- Para 5 habitantes, 87,5 metros cuadrados
- Para 6 habitantes, 105 metros cuadrados
- Para 7 habitantes, 122,5 metros cuadrados
- Para 8 o más habitantes, 140 metros cuadrados.

No obstante, lo anterior, a las "viviendas económicas" que se construyan en las provincias de Chiloé, Aysén y Magallanes podrán agregarse construcciones, exteriores a la vivienda misma, que no incluyan instalaciones para servicios higiénicos, y cuya superficie no sobrepase los 16 metros cuadrados. Esta construcción adicional exterior no será computable para los efectos de aplicar a dicha vivienda los beneficios, franquicias y exenciones que contempla el DFL N° 2, de 1959. <sup>(55)</sup>

- Espacios y usos mínimos para el mobiliario

Una vivienda social básica se encuentra constituida en una etapa inicial por una unidad sanitaria consistente en una cocina y baño con inodoro, lavamanos y ducha, cuyo sitio donde se emplaza posee al menos 100m<sup>2</sup> si la vivienda es de una planta y de 60 metros cuadrados si corresponde a vivienda de dos plantas o más.

Deben poseer al menos una zona de estar, comedor, cocina, dos dormitorios y un baño. Existe otra alternativa de viviendas sociales en que la vivienda se encuentra inicialmente constituida por tres recintos, cuya superficie total sea al menos de 50m<sup>2</sup> ampliables. También pueden existir aquellas viviendas con dos dormitorios siempre y cuando puedan ampliarse al menos a un tercer dormitorio. La superficie total construida mínima no podrá ser inferior a 42 m<sup>2</sup>.

A continuación, se explican los espacios y usos mínimos para el mobiliario que se deben cumplir en una vivienda social:

---

<sup>(55)</sup> Decreto 83. ACTUALIZA Y FIJA TEXTO DEFINITIVO DEL REGLAMENTO ESPECIAL DE VIVIENDAS ECONOMICAS A QUE SE REFIERE EL ARTICULO 1° DEL D.F.L. N° 2, DE 1959. (27/05/1982).

➤ Dormitorios

| TIPO DE DORMITORIO      | MOBILIARIO MINIMO                                      | Superficie Mínima   | Ancho Mínimo |
|-------------------------|--|---------------------|--------------|
| 1- PRINCIPAL            | 1 Módulo A + 1 Puerta + 2 Closet Simple o 1 fusionado  | 14,3 m <sup>2</sup> | 260          |
| 2- SEGUNDO              | 2 Módulos B + 1 Puerta + 2 Closet Simple o 1 fusionado |                     | 220          |
| 3- CONSTRUIDO ADICIONAL | 1 Módulo B + 1 Puerta + 1 closet Simple                | 4,5 m <sup>2</sup>  | 160          |
| 4- PROYECTADO           | 2 Módulos B + 1 Puerta+ 1 closet Simple                | 8 m <sup>2</sup>    | 220          |

| Modulo A ( cama de 2 plazas y 2 veladores) | Módulo B (1 cama de 1 plaza y 1 velador) |
|--|--|
|  |  |

Figura 40: Dimensiones y áreas de uso mínimas para dormitorios en la vivienda social, MINVU.

- Las superficies mínimas del dormitorio principal más el segundo será de 14,3 m<sup>2</sup>.
- El área para closet es adicional a las superficies útiles señaladas para los dormitorios

➤ Closet

| Modulo simple | Modulo doble o fusionado |
|---------------|--------------------------|
|               |                          |

Figura 41: Dimensiones y áreas de uso mínimas para closet en la vivienda social, MINVU.

- En viviendas con 1 sólo dormitorio conformado en etapa inicial, se puede fusionar hasta 4 módulos de ancho mínimo total de 200 cm. sin necesidad de ejecutar la división entre ambos módulos.
- En caso de ubicar el módulo de closet sobre la escalera se deberá respetar lo indicado en Art. 4.2.6 de la OGUC.

➤ Estar – Comedor

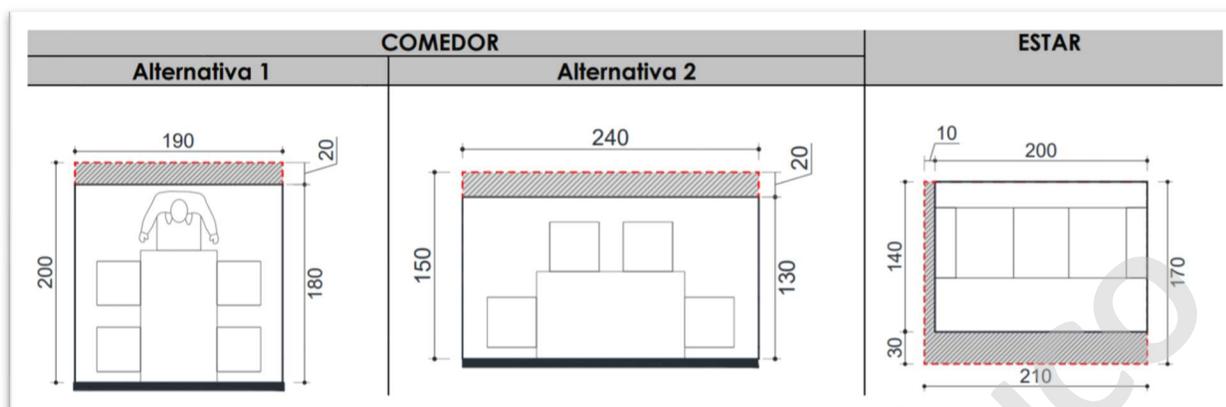


Figura 42: Mobiliario básico y áreas de uso mínimas para el estar y comedor de una vivienda social, MINVU.

- Aun cuando el recinto de estar y comedor se puede integrar al recinto cocina, cada uno de estos recintos debe cumplir en sí mismo con el requerimiento de mobiliario y áreas de uso definidos para cada caso graficado para cada recinto.

➤ Cocina

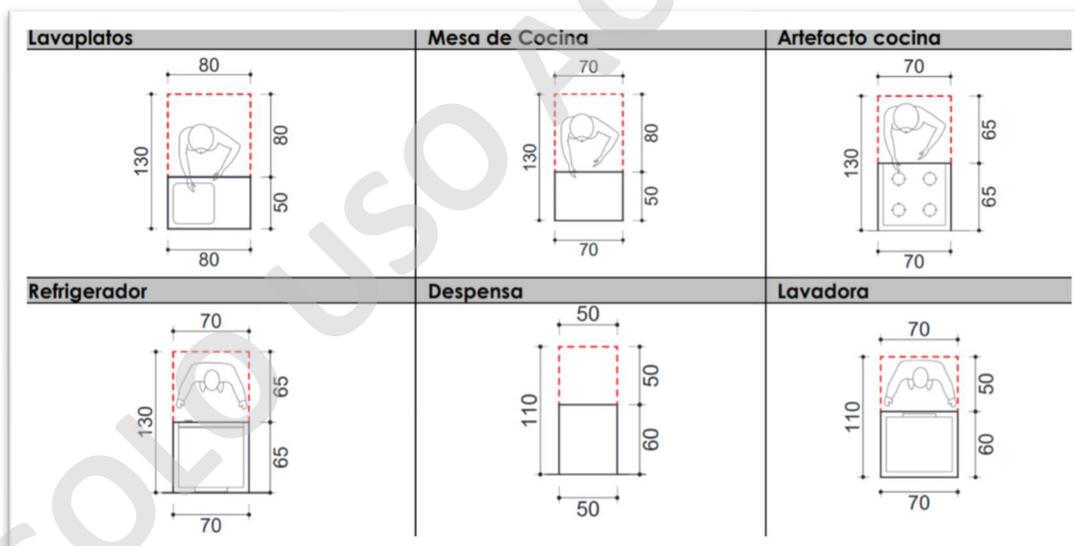


Figura 43: Mobiliario básico y áreas de uso mínimas para la cocina de una vivienda social, MINVU.

- La lavadora podrá estar en el Baño, en la Cocina o en la logia.
- El área para la despensa puede ubicarse fuera de la Cocina en el Estar-Comedor o Pasillo y no requiere quedar conformada.
- La cocina deberá contemplar una puerta de salida al exterior o logia, distinta de la puerta de acceso principal de la vivienda. Cuando esta puerta converja al mismo espacio exterior que la puerta principal, podrá ubicarse en estar, comedor o pasillo.

➤ Baño

| MOBILIARIO BÁSICO Y ÁREAS DE USO MÍNIMAS ALTERNATIVA "A" |           |      |          |
|--|-----------|------|----------|
| Inodoro  | Lavamanos | Tina | Lavadora |
|  |           |      |          |
| MOBILIARIO BÁSICO Y ÁREAS DE USO MÍNIMAS ALTERNATIVA "B" |           |      |          |
| Inodoro  | Lavamanos | Tina | Lavadora |
|  |           |      |          |

Figura 44: Mobiliario básico y áreas de uso mínimas para el baño de una vivienda social, MINVU.

- Se consulta instalación de Tina, salvo en las alternativas señaladas en el punto 4.1.6 del Itemizado Técnico de Construcción, donde se permitirá la instalación de receptáculo para ducha, respetando en cualquiera de los casos, el área total especificada para la tina.

➤ Logia

Este recinto se exige para edificaciones en que se aplique el subsidio complementario de densificación en altura, señalado en la letra d) del artículo 35 del D.S. N°49, (V. y U.), 2011. Se debe acceder desde la cocina y deberá separarse de ésta mediante una puerta u ventana. La superficie mínima debe ser de 2,0 m<sup>2</sup>, debiendo incluir:

| Lavadora | Lavadero |
|----------|----------|
|          |          |

Figura 45: Mobiliario básico y áreas de uso mínimas para la logia de una vivienda social, MINVU.

- La envolvente deberá quedar conformada en todo su perímetro, hasta una altura min. de 180 cm medido desde el NPT.
- El cerramiento hacia el exterior deberá considerar la ventilación del calefón, el paso de luz y aire en un 50% de su superficie, y respetar lo establecido por SEC.
- En la logia se debe incluir, además, el calefón y el gabinete de los cilindros de gas de al menos 15 lts. (si corresponden al proyecto).
- No será exigible el recinto logia en viviendas que cuenten con acceso directo a patio de uso exclusivo. en este caso la lavadora estará ubicada en baño o cocina y el lavadero en el exterior (patio) con acceso desde la cocina.
- El área destinada al lavadero deberá contar con un ancho mínimo de 45 cm y su profundidad mínima de 40 cm

➤ Circulaciones

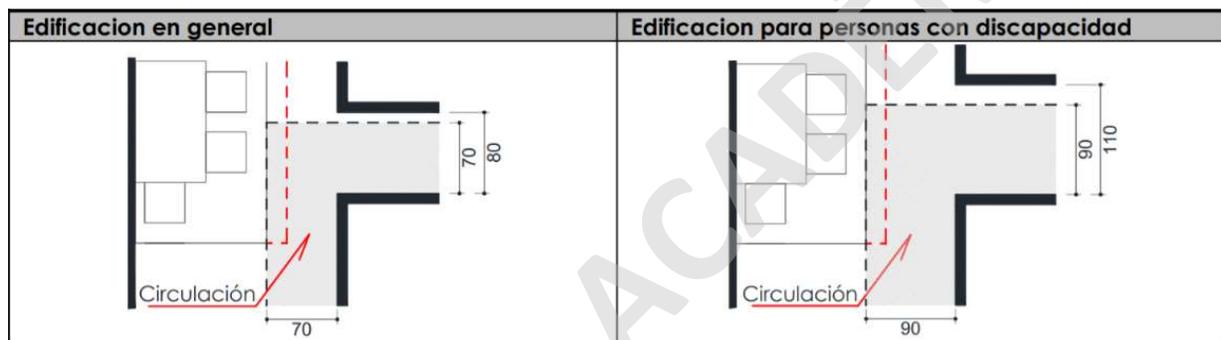


Figura 46: Dimensiones mínimas para las circulaciones en la vivienda social, MINVU.

- Las circulaciones deben conectar el acceso principal de la vivienda con el acceso a los recintos: Comedor, cocina, escalera (si corresponde), baño, y dormitorios.
- Toda circulación de la vivienda deberá tener un ancho mínimo libre de 70 cm. No obstante, cuando se encuentre confinada entre dos paramentos verticales, éstos no podrán estar a menos de 80 cm.
- El área que define al recinto Cocina no puede constituirse como una circulación obligada dentro de la vivienda. Salvo para salir al patio o logia.
- Los requerimientos de circulaciones no rigen para el elemento escalera.
- Para el caso de viviendas para personas con discapacidad con movilidad reducida, las circulaciones deberán ser de ancho mínimo libre de 90 cm. No obstante, cuando se encuentre confinada entre dos paramentos verticales, éstos no podrán estar a menos de 110 cm.

➤ Escaleras

Las dimensiones son libres útiles del peldaño de las escaleras no incorpora guardapolvos, limones, pasamanos o cualquier otro elemento.

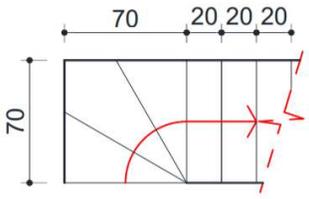
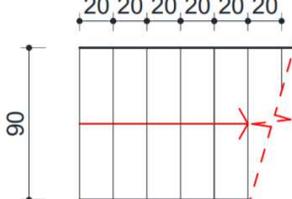
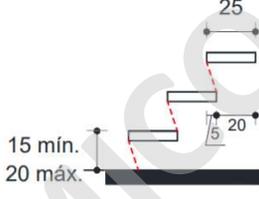
| Planta escalera interior  | Planta escalera exterior  | Corte tipo para ambas escaleras   |
|---|---|---|
|  |  |  |

Figura 47: Dimensiones mínimas de Escaleras en la vivienda social, MINVU.

Escalera interior

- Se podrán incluir hasta 2 abanicos, compuestos por un máximo de 3 peldaños cada uno. Cada peldaño del abanico deberá tener un ancho mínimo de 20 cm, medido en el punto medio del peldaño.
- Bajo la escalera de la vivienda sólo se podrá ubicar mobiliario de closet o despensa.

Escalera exterior

- Aplicable a proyectos acogidos a la Ley N° 19.537, (V. y U.), de 1997, sobre copropiedad inmobiliaria, que consideren vías de acceso a viviendas mediante escaleras que hayan sido cedidas en uso y goce exclusivo a la vivienda que sirve.
- Las escaleras comunes y vías de evacuación deberán cumplir con lo indicado en Art. 4.2.10 a 4.2.16 de la OGUC.

➤ Puertas

Las viviendas consideran la colocación de las siguientes puertas en su etapa inicial, la de Acceso, la de salida a Patio o logia, la del baño y una por cada dormitorio conformado:

| UBICACIÓN           | VIVIENDA                  |                              |                    |
|---------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------|
|                     | SIN SUBSIDIO DISCAPACIDAD | CON SUBSIDIO DE DISCAPACIDAD |                    |
|                     |                           | OTRO TIPO                    | MOVILIDAD REDUCIDA |
| ACCESO PRINCIPAL    | P1                        | P1                           | P1                 |
| SALIDA PATIO /LOGIA | P2                        | P2                           | P1                 |
| BAÑO                | P3                        | P2                           | P1                 |
| DORMITORIOS         | P3                        | P2                           | P1                 |

Figura 48: Tipos de puertas según ubicación para una vivienda social, MINVU.

Las puertas interiores de acceso a las unidades o recintos de la edificación colectiva cuyo destino sea residencial, deberán tener un ancho libre de paso de 0,90 m de acuerdo con la OGUC.

La puerta de acceso abrir hacia el interior de la vivienda y las de baño y dormitorios hacia el interior del recinto que sirven, excepto en casos de viviendas donde aplica el subsidio de discapacidad la puerta del baño abre hacia afuera.

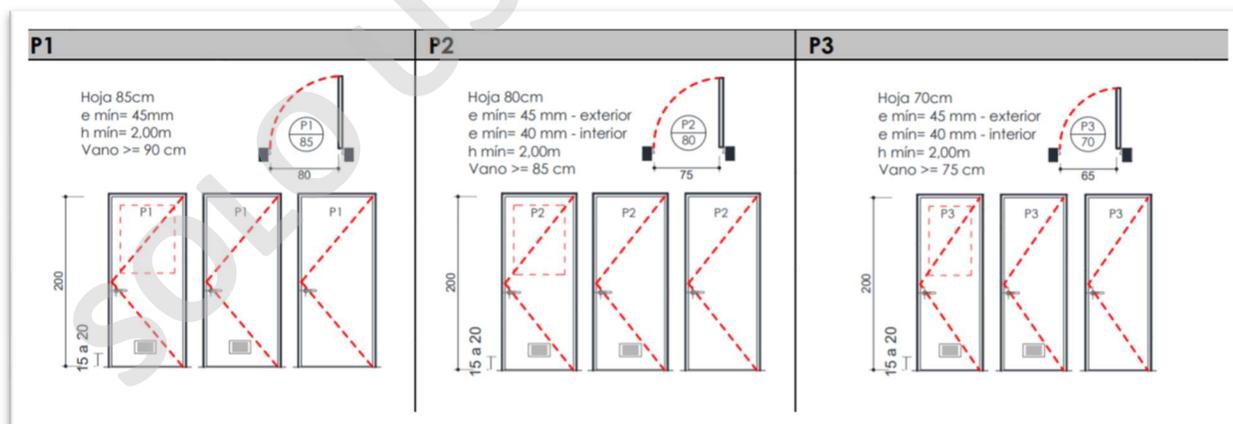


Figura 49: Dimensiones mínimas de Puertas en la vivienda social, MINVU.

- Requisitos técnicos mínimos

Las obras serán fiscalizadas por profesionales de los SERVIU y/o contratados por este para realizar estas funciones, esto se hará aplicando lo establecido en el DS 85, Manual de Inspección Técnica de obras, MITO, incluyendo el programa de ensayos. <sup>(56)</sup>

➤ Requerimientos generales de habitabilidad

Acondicionamiento acústico

- Todos los elementos que separen o dividan unidades de viviendas que sean parte de un edificio colectivo, o entre unidades de vivienda de edificaciones continuas, o pareadas o entre unidades de vivienda que estén contiguas a recintos no habitables, deben cumplir con las exigencias señaladas en la OGUC.
- Para muros medianeros, en las uniones y encuentros entre elementos de distinta materialidad que conforman un elemento constructivo, se debe considerar los sellos para dar cumplimiento a las exigencias normativas.
- En muros medianeros conformados por tabiquerías de maderas o metálicas, se debe considerar la colocación de sellos en las soleras superiores e inferiores para evitar la ocurrencia de puentes acústicos.
- En muros medianeros, se deben proyectar las cajas eléctricas de forma que éstas no queden enfrentadas por su parte posterior.
- Se recomienda que las estructuras de escalas no estén afianzadas al muro medianero o a muros laterales conectados con el medianero.

---

<sup>(56)</sup> Itemizado Técnico de construcción. Para proyectos del Fondo Solidario de Elección de Vivienda regulado por el D.S. N° 49 (V. y U.), 2011 Versión – 2017.

## Acondicionamiento térmico

- Los complejos de techumbres, muros perimetrales, pisos inferiores ventilados y superficie de ventana que conformen la envolvente de las viviendas tienen que cumplir, según zona térmica en donde se emplace el proyecto, con las exigencias térmicas indicadas en el artículo 4.1.10 de la OGUC o sus modificaciones vigentes.
- Cuando la alternativa de acreditación sea mediante cálculo de Transmitancia Térmica (U), éste debe ser ponderado de acuerdo con el procedimiento que para tal efecto establezca la NCh 853.
- En albañilerías confinadas, el cálculo de la transmitancia U ponderada, debe considerar los elementos estructurales tales como pilares cadenas y vigas. Además, se deben aplicar las consideraciones de diseño que establezcan las normas correspondientes.
- En el caso de techumbres con entretechos, tanto superiores como laterales, no se instalará el aislante térmico inmediatamente bajo la cubierta, salvo cuando se consideren entretechos habitables, mansardas, y cielos inclinados.
- Para minimizar la ocurrencia de puentes térmicos, los materiales aislantes térmicos sólo pueden estar interrumpidos por elementos estructurales y/o por tuberías, ductos o cañerías de las instalaciones domiciliarias.
- Cuando el diseño lo permita, en muros y pisos que incorporen aislante térmico, éste debe ser instalado lo más al exterior posible, para disminuir el riesgo de condensación intersticial.
- Se evitarán puentes térmicos en estructuras metálicas conformadas por perfiles abiertos, rellenándolos con material aislante.
- No se aceptan aislantes a granel o sueltos.
- El material aislante térmico se debe almacenar protegido de la intemperie y la humedad. Además, se debe instalar sin forzarlo, manteniendo su densidad de fabricación.
- Para Ventilación y Condensación

- Para cada caso particular, según ubicación geográfica, diseño (sistema constructivo y grado de ventilación) y uso de la vivienda (generación de vapor de agua y calor), se deberá asegurar la disminución del riesgo de condensación superficial e intersticial en muros. El análisis del riesgo de condensación será realizado en base a la NCh 1973.
- En el caso de requerir barreras de vapor para disminuir el riesgo de condensación intersticial, es necesario asegurar su continuidad y su instalación debe realizarse bajo el revestimiento interior o sobre éste. En el caso de utilizar pinturas como barrera de vapor, éstas sólo podrán ejecutarse sobre el revestimiento interior y con el adecuado tratamiento de juntas entre placas, de acuerdo a las indicaciones o especificaciones técnicas del fabricante del material de revestimiento, para impedir la discontinuidad de la barrera.
- Los muros deberán considerar un tratamiento hidrófugo que impida el paso de la humedad exterior al interior del muro y que permita el paso del vapor de agua desde el interior, esto podrá estar contenido en la solución de revestimiento o paquete constructivo y en ningún caso debe ser instalado hacia el interior de la vivienda.
- En cocina y baño se debe instalar extractores de aire forzados con higrostató, en caso contrario, es necesario incluir algún sistema pasivo que asegure el mínimo de renovaciones requeridas para eliminar la producción de vapor al interior de los ambientes, según cálculo y aprobado por SERVIU. 1.6.4.

#### Condiciones de Seguridad Contra Incendios

- Todos los elementos que conforman la vivienda deben cumplir con las condiciones de seguridad contra incendios indicadas en la OGUC, que determina también la resistencia al fuego requerida para cada uno de los elementos.
- Los medianeros y/o sobretabiques deben garantizar hermeticidad hasta la cubierta, es decir, no permitir infiltración de calor, llamas o humo. Se deben interrumpir los elementos constructivos que transmiten calor o fuego.
- Adicionalmente, escaleras y/o pasarelas de acceso a las viviendas, deberán ser protegidas asegurando la resistencia al fuego de acuerdo con lo establecido en la OGUC o sus modificaciones vigentes.
- Toda edificación deberá cumplir lo establecido en el RIDAA en cuanto a Red Seca y Red Húmeda.

➤ Muros y elementos estructurales con entramados verticales de madera

- Para asegurar la estabilidad y durabilidad del material en obra, se recomienda que el acopio de los paquetes de madera quede separado del terreno a través de tacos o pallets, y protegidos de las condiciones de humedad.
- Para el caso de madera estructural se deberá cumplir con alguno de los siguientes grados estructurales: GS, G1, G2, C16, C24, MGP10, MGP12 y para las otras especies según lo establecido en las normas NC1970/1 y NCh1970/2 (u otras establecidas según NCh1198).
- Las piezas de madera no durables definidas en la OGUC deben considerar impregnación según especies de acuerdo con la norma NCh819, la que debe estar acreditada mediante informe del laboratorio inscrito en los registros del MINVU.
- La distancia máxima entre pies derechos será de 60 cm. Para distancias mayores debe presentarse ensayo de impacto del panel. SERVIU podrá exigir riostras y/o cadenas entre pies derechos de la misma escuadría especificada para éstos, siempre y cuando el cálculo no indique lo contrario.
- Las verificaciones de cálculo se deben realizar de acuerdo con las dimensiones establecidas en la NCh2824 o NCh174 según corresponda, considerando aquellos elementos que poseen procesos de cepillado y perforaciones para las pasadas de instalaciones, cuando corresponda.
- Las tabiquerías deben considerar forros por ambas caras, que cumplan con los requisitos de resistencia al fuego, aislación acústica y térmica. Se debe considerar sello entre encuentros de distinta materialidad, en los que se generen separaciones.
- En zonas húmedas, se debe considerar sellos impermeables entre placas, revestimiento de terminación y sello de neopreno del tipo compriband bajo solera.
- Las piezas de madera asentadas sobre hormigón deben llevar una barrera a la humedad con retorno de 3 cm por ambos costados de la solera.
- Los tabiques estructurales deben considerar refuerzos en encuentros de las soleras superiores.

- Barrera contra humedad bajo revestimiento exterior. La solución que se adopte debe permitir que el vapor de agua interior pueda salir al exterior. Se debe asegurar la continuidad en la instalación de la barrera.
- Se debe consultar un sello bajo las soleras inferiores u otra solución que impida el ingreso del viento.
- Se debe contemplar barrera en el suelo contra termitas, cuando los muros estructurales estén concebidos en base a elementos de madera en aquellas comunas o zonas donde se haya detectado dichos insectos.
- Conforme al tipo de revestimiento a utilizar, se debe consultar fijaciones y distanciamientos según recomendación del fabricante.
  - Tabiques no estructurales
- Las piezas de madera no durables definidos en la OGUC deben considerar impregnación según especies de acuerdo con la norma NCh819, la que debe estar acreditada mediante informe del laboratorio inscrito en los registros del MINVU.
- Estructuras de madera mínimo nominal de 2 x 2 de acuerdo con la NCh2824 o NCh174 según corresponda o estructuras de Fe galvanizado  $e = 0,45$  mm.
- Las tabiquerías deben considerar forros por ambas caras. Para el caso de placas de yeso cartón, el espesor mínimo debe ser 10 mm y para el caso de placas de fibrocemento mínimo 6 mm. Se debe considerar sello entre encuentros de distinta materialidad en los que se generen separaciones.
- En zonas húmedas, los tabiques de madera deben consultar todas sus piezas impregnadas y las piezas en contacto con la ducha y soleras inferiores deben impermeabilizarse. Se debe considerar sellos impermeables entre placas y revestimiento de terminación impermeabilizante, en el caso de utilizar como base revestimiento de fibrocemento, éste debe tener un espesor mínimo de 6 mm y para el yeso cartón debe ser del tipo RH. Otras soluciones alternativas de base de revestimiento deben ser de calidad superior garantizada y estar autorizadas por el SERVIU respectivo.
- Barrera contra humedad bajo revestimiento exterior. La solución debe ser continua y permitir que el vapor de agua interior pueda salir al exterior.

- Se debe consultar un sello bajo las soleras inferiores u otra solución que impida el ingreso del viento, para aquellos que se encuentran hacia el exterior de la vivienda.
- En caso de considerarse alternativas no tradicionales, éstas deben ser previamente aprobadas por la DITEC y el respectivo SERVIU, además de cumplir con todos los requerimientos técnicos de acondicionamiento térmico, fuego y acústico, cuando corresponda. La solución adoptada no puede aumentar la carga combustible de la vivienda.
- Se debe acreditar en obra la impregnación de la madera mediante informe de ensayo emitido por un laboratorio inscrito en los registros del MINVU.
- Todos los elementos que se encuentren expuestos al exterior deben quedar protegidos contra agentes medio ambientales.
  - Estructura de entramados horizontales de madera
- Para el caso de madera estructural se deberá cumplir con alguno de los siguientes grados estructurales: GS, G1, G2, C16, C24, MGP10, MGP12 y para las otras especies según lo establecido en las normas NC1970/1 y NCh1970/2 (u otras establecidas según NCh1198).
- Las verificaciones de cálculo se deben realizar de acuerdo a las dimensiones establecidas en la NCh2824 o NCh174 según corresponda, considerando aquellos elementos que poseen procesos de cepillado y perforaciones para las pasadas de instalaciones, cuando corresponda.
- El vano de la caja de escalera debe quedar contenida entre piezas de la misma sección del envigado como mínimo.
- Las piezas que se afiancen o queden en contacto con zonas de hormigón, deben considerar la colocación de una barrera contra la humedad.
- Los pisos ventilados, es decir separados del suelo, deben cumplir con la transmitancia térmica según lo indicado en ítem 1.6.2. Acondicionamiento Térmico y 1.6.4 Condiciones de Seguridad Contra Incendios, del presente Itemizado Técnico.
- Se debe acreditar impregnación de la madera en obra, mediante informe de ensayo emitido por un laboratorio inscrito en los registros del MINVU.

### ➤ Estructura de Techumbre

- Todo proyecto deberá diseñar la estructura de techumbre considerando la futura instalación de un Sistema Solar Térmico y su operación, para lo cual, el cálculo se deberá realizar considerando como sobre carga el peso de un SST (300 kg como mínimo) emplazado de preferencia sobre una zona húmeda (baño o cocina), en un área de apoyo específica y claramente definida en el proyecto, que permita que el SST se instale orientado hacia el norte, con una tolerancia de 90° al oriente o poniente. La ubicación exacta debe quedar señalada en la planimetría respectiva y los criterios de cálculo claramente definidos en la memoria de cálculo respectiva.
- La techumbre deberá considerar una zona transitable y debidamente señalizada, a fin de permitir trabajos de mantención de la cubierta, de los SST y/u otro tipo de instalación proyectada. 2.11.1.
- Para el caso de madera estructural se deberá cumplir con alguno de los siguientes grados estructurales: GS, G1, G2, C16, C24, MGP10, MGP12 y para las otras especies según lo establecido en las normas NC1970/1 y NCh1970/2 (u otras establecidas según NCh1198).
- Reticulados de maderas no durables, indicados en la ordenanza deben considerar impregnación según especies, de acuerdo a exigencias de la norma.
- Costaneras de madera de sección mínima de 2 x 2 de acuerdo a NCh2824 o NCh174 según corresponda y tapacanes de madera de 1" de espesor y placas según recomendaciones del fabricante.
- Las verificaciones de cálculo se deben realizar de acuerdo a las dimensiones establecidas en la NCh2824 o NCh174 según corresponda, considerando aquellos elementos que poseen procesos de cepillado y perforaciones para las pasadas de instalaciones, cuando corresponda.
- Las piezas que se afiancen o queden en contacto con zonas de hormigón, deben considerar la colocación de una barrera contra la humedad.
- Ángulo de inclinación de techumbre no inferior a los mínimos establecidos en la norma, salvo en los casos en que el material de cubierta utilizado permita otra solución y previo V° B° SERVIU.
- En caso de cerchas prefabricadas, el acopio de éstas debe velar por su indeformabilidad y deberán ser resguardadas de los agentes climáticos que la puedan afectar.

## 4.2. Concepto de vivienda pasiva

El concepto “Vivienda Pasiva” o “Passivhaus” en alemán, se refiere a una edificación que logra el confort térmico humano utilizando métodos “pasivos”, es decir, métodos fijos o estáticos, perdurables en el tiempo que funcionan por sí solos sin el uso de energía o una intervención activa humana. <sup>(57)</sup>

La idea general es que permite construir viviendas que son energéticamente eficientes a un nivel en el que casi no es necesario ningún tipo de gasto energético. Éste es un concepto que fue descubierto más que inventado, en muchas oportunidades durante el desarrollo de la historia se aplicaban ciertos principios antes de tener conciencia de ellos. En el descubrimiento del estándar participaron muchas instituciones y personas y sin la participación de todas ellas no se podría haber armado este concepto.

Las Viviendas Pasivas no son diferentes a las Viviendas Convencionales, ya que PassivHaus describe un estándar y no un método específico de construcción. De esta manera, el concepto PassivHaus puede ser implementado en cualquier parte del mundo, independiente el clima local, optimizando las características individuales de cualquier Vivienda Pasiva para las condiciones locales, unas de las características de una vivienda passivhaus es que son:

**Confortable:** Una vivienda con estándar PassivHaus posee una envolvente térmica bien aislada para asegurar que el calor permanezca en la casa, proporcionando características de confort tales como, superficies uniformemente temperadas, clima interior uniforme y constante sin corrientes de aire indeseado y temperaturas de confort constante a lo largo del año.

**Sustentable:** La eficiencia energética de estas viviendas reduce radicalmente las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, contribuyendo a la protección del clima y la preservación de reservas limitadas tales como gas y petróleo

**Eficiente:** La vivienda PassivHaus requiere muy poca energía para calefaccionar y enfriar un ambiente, entregando una elevada calidad del aire con mínimo esfuerzo técnico.

**Innovadora:** El concepto PassivHaus es una norma moderna que abre nuevas perspectivas para arquitectos e ingenieros. La inversión en confort y eficiencia adhiere valor y crea puestos de trabajo adicionales.

---

<sup>(57)</sup> EE Chile eficiencia energética. ¿Qué significa Passivhaus?  
<https://www.eechile.cl/passivhaus/>

**Confiable:** Cientos de viviendas pasivas alrededor del mundo han sido científicamente monitoreadas y rigurosamente testeadas y actualmente miles de éstas están siendo construidas, ocupadas y probadas eficientemente.

#### 4.2.1. La vivienda pasiva en la actualidad

El interés en eficiencia energética y en edificaciones sustentables aumentó en Chile durante los últimos años. Muchas Universidades ofrecen estudios de postgrado en la temática e integran la sustentabilidad también en el pregrado. Se aumentó, junto con este desarrollo, el interés en el estándar Passivhaus y ya existen algunos ejemplos construidos en Chile que cumplen con este estándar y sus criterios formulados para Europa central.

En Santiago de Chile se construyó en el año 2010 un edificio de banco (Huenchuñir, 2011), certificado LEED Gold y en proceso de certificación Passivhaus. El edificio cumple con todas las características del estándar Passivhaus, menos la hermeticidad del aire la cual se está intentando mejorar para conseguir la certificación. Este edificio se nombra como ejemplo, en la guía del estándar Passivhaus de la comunidad de Madrid (Crespo et al., 2011). Igualmente, en Santiago se construyó en el año 2011 un colegio, el Santiago College, en el cual las salas de clase cumplen con los criterios del estándar Passivhaus (Gardella, 2012).

Hoy en día existen dos entes que regulan el estándar a nivel mundial, están activamente relacionados entre sí, estos son:

- Passive House Institute (PHI).

Fundado por el Dr. Wolfgang Feist en 1996 con el propósito de establecer la normativa relacionada al estándar Passivhaus, además de liderar en la investigación de nuevos conceptos constructivos, materialidades, herramientas de planificación y aseguración de la calidad de estas edificaciones energéticamente eficientes.

- International Passive House Association (iPHa).

Es una plataforma creada por el PHI con el propósito de promover el estándar Passivhaus a nivel global, esta asociación permite membresía a cualquier persona del mundo, su máximo propósito es informar y establecer conexiones entre profesionales interesados.

En el caso de Chile existe una herramienta para evaluar la eficiencia energética de una vivienda denominada CEV o Calificación Energética de Viviendas, es un instrumento diseñado el año 2012 por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu), en conjunto con el Ministerio de Energía y que busca mejorar la calidad de vida de las familias, a través de la entrega de información objetiva y estandarizada.

La Calificación Energética de Viviendas (CEV), es un instrumento de uso voluntario, que califica la eficiencia energética de una vivienda en su etapa de uso, un sistema similar al usado para etiquetar energéticamente refrigeradores y automóviles, que considera requerimientos de calefacción, enfriamiento, iluminación y agua caliente sanitaria.



Figura 50: Escala de certificación CEV, MINVU.

Las viviendas calificadas contarán con una etiqueta con colores, porcentajes y letras, que van desde la A+ a la G, siendo esta última la menos eficiente, mientras que la letra E representa el estándar actual de construcción, establecido en el artículo 4.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC).<sup>(58)</sup>

<sup>(58)</sup> <https://www.calificacionenergetica.cl/que-evalua-la-calificacion-energetica-de-viviendas/>

#### 4.2.2. Estándar Passivhaus, que es y cómo se logra

PassivHaus (Passiv House en inglés, Casa Pasiva en español) es un estándar referido a viviendas con consumo energético casi nulo basado en un procedimiento exhaustivo en el desarrollo del proyecto y la ejecución.

El estándar Passivhaus es un concepto fundamental, es algo que se puede lograr de muchas formas, no existe un método único de construcción para este concepto, sino que cualquier sistema constructivo puede modificarse para construir una edificación que una vez terminada va a ser una vivienda pasiva, y esta edificación va a tener dos grandes ventajas frente a una vivienda común; su interior estará todo el año, día y noche, a una temperatura perfecta para el confort humano y a un costo energético prácticamente insignificante.

Con el fin de lograr este consumo casi nulo, PassivHaus a través de sus entes reguladores utilizan varias técnicas, de las cuales se destacan 5 principios, estos son:

- Envoltente aislada térmicamente.

La envoltente de una edificación consiste en todos los elementos, ya sea muro, piso y cielo que separan el interior de una vivienda con el exterior. El ambiente exterior de la vivienda es controlado por la naturaleza y bien puede ser un ambiente de bajas temperaturas, de temperatura media, o un ambiente con temperaturas altas. Mientras que, al interior, lo que una vivienda pasiva pretende, es mantener la temperatura constantemente en 21° Celsius, que es la temperatura de confort humano. Esto no es fácil ya que todos los materiales tienen una conductividad térmica inherente (U), hay unos que conducen la temperatura mucho más que otros, pero finalmente todos transmiten energía térmica desde el lado de mayor temperatura al de menor hasta lograr un equilibrio (Instituto Nacional de Normalización, 1987).

| Material                                  | Conductividad Térmica [W/mK] |
|---|------------------------------|
| Concreto reforzado                        | 2.30                         |
| Ladrillo sólido                           | 0.80                         |
| Ladrillo perforado                        | 0.40                         |
| Maderas blandas (Pino Radiata)            | 0.13                         |
| Concreto aireado                          | 0.11                         |
| Fardos de paja                            | 0.055                        |
| Material aislante común                   | 0.040                        |
| Material aislante de alta calidad         | 0.025                        |
| Material aislante con Nanoporos           | 0.015                        |
| Material aislante al vacío (Silica)       | 0.008                        |
| Material aislante al vacío (alta calidad) | 0.002                        |

Figura 51: Conductividad Térmica de materiales de construcción, (Passive House Institute, 1996-2018).

Que una vivienda tenga una envolvente térmicamente aislada significa que los materiales que componen la envolvente deben ser materiales con una muy baja transmitancia térmica (U) el cual en este caso es el único requisito para que una edificación entre en el estándar de vivienda pasiva. la demanda de energía para calefacción de espacios no debe exceder los 15 kWh por metro cuadrado de espacio habitable neto (área de piso tratada) por año o 10 W por metro cuadrado de demanda máxima. Y esto depende totalmente del clima en el que está ubicada la edificación.

Lo que si establece el PHI en su documento “Criterios y algoritmos para componentes certificados Passivhaus”, es una referencia de niveles U que se deben cumplir en distintas zonas climáticas tipo del mundo, por ejemplo, en un clima donde las temperaturas máximas y mínimas sean muy extremas, como en Múnich, Alemania, el nivel de transmitancia (U) de la envolvente debe ser muy bajo, debe estar entre 0.1 y 0.15 W/(m<sup>2</sup>K). Mientras que, en un clima más templado, como en Santiago de Chile, donde las temperaturas mínimas y máximas no son tan extremas, el nivel U no debe ser mayor a 0.25 W/(m<sup>2</sup>K) (Passive House Institute, 2015).

➤ Envolvente hermética.

Conseguir que la envolvente de una vivienda esté aislada térmicamente es el punto más importante del estándar de vivienda pasiva, pero eso no serviría de mucho si es que esa misma envolvente no estuviera sellada herméticamente y permitiera entrar y salir el aire por múltiples filtraciones, ya que eso haría que la temperatura de confort humano al interior de la vivienda se viera profundamente afectada por la temperatura del aire exterior y costaría mucha energía mantenerla, dejando fuera de posibilidad la exigencia de consumo máximo de 15 kWh/m<sup>2</sup> al año.

Para el principio de envolvente hermética, el estándar Passivhaus establece una norma específica. Ésta consiste en que en una edificación no debe haber más de 0.6 ac/h, (0.6 cambios de aire por hora) bajo una presión hacia el exterior de 50 Pa, esto quiere decir que en una hora, estando la edificación con todas sus puertas y ventanas cerradas, y con una bomba de aire de 50 Pa de presión sacando aire de la edificación, el aire interior se debe renovar un máximo de 0.6 veces (la nomenclatura técnica de ese valor es 0.6 h<sup>-1</sup> y se le llama el valor N50) (Passive House Institute, 2016).

Para medir los cambios de aire por hora se utiliza un método llamado el “Blower door test”, que consiste en ubicar un compresor de aire en el vano de una puerta de la envolvente de una edificación, y que aplicando una presión de 50 Pa, genera una succión, desde el interior hacia el exterior, que es capaz de detectar las infiltraciones de aire de la edificación además de medir la cantidad de aire que sale en el tiempo, esto relacionado con el volumen de aire interior total de la edificación, determina el valor N50 de la edificación.



Figura 52: Ensayo Blowerdoor en casa pasiva, ESHAUS.



Figura 53: Hermeticidad casa pasiva, ESHAUS.

El Blowerdoor test, se debe realizar cuando toda la envolvente ya esté terminada y la capa hermética debidamente sellada, pero es importante que se haga antes de aplicar el revestimiento interior que va sobre la capa hermética, con el fin de poder detectar infiltraciones fácilmente y repararlas.

- Diseño libre de puentes térmicos.

Diseñar y construir un sistema constructivo libre de puentes térmicos no es una tarea fácil, es, en definitiva, el punto más difícil de lograr del estándar Passivhaus. Al igual que en el principio de envolvente hermética, la capa de aislamiento térmico de la envolvente debe ser totalmente continua, no se puede ver interrumpida por ningún elemento que no sean ventanas o puertas.

Para detectar puentes térmicos, o verificar fugas de energía térmica, se utilizan instrumentos especiales que mediante fotografías Infrarrojas son capaces de graficar la temperatura de las superficies, graficando en tonos cálidos las zonas de mayor temperatura (amarillo lo más cálido) y en tonos fríos las zonas de menor (azul lo más frío). Se entiende entonces que, si vemos una de estas fotografías de detección térmica que muestre una fachada desde fuera, las zonas marcadas en tonos que se acerquen al azul o morado, serán las zonas donde menos se fuga la energía, mientras que las zonas en amarillo serán las zonas donde la energía térmica se estará fugando con mayor facilidad, esas zonas son puentes térmicos.

Es necesario entender que un puente térmico funciona en ambos sentidos, en invierno, la energía térmica se fugará por los puentes térmicos desde el interior de la edificación hacia el exterior, pero en verano, son los puentes térmicos los que permitirán el ingreso no deseado de energía térmica a la edificación.

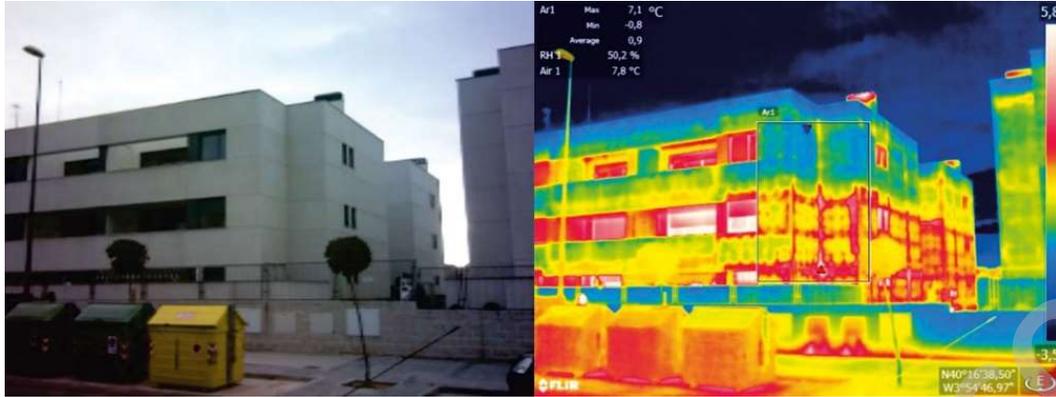


Figura 54: Termografía Passivhaus, Eshaus.

- Ventanas y puertas pasivas.

Este principio establece que, para el estándar Passivhaus, se necesitan ventanas y puertas especiales con un nivel de transmitancia térmica específico, a fin de no superar el consumo de 15 kWh/m<sup>2</sup> al año.

El PHI dispone en su página web, de un documento específico llamado “Criterios y algoritmos para componentes certificados Passivhaus”, en él se presenta un mapa del mundo dividido en 7 zonas climáticas, en el cual se muestra a continuación las zonas correspondientes a América del sur.



Figura 55: Mapa de zonas climáticas de Sudamérica. (Passive House Institute, 2015).

Se puede ver que aproximadamente desde la ciudad de Santiago hacia el norte de Chile, se califica como un clima cálido. Santiago incluido y hasta Puerto Montt, se califica entre los climas cálido y cálido/templado (cálido hacia la costa y cálido/templado hacia la Cordillera de los Andes). Desde Puerto Montt hasta Cochrane aproximadamente, se califica como clima frío/templado, y desde Cochrane al sur, se califica como clima frío. De esta forma, la ciudad de Santiago de Chile estaría calificada como un clima cálido/templado según el estándar Passivhaus.

También establece la transmitancia térmica (U) máxima que deben cumplir las puertas y ventanas en cada una de esas 7 zonas (ver Tabla 1) (Passive House Institute, 2015).

| Zona Climática     | Valores U para ventanas, marco incluido $\leq$ [W/(m <sup>2</sup> K)] | Valores U para vidrio de ventanas $\leq$ [W/(m <sup>2</sup> K)] |
|--------------------|---|---|
| 1. Ártico          | 0.45  | 0.35  |
| 2. Frio            | 0.65  | 0.52  |
| 3. Frio/Templado   | 0.85  | 0.70  |
| 4. Cálido/Templado | 1.05  | 0.90  |
| 5. Cálido          | 1.25  | 1.10  |
| 6. Caliente        | 1.25  | 1.10  |
| 7. Muy Caliente    | 1.05  | 0.90  |

Tabla 1: Valores U para ventanas según zona climática, (Passive House Institute, 2015).

Es evidente que para poder lograr los valores U para ventanas y puertas ya establecidos, se necesitan, en el caso de ventanas y puertas vidriadas, productos especiales donde el vidrioado sea hermético y altamente aislante. Es por esto, que el PHI dispone en su página web de un largo listado de productos certificados, con la información de sus respectivos proveedores, que cumplen con los valores U establecidos para las distintas zonas climáticas, y que incluyen detalles técnicos de los mismos productos (Passive House Institute, 1996-2018).

La mayor complejidad de este principio se encuentra en la unión de los marcos especiales aislados de ventanas y puertas con el muro sólido, ya que, de no ubicarlos en la posición correcta, es muy probable la generación de un puente térmico no deseado. Básicamente, el marco del elemento se debe ubicar en línea con la capa de aislación térmica de la envolvente (ver figura 56), de manera que el marco aislado contacte con material aislante y no con material sólido, eliminando así el puente térmico. Para estas situaciones específicas, el PHI también ofrece soluciones para distintos sistemas constructivos, todos ellos se pueden encontrar en la base de datos de componentes certificados de la página web del PHI.

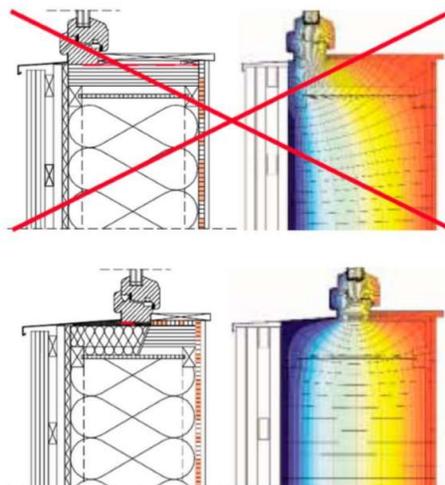


Figura 56: Escantillón de la ubicación correcta de una ventana. (Feist & Kaufmann, 2002)

➤ Ventilación con recuperación de energía térmica.

Con el propósito de mantener la calidad del aire necesaria para los humanos, es necesario renovar el aire interior de la edificación y para esto se utilizan sistemas de ventilación. Los sistemas de ventilación tienen que poder renovar el aire un mínimo de 0.33 veces por hora y deben ofrecer la opción de aumentar ese flujo con el propósito de limpiar el aire más rápido en caso de haber algún agente contaminante en el aire o simplemente porque hay más gente de lo normal dentro de la edificación y se requiere más aire limpio (Feist, 2003).

Las dimensiones del sistema completo de ventilación, incluyendo bombas de aire y ductos, se deben calcular de acuerdo con el volumen interior total de la edificación, la cantidad de personas que utilizarán regularmente la edificación y las distancias que deberá recorrer el aire dentro de la misma. Para estos cálculos se debe utilizar el PHPP, que después de ingresarle los datos ya mencionados, entregará los valores de potencia para la bomba de aire, además del diámetro y largo máximo de los ductos de ventilación.

Tanto en edificaciones residenciales como no residenciales, hay lugares donde se produce más humedad y donde hay más riesgo de agentes contaminantes del ambiente, como baños y cocinas, aquí se requiere que ese aire salga constantemente. Mientras que, en los otros lugares, las zonas habitables como dormitorios, salas de estar u oficinas, debido a su uso constante, necesitan suministro de aire fresco. Por esta razón, el estándar Passivhaus establece que los ductos de extracción de aire se instalen en baños y cocinas, mientras que los ductos de suministro de aire fresco se instalen en las áreas funcionales como dormitorios, salas de estar y oficinas (ver Figura 57) (Feist, 2003). Además, todas las áreas divididas entre sí que estén dentro de la envolvente de una edificación deben estar conectadas mediante pasos libres de aire instalados en las puertas.



Figura 57: Renovación aire en casa pasiva.

Al diseñar una edificación para el estándar Passivhaus, además de tener que seguir al pie de la letra lo especificado en los cinco principios ya explicados, es necesario cumplir con otros parámetros de diseño relacionados al concepto del uso pasivo de la energía. Este parámetro se detallará a continuación.

➤ Sombras y uso pasivo de la energía solar.

Es muy importante en el diseño de una edificación con estándar Passivhaus el aprovechamiento de la energía que entrega naturalmente el sol, es por esto por lo que, en primera instancia, la edificación se debe orientar hacia donde está el sol la mayor parte del año, y en el caso de Chile, que está en el hemisferio sur, esta orientación es hacia el Norte. La edificación, por tanto, debe estar pensada de tal forma que todas las habitaciones funcionales como dormitorios, salas de estar, oficinas, y otros, tengan una ventana y/o puerta vidriada orientada hacia el norte, de manera que, en invierno, cuando se requiere calefaccionar el interior, la radiación solar que ingresa por las ventanas sea otro aporte de energía térmica para calentar el ambiente interior. Además, esto entrega un aporte lumínico importante, disminuyendo así el uso de iluminación artificial.

Para el caso del verano, cuando en vez de calefaccionar, se requiere enfriar el ambiente interior, todas estas ventanas orientadas hacia el norte producirán por radiación solar, un aumento en la energía térmica del ambiente interior no deseado que puede significar un problema mayor. Para esto, se deben incluir en el diseño sistemas de producción de sombra como aleros, persianas o celosías que permitan bloquear el acceso extremo de sol por las ventanas. Lo ideal es que estos sistemas de producción de sombra sean operables, de tal manera que en invierno se puedan ubicar de forma que permitan la entrada de radiación solar y que, en verano, bloqueen la entrada de la radiación, manteniendo el ambiente interior a la temperatura de confort humano durante todo el año. Un ejemplo básico de esto se muestra en el siguiente esquema (ver Figura 58).

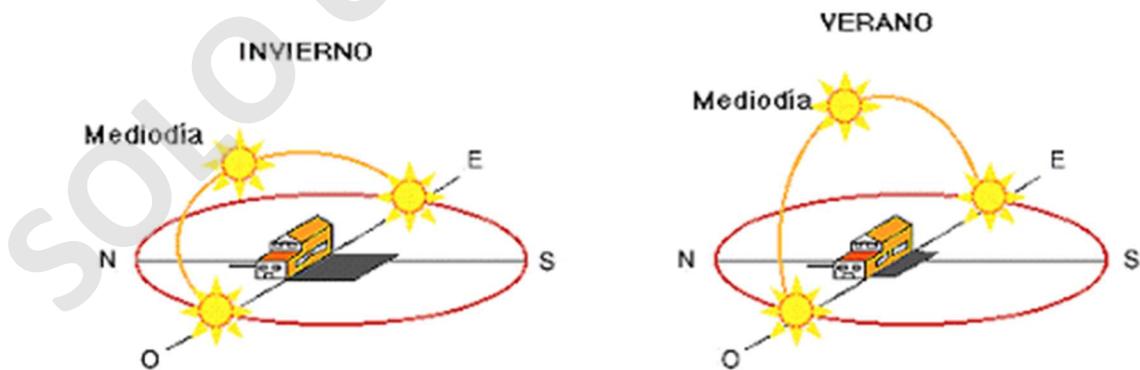


Figura 58: Esquema de sistema de control de sombra regulable.

## 5. SUBSIDIOS ESTATALES PARA ACCEDER A LA VIVIENDA EN CHILE

Hacia el año 2006, el MINVU<sup>(59)</sup> desarrolla la Nueva Política Habitacional destinada a lograr avances sustantivos en cuanto al mejoramiento de la vivienda e integración social, lo que permitiría disminuir drásticamente el déficit habitacional de los sectores más vulnerables de la población, aumentar la superficie de las viviendas al mismo tiempo de seguir ayudando a los sectores medios que necesitan del apoyo del Estado para alcanzar su vivienda propia.

El Fondo Solidario de Vivienda se consolida posteriormente mediante el decreto supremo N°174, de Vivienda y Urbanismo, de 2005, que reglamentó dicho programa, otorgando subsidios destinados a financiar la adquisición o construcción de una vivienda a familias según su Ficha CAS (Instrumento de Caracterización Socioeconómica), que en la actualidad se denomina Ficha FPS (Ficha de protección social), en el que el MINVU participa otorgando subsidios habitacionales para su financiamiento y, en el caso de proyectos de construcción, efectuando, además, la Inspección Técnica de Obras o contratándola por su cuenta y cargo.

Este programa del Fondo Solidario de vivienda considera tres capítulos, según el siguiente detalle.<sup>(60)</sup>

### **Fondo solidario de vivienda I, o FSV I**

Este capítulo está dirigido a prestar atención habitacional a familias que viven en condiciones de pobreza o indigencia que presentan un Puntaje de Carencia Habitacional de hasta 8.500 puntos (las más vulnerables del país), entregándoles subsidios para construir o comprar una vivienda nueva o usada, sin necesidad de un crédito hipotecario. En proyectos de construcción, el 30% de los integrantes del grupo postulante pueden tener hasta 13.484 puntos.

### **Fondo Solidario de Vivienda II, o FSV II**

Destinado preferentemente a la atención habitacional de familias comprendidas dentro del 40% de los hogares con mayor vulnerabilidad, pensado en familias que no califican bajo la línea de pobreza, pero debido a su fragilidad económica e inestabilidad laboral tienen dificultades para obtener crédito hipotecario, por lo cual dicho subsidio les permite obtener una casa sin deuda, con crédito complementario opcional.

### **Fondo Solidario de Vivienda III**

Entrega subsidios para construir una vivienda en zonas rurales, en terreno del postulante y con crédito complementario opcional, a familias que presentan un puntaje de carencia habitacional de hasta 11.734 puntos.

---

<sup>(59)</sup> MINVU: Ministerio de Vivienda y Urbanismo, como organismo del Estado está orientado a satisfacer las necesidades de la población en lo relativo a la vivienda y su entorno, y es responsable de un conjunto de actividades ligadas a este ámbito.

<sup>(60)</sup> [http://www.subsidio.cl/fondo\\_solidario\\_para\\_la\\_vivienda/que\\_es\\_el\\_fondo\\_solidario\\_de\\_para\\_la\\_vivienda](http://www.subsidio.cl/fondo_solidario_para_la_vivienda/que_es_el_fondo_solidario_de_para_la_vivienda).

El año 2010, a través del decreto supremo N°104, de Vivienda y Urbanismo, se incorporó la obligación para el beneficiario y su grupo familiar la obligación de habitar personalmente la vivienda, gravándose a ésta con hipoteca, prohibición de enajenar y de celebrar acto o contrato alguno que importe la cesión del uso y goce de la misma, a título gratuito u oneroso, obligaciones que se mantienen en el reglamento a que se hará referencia a continuación. <sup>(61)</sup>

El año 2012 entra en vigor el decreto supremo N°49, de Vivienda y Urbanismo, de 2011, que aprueba el reglamento del Programa Fondo Solidario de Elección de Vivienda, y que sucede y complementa al Fondo Solidario de Vivienda, sin derogarlo, enfocado a la entrega de beneficios a las familias vulnerables a través de un nuevo subsidio que posibilitará obtener o construir viviendas sin deuda, nuevas o usadas. Se trata de un subsidio único para la totalidad del proyecto, existiendo distintas alternativas de postulación, pues se puede efectuar de manera individual o grupal, premia el esfuerzo de las familias para su financiamiento, poniendo fin a la obligatoriedad de postular a través de entidades de gestión inmobiliaria social (EGIS), como lo establecía el decreto supremo N°174, de 2005, pudiendo acudir directamente al SERVIU, con lo que se pone fin a la intervención forzosa de dichas entidades. Tampoco será obligatorio postular con un proyecto estructurado, por lo que el subsidio se entregará de forma tal que permitirá a las personas escoger con mayor libertad las características de las viviendas, conteniendo además incentivos para mejorar la calidad del proyecto.

A través de este reglamento, se mejora la focalización para la atención de las familias más vulnerables, otorgando mayores valores a los subsidios y mejores incentivos a la localización, mejorando la focalización y la selección de las familias al exigir la presentación de una declaración de núcleo familiar y otorgando puntajes adicionales a quienes incrementen su ahorro; asimismo la Ficha de Protección Social deja de ser el único mecanismo de selección y establece una mayor ponderación a criterios tales como el tamaño del grupo familiar y las características de sus integrantes, ya que entrega puntajes adicionales en casos que el núcleo lo integren adultos mayores, madre o padre soltero, viudo o divorciado, discapacitados, menores de cinco años y menores entre 6 y 18 años; teniendo en cuenta también la antigüedad de la postulación y las condiciones de habitabilidad de las familias, el hacinamiento, el tipo de vivienda en que residen, la forma en que obtienen el agua y la de eliminación de excretas.

En este contexto, a continuación, se presentan los subsidios habitacionales entregados por el Estado de Chile a los cuales pueden optar las familias para acceder a la vivienda. Además, se explicitan los requisitos que deben cumplir los postulantes para acceder a la ayuda económica estatal, así como los montos máximos del beneficio que varían en cada caso.

---

<sup>(61)</sup> Biblioteca del congreso Nacional de Chile. Historia de la ley N°20.738. Modifica la ley N°17.635 de 1972 que establece normas sobre cobro ejecutivo de créditos para la vivienda que indica.

## 5.1. ¿Qué es un subsidio habitacional?

El subsidio habitacional, es una ayuda económica otorgada por el Estado en apoyo de una familia para la adquisición de una vivienda, la cual puede ser nueva o usada, urbana o rural, o bien, se puede utilizar para construcción en un sitio propio. <sup>(62)</sup>

El subsidio habitacional se complementa con el ahorro familiar y en algunos casos con créditos hipotecarios y/o aportes de terceros.

La entidad encargada de otorgar distintos tipos de Subsidios Habitacionales, dependiendo de las características y preferencias del postulante, es el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Minvu. Estos se dividen en Subsidios para la compra, construcción y mejoramiento de una vivienda, más otros subsidios complementarios que pueden ayudar a financiar la totalidad de la casa propia. <sup>(63)</sup>

---

<sup>(62)</sup> <https://www.minvu.cl/preguntas-frecuentes/informacion-general-de-subsidios/que-es-un-subsidio-habitacional/>

<sup>(63)</sup> Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN). Subsidios estatales para acceder a la vivienda en Chile

## 5.2. ¿Qué tipos de subsidios habitacionales existen?

### 5.2.1. Subsidio para la compra de una vivienda

Permite a familias que no son dueñas de una vivienda y tienen capacidad de ahorro, acceder a una ayuda económica para comprar una casa o departamento nuevo o usado, a continuación, se presentan los tipos de subsidios que se involucran en este ítem.

#### 5.2.1.1. Fondo Solidario de Elección de vivienda (D.S. 49)

Es un programa del Estado dirigido a familias sin vivienda que viven en situación de vulnerabilidad social que permite adquirir o, también arrendar una, sea casa o departamento, nueva o usada, sin crédito hipotecario en sectores urbanos o rurales.

En el caso de la compra, el valor máximo del inmueble debe ser de 950 UF, y el monto máximo de subsidio va desde las 314 UF hasta las 794 UF. No obstante, todos los montos de subsidio podrán variar según la zona geográfica en que se ubique la vivienda, sus condiciones particulares y de la familia beneficiada. El ahorro mínimo debe ascender a las 10 UF. <sup>(64)</sup>

¿Quiénes pueden acceder a este subsidio?

Familias que no son dueñas de una vivienda, viven en situación de vulnerabilidad social y necesidad habitacional.

Este apoyo del Estado permite comprar una vivienda construida (casa o departamento) de hasta 950 UF <sup>0</sup> sin crédito hipotecario en sectores urbanos o rurales, o bien, integrarse a una de las iniciativas de la nómina de proyectos habitacionales del SERVIU. <sup>(65)</sup>

¿Cómo se financia la compra de una vivienda?

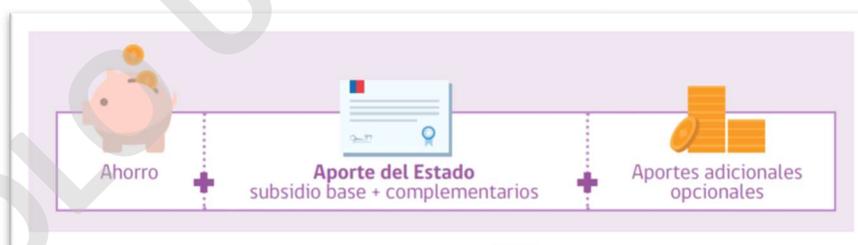


Figura 59: Proceso de financiamiento para el subsidio Fondo Solidario de Elección de vivienda (D.S. 49)

<sup>(64)</sup> Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Programas del Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Construir una Vivienda. Fondo solidario de elección de vivienda D.S. 49.

Disponibles en: <http://beneficios.minvu.gob.cl/comprar-una-vivienda/sector-vulnerable/>

<sup>(65)</sup> Para las comunas de Juan Fernández e Isla de Pascua en la Región de Valparaíso, así como las regiones de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y de Magallanes y Antártica Chilena, la provincia de Palena en la Región de Los Lagos, y las localidades de Isla Mocha e Isla Santa María de la Región del Biobío, este precio no podrá exceder de 1.050 UF.

## Montos de subsidio según alternativa

El aporte del Estado está compuesto por un subsidio base de 314 UF que puede aumentar según la ubicación de la vivienda y al que se le suman subsidios complementarios, dependiendo de las características del grupo familiar que postula y de la vivienda que se busca comprar.

| Subsidio base   |   | desde 314 UF  |  |   |
|---|---|---|--|---|
| <b>Subsidios Complementarios</b>  |   |   |  |   |
| <b>Subsidio según localización de la vivienda</b>                                 | <b>Densificación en altura</b><br>(desde tres pisos)                              | <b>Discapacidad</b><br>(obras especiales en la vivienda)                          | <b>Superficie adicional</b><br>(viviendas sobre 37,5 mt <sup>2</sup> )             | <b>Premio a ahorro adicional</b><br>(más de 10 UF al postular)                      |
|  |  |  |  |  |
| 120 ó 200 UF  | 110 UF  | 20 u 80 UF  | Hasta 50 UF  | Hasta 30 UF   |

Figura 60: Monto de subsidios complementarios, MINVU.

## Requisitos para postular

- Tener mínimo 18 años.
- Contar con Cédula Nacional de Identidad vigente. Las personas extranjeras deben presentar, además, Certificado de Permanencia Definitiva (emitido por el Departamento de Extranjería del Ministerio del Interior o por Policía de Investigaciones de Chile).
- Pertener al tramo del 40% más vulnerable de la población, de acuerdo con la calificación socioeconómica establecida en el Registro Social de Hogares (RSH).
- Tener el ahorro mínimo exigido en una cuenta de ahorro para la vivienda a nombre de quien postule, el cual será de 10 UF, a más tardar al último día hábil del mes anterior al de la postulación.
- Acreditar en el RSH<sup>(66)</sup> un grupo familiar. No pueden postular personas solas (familias unipersonales), excepto aquellas afectadas por alguna discapacidad (acreditada por la COMPIN), Adultos Mayores, ciudadanos que tengan la calidad de indígenas, personas reconocidas en el Informe Valech y viudos/as.

<sup>(66)</sup> RSH: Registro Social de Hogares, es un sistema de información cuyo fin es apoyar los procesos de selección de beneficiarios de un conjunto amplio de subsidios y programas sociales.

### 5.2.1.2. Subsidio para familias de Sectores Medios (D.S.1)

Este beneficio está dirigido a las familias de sectores medios que no son propietarias de una vivienda, pero cuentan con capacidad de ahorro y además tienen la posibilidad de complementar el valor de esta con recursos propios o crédito hipotecario. Este subsidio, permite adquirir una vivienda nueva o usada, en sectores urbanos o rurales, y establece las siguientes opciones para los grupos familiares.

¿Quiénes pueden acceder a este subsidio?

Familias de sectores medios que no son dueñas de una vivienda, que tienen capacidad de ahorro y posibilidad de complementar el valor de una casa o departamento con recursos propios o crédito hipotecario. Este apoyo del Estado permite adquirir una vivienda nueva o usada de hasta 140 m<sup>2</sup> y tiene tres opciones a las cuales se puede postular de manera individual o colectiva, según las características socioeconómicas de las personas o familias interesadas

Montos de subsidio según alternativa

**Zona extremo norte.** Regiones de Arica y Parinacota hasta Atacama y Provincia de Chiloé

|                          |                     |  |
|--------------------------|---------------------|--|
| <b>Título I, tramo 1</b> | Ahorro mínimo 30 UF | Los postulantes pueden pertenecer hasta el tramo del 60% según el Registro Social de Hogares (RSH).<br><b>Permite comprar viviendas de hasta 1.000 UF y entrega un subsidio fijo de 600 UF.</b>  |
| <b>Título I, tramo 2</b> | Ahorro mínimo 40 UF | Quienes postulan a esta alternativa pueden pertenecer hasta el tramo del 80% según el RSH.<br><b>Permite comprar viviendas de hasta 1.600 UF y el subsidio varía entre las 175 y las 550 UF, según el precio de la vivienda. Para la Provincia de Chiloé el subsidio varía entre las 225 y las 589 UF.</b>       |
| <b>Título II</b>         | Ahorro mínimo 80 UF | Las personas o familias que postulan pueden pertenecer hasta el tramo del 90% según el RSH.<br><b>Se pueden comprar viviendas de hasta 2.400 UF y el subsidio puede variar entre las 140 y 400 UF, según el precio de la vivienda. Para la Provincia de Chiloé el subsidio varía entre las 140 y las 450 UF.</b> |

Figura 61: Ahorro mínimo en UF según tramo de la CSE de la persona o familia de la zona extremo norte de Chile para obtener subsidio para familias de Sectores Medios, MINVU.

**Zona regular.** Regiones de Coquimbo hasta Los Lagos

|                          |                        |   |
|--------------------------|------------------------|---|
| <b>Título I, tramo 1</b> | Ahorro mínimo<br>30 UF | Los postulantes pueden pertenecer hasta el tramo del 60% según el Registro Social de Hogares (RSH). <b>Permite comprar viviendas de hasta 1.000 UF y entrega un subsidio fijo de 500 UF.</b>  |
| <b>Título I, tramo 2</b> | Ahorro mínimo<br>40 UF | Quienes postulen a esta alternativa pueden pertenecer hasta el tramo del 80% según el RSH. <b>Permite comprar viviendas de hasta 1.400 UF y el subsidio varía entre las 200 y las 516 UF, según el precio de la vivienda.</b>       |
| <b>Título II</b>         | Ahorro mínimo<br>80 UF | Las personas o familias que postulen pueden pertenecer hasta el tramo del 90% según el RSH. <b>Se pueden comprar viviendas de hasta 2.200 UF y el subsidio puede variar entre las 125 y 350 UF, según el precio de la vivienda.</b> |

Figura 62: Ahorro mínimo en UF según tramo de la CSE de la persona o familia de la zona regular de Chile para obtener subsidio para familias de Sectores Medios, MINVU.

**Zona extremo sur e insular.** Regiones de Aysén del Gral. C. Ibañez del Campo, de Magallanes y la Antártica Chilena; Provincia de Palena; comunas de Isla de Pascua y de Juan Fernández

|                          |                        |   |
|--------------------------|------------------------|---|
| <b>Título I, tramo 1</b> | Ahorro mínimo<br>30 UF | Los postulantes pueden pertenecer hasta el tramo del 60% según el Registro Social de Hogares (RSH). <b>Permite comprar viviendas de hasta 1.000 UF y entrega un subsidio fijo de 700 UF.</b>  |
| <b>Título I, tramo 2</b> | Ahorro mínimo<br>40 UF | Quienes postulen a esta alternativa pueden pertenecer hasta el tramo del 80% según el RSH. <b>Permite comprar viviendas de hasta 1.600 UF y el subsidio varía entre las 300 y las 640 UF, según el precio de la vivienda.</b>       |
| <b>Título II</b>         | Ahorro mínimo<br>80 UF | Las personas o familias que postulen pueden pertenecer hasta el tramo del 90% según el RSH. <b>Se pueden comprar viviendas de hasta 2.400 UF y el subsidio puede variar entre las 140 y 525 UF, según el precio de la vivienda.</b> |

Figura 63: Ahorro mínimo en UF según tramo de la CSE de la persona o familia de la zona extremo sur e insular de Chile para obtener subsidio para familias de Sectores Medios, MINVU.

## Requisitos para postular

- Tener mínimo 18 años.
- Contar con Cédula Nacional de Identidad Vigente. Las personas extranjeras deben presentar Cédula de Identidad para Extranjeros con permanencia definitiva y Certificado de Permanencia Definitiva (emitido por el Departamento de Extranjería del Ministerio del Interior o por Policía de Investigaciones de Chile).
- Acreditar una cuenta de ahorro para la vivienda con una antigüedad mínima de un año. Acreditar que el ahorro exigido esté depositado en la cuenta para la vivienda, al último día del mes anterior a la postulación. A partir de esa fecha no deberá efectuar giros en la cuenta.
- Estar inscrito en el Registro Social de Hogares (RSH) y no superar el tramo de calificación socioeconómica que exige la alternativa de subsidio a la que desea postular. Los adultos mayores podrán pertenecer hasta el tramo del 90% según RSH, independiente del Título y tramo al que postulen.
- En caso del Título I, tramo 2 y Título II, las personas deberán contar, además, con una preaprobación de crédito hipotecario, emitida por una entidad crediticia (bancos, cooperativas, etc.).
- En caso de postular colectivamente el grupo debe:
  - Tener un mínimo de 10 integrantes.
  - Postular a través de una Entidad Patrocinante.
  - Contar con un proyecto habitacional aprobado por el Serviu.

¿Cómo se financia la compra de una vivienda?



Figura 64: Proceso de financiamiento para el Subsidio para familias de Sectores Medios, MINVU.

### 5.2.1.3. Subsidio de Leasing Habitacional

Permite optar a un apoyo estatal de entre 125 y hasta 600 UF para acceder a una vivienda, terminada (nueva o usada).

Para obtener el subsidio, debe existir un contrato de arrendamiento con promesa de compraventa de una empresa o sociedad inmobiliaria regida por el título II de la Ley N°19.281, referida a leasing habitacional.

¿Quiénes pueden acceder a este subsidio?

Este beneficio está dirigido a mayores de 18 años, capaces de ser sujetos de crédito y que puedan pagar un arriendo, pero que no sean propietarios de un bien raíz ni tengan capacidad de generar ahorro suficiente para postular a otros sistemas de subsidio habitacional.

¿Cómo se financia el leasing habitacional?

La vivienda se paga con el subsidio y con la parte del aporte mensual que el arrendatario destina a este fin, más los aportes que el interesado pudiera efectuar. Una vez que se complete el precio prometido de venta, se celebrará el contrato de compraventa con el que se transfiere la vivienda al arrendador promitente comprador.

Este sistema no exige ahorro previo. Sin perjuicio de ello, la sociedad inmobiliaria podría exigir un aporte contado. El interesado debe financiar los trámites exigidos por la inmobiliaria.

Montos de subsidio según alternativa

El monto del subsidio fluctúa de acuerdo con el precio de la vivienda y la comuna. De esta forma, los precios máximos de las viviendas son de:

Hasta 2200 UF: En viviendas emplazadas en las regiones de Arica y Parinacota, de Tarapacá, de Antofagasta y de Atacama. En viviendas situadas en la provincia de Chiloé y en las regiones de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, Magallanes y Antártica Chilena; la provincia de Palena; las comunas de Isla de Pascua y Juan Fernández.

2000 UF: En viviendas emplazadas en todas las regiones, provincias y comunas del país, excepto en las mencionadas anteriormente.

| Emplazamiento de la Vivienda   | Precio de la vivienda en UF | Monto Máximo subsidio UF | Monto mínimo subsidio UF |
|--|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Viviendas emplazadas en todas las regiones, provincias y comunas del país, excepto las señaladas más abajo.  | Hasta 2000 UF               | 425                      | 125                      |
| Viviendas emplazadas en las regiones de Arica y Parinacota, de Tarapacá, de Antofagasta y de Atacama.  | Hasta 2200 UF               | 475                      | 140                      |
| Viviendas ubicadas en la provincia de Chiloé.  |                             | 525                      |                          |
| En viviendas situadas en las regiones de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, Magallanes y Antártica Chilena; provincia de Palena; las comunas de Isla de Pascua y Juan Fernández. |                             | 600                      |                          |

Figura 65: Monto de subsidio leasing habitacional según caso. MINVU

Al valor de la vivienda se le descuenta el valor total del subsidio, el cual es pagado de una sola vez por parte el SERVIU. <sup>(67)</sup>

#### Requisitos para postular

- Ser mayor de 18 años.
- Estar inscrito en el Registro Único de Inscritos del SERVIU. El interesado no puede tener más de una inscripción en el registro.
- No ser propietarios de una vivienda (postulante y cónyuge).
- No haber sido beneficiados anteriormente con vivienda o subsidio habitacional proporcionado por el Estado o las municipalidades (postulante y cónyuge).
- Ser titular de una Cuenta de Ahorro para Arrendamiento de Viviendas con Promesa de Compraventa (cuenta ahorro “Leasing Habitacional”), el postulante o el cónyuge.
- No tener suscrito más de un contrato de arrendamiento con promesa de compraventa con una o más sociedades inmobiliarias (postulante o cónyuge).

<sup>(67)</sup> SERVIU: Servicios de Vivienda y Urbanización, es en su jurisdicción, el organismo ejecutor de las políticas, planes y programas que disponga desarrollar el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, y, como tal, no tendrá facultades de planificación. <http://serviu10.minvu.cl/transparencia/potestades.html>

#### 5.2.1.4. Programa de integración Social y Territorial (D.S. 19)

Permite a familias de diferentes realidades socioeconómicas que buscan adquirir su primera vivienda con apoyo del Estado, acceder a proyectos habitacionales en barrios bien localizados y cercanos a servicios, con estándares de calidad en diseño, equipamiento y áreas verdes.

Las familias que tienen un subsidio para comprar una vivienda lo pueden aplicar en estos proyectos habitacionales, en la medida que existan viviendas por el valor correspondiente a su beneficio. <sup>(68)</sup>

De igual forma, las familias o personas que no tienen un subsidio habitacional también pueden acceder a viviendas de estos proyectos, siempre y cuando cumplan con los requisitos de postulación al Subsidio para Sectores Medios, DS1.

Las familias que pueden acceder a estos proyectos habitacionales son aquellas que tienen un subsidio habitacional pero no han podido aplicarlo, o bien, aquellas que se encuentran dentro de los tramos de vulnerabilidad socioeconómica exigidos, de acuerdo con el Registro Social de Hogares (RSH).

¿Cómo pueden acceder a este programa las familias de menores ingresos?

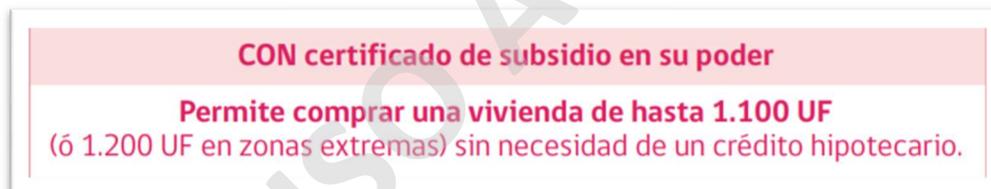


Figura 66: Valor tope de vivienda para familias de menores ingresos con el certificado de subsidio, MINVU

Para acceder a este programa es necesario contar con alguno de los siguientes Subsidios:

- Fondo Solidario de Elección de Vivienda, DS49 para familias vulnerables.
- Subsidio para familias de sectores medios DS1 Título I (tramo 1).
- Subsidio destinado a damnificados a partir del 2014.

\*Los cupos para comprar viviendas de este valor son limitados, representan al menos el 20% del total de viviendas de cada proyecto aprobado por este programa habitacional.

\*Las entidades desarrolladoras de los proyectos (inmobiliarias y/o constructoras) NO pueden cobrar por gastos operacionales y de escrituración, pues el subsidio incluye un aporte adicional de hasta 10 UF para dichos gastos.

<sup>(68)</sup> SubsidiosChile.com. Conoce aquí cómo puedes comprar una vivienda con el Subsidio DS19.

<http://subsidioschile.com/como-comprar-una-vivienda-con-el-subsidio-ds19/604/>

¿Cómo se financia la compra de esta vivienda para familias de menores ingresos?



Figura 67: Financiamiento del programa de integración social y territorial para familias de menores ingresos, MINVU

¿Cómo pueden acceder a este programa las familias de clase media?

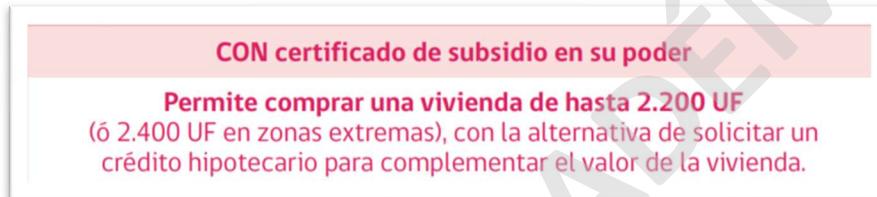


Figura 68: Valor tope de vivienda para familias de clase media con el certificado de subsidio, MINVU

Pueden acceder a este programa si cuenta con alguno de los siguientes Subsidios:

- Subsidio para familias de sectores medios DS1 Título I (tramo 1 y 2) y Título II.

\*El beneficiario debe pagar los gastos operacionales y de escrituración, asociados a la compra de la vivienda.

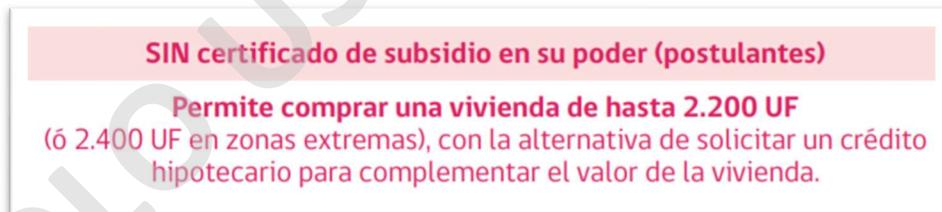


Figura 69: Valor tope de vivienda para familias de clase media sin el certificado de subsidio, MINVU

Puede acceder a este programa si cumple con los siguientes requisitos:

- Tener el ahorro mínimo familiar.
- Estar dentro del 90% en el Registro Social de Hogares (RSH).
- No tener una propiedad (postulante, cónyuge, conviviente civil o integrantes del núcleo familiar declarado).

\*El beneficiario debe pagar los gastos operacionales y de escrituración, asociados a la compra de la vivienda.

¿Cómo se financia la compra de esta vivienda para familias de clase media?



Figura 70: Financiamiento del programa de integración social y territorial para familias de clase media, MINVU. <sup>(69)</sup>

### Montos de subsidio según alternativa

Los valores máximos de las viviendas a las que pueden optar son de hasta 1.100 UF para familias que se ubican en el 50% de vulnerabilidad social (sólo familias con certificado de subsidio en mano) y de 2.200 UF para familias entre el 50% y 90% de vulnerabilidad social.

<sup>(69)</sup> Minvu.cl - Subsidio de integración social y territorial DS19

<https://www.minvu.cl/beneficio/vivienda/subsidio-de-integracion-social-y-territorial-ds19/>

### 5.2.1.5. Integración social y reactivación económica (D.S. N°116)

El subsidio DS116 es un programa extraordinario, cuyo objetivo es contribuir a la reactivación económica del país mediante el fomento del mercado inmobiliario, mientras impulsa la integración social y amplía la oferta habitacional para que familias de diferentes realidades socioeconómicas puedan acceder a una vivienda digna.

Es un beneficio que permite a familias que cuenten con subsidio sin aplicar o familias vulnerables sin subsidio, acceder a una vivienda para su uso habitacional.

¿Cuánto otorga el subsidio DS116?

Los montos del subsidio, así como el ahorro mínimo exigido para postular, están establecidos en el artículo 5 del Decreto Supremo DS116 de 2014<sup>(70)</sup>, y son distintos para las familias vulnerables y las pertenecientes al sector medio.

**Para las familias vulnerables**, los montos de subsidio y el ahorro mínimo exigido para postular, expresados en U.F., serán los siguientes:

| Emplazamiento de la vivienda   | Precio vivienda U.F. | Monto máximo subsidio U.F. | Ahorro mínimo U.F. |
|--|----------------------|----------------------------|--------------------|
| a) Viviendas emplazadas en todas las regiones, provincias y comunas del país, excepto las señaladas en las letras b) y c).   | Hasta 900            | 700                        | 20                 |
| b) Viviendas emplazadas en las Regiones de Arica y Parinacota, de Tarapacá, de Antofagasta y de Atacama y Provincia de Chiloé.   | Hasta 1.000          | 750                        |                    |
| c) Viviendas emplazadas en las Regiones de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, de Magallanes y Antártica Chilena; provincia de Palena; comunas de Isla de Pascua y de Juan Fernández. |                      | 800                        |                    |

Figura 71: Montos de subsidio y ahorro mínimo para postular dirigido a sectores vulnerables, BCN

Los grupos familiares con menos recursos pueden adquirir viviendas de hasta 900 UF, con un subsidio máximo de 700 UF, más un bono de integración de hasta 180 UF dependiendo de la región en que se ubique la vivienda.

<sup>(70)</sup> Biblioteca nacional del congreso de Chile.

<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1074571>

Por ejemplo, para las familias con menos recursos, el valor del bono de integración social corresponderá “A la diferencia entre el precio de la vivienda y el monto de subsidio más el ahorro de las familias” (Artículo 2º del Decreto N°116), y no podrá exceder de los siguientes montos:

| Emplazamiento de la Vivienda   | Bono de Integración Social Máximo para Familias Vulnerables UF |
|--|--|
| a) Viviendas emplazadas en todas las regiones, provincias y comunas del país, excepto las señaladas en las letras b) y c). | 190  |
| b) Viviendas emplazadas en las Regiones de Arica y Parinacota, de Tarapacá, de Antofagasta y de Atacama.                   | 240  |
| c) Provincia de Chiloé.  |  |

Figura 72: Monto de bono de integración social según región, BNC.

Para las familias de sectores medios, el subsidio funcionaría de la siguiente manera:

| Emplazamiento de la vivienda   | Precio vivienda U.F. | Subsidio U.F.   | Monto máximo subsidio U.F. | Monto mínimo subsidio U.F. | Ahorro mínimo U.F. |
|--|----------------------|-----------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|
| a) Viviendas emplazadas en todas las regiones, provincias y comunas del país, excepto las señaladas en las letras b), c) y d).   | Hasta 2.000          | 725 - 0,375 x P | 350                        | 125                        | 50                 |
| b) Viviendas emplazadas en las Regiones de Arica y Parinacota, de Tarapacá, de Antofagasta y de Atacama.   | Hasta 2.200          | 775 - 0,375 x P | 400                        | 140                        |                    |
| c) Provincia de Chiloé.  |                      | 825 - 0,375 x P | 450                        |                            |                    |
| d) Viviendas emplazadas en las Regiones de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, de Magallanes y Antártica Chilena; provincia de Palena; comunas de Isla de Pascua y de Juan Fernández. |                      | 900 - 0,375 x P | 525                        |                            |                    |

Figura 73: Montos de subsidio y ahorro mínimo para postular dirigido a sectores medios, BCN

\*En que "P" corresponde al precio de la vivienda. Estos montos de subsidio se calcularán con dos decimales.

\*Las entidades desarrolladoras de los proyectos (inmobiliarias y/o constructoras) NO pueden cobrar por gastos operacionales y de escrituración, pues el subsidio incluye un aporte adicional de hasta 10 UF para dichos gastos.

El subsidio para familias de sectores medios varía entre las 125 UF y las 350 UF, dependiendo de la región en que se ubique el proyecto y el precio de la vivienda seleccionada. Además, se incluirá un bono de integración que asciende a las 100 UF y un bono por captación de subsidios, que fluctúa entre las 50 UF y 200 UF. <sup>(71)</sup>

Por ejemplo, las familias de sectores medios podrán beneficiarse del bono por captación de subsidios, el que se determinará de acuerdo con los porcentajes de familias vulnerables y de sectores medios que se integren al proyecto y que hayan sido beneficiados con un subsidio habitacional en llamados efectuados hasta el 31 de diciembre de 2015; este bono será adicional al bono de integración social. Los montos del bono por captación de subsidios serán los siguientes, de acuerdo con los porcentajes indicados. <sup>(72)</sup>

| <b>% de subsidios captados respecto del total de viviendas del proyecto</b> | <b>Bono por Captación de Subsidio para Familias de Sectores Medios U.F.</b> |
|---|---|
| Mayor que 0% y hasta 20%  | 50  |
| Más de 20% y hasta 30%  | 100   |
| Más de 30% y hasta 40%  | 150   |
| Más de 40%  | 200   |

*Figura 74: Montos de bono en UF y % de subsidios captados respecto de total de viviendas del proyecto dirigido a sectores medios, BCN*

\*Para determinar el bono por captación de subsidios se considerarán los subsidios captados hasta la fecha de recepción municipal del proyecto. En caso de que el proyecto obtenga una recepción parcial, el cálculo del bono por captación de subsidios se efectuará con la demanda captada a la fecha de dicha recepción parcial sobre el total de viviendas del proyecto.

<sup>(71)</sup> Chileatiende. Programa de Reactivación económica e integración social. Disponible en: <https://www.chileatiende.gob.cl/fichas/42032-programa-de-reactivacion-economica-e-integracion-social-d.s.-n-116>

<sup>(72)</sup> Biblioteca nacional del congreso de chile. Decreto N°116. Artículo 7 – Bono por captación de subsidios. <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1074571>

## Atributos de los proyectos para ser considerados en el Programa de Integración Social y Territorial

Si bien este programa nace con el objetivo, de ampliar la oferta de viviendas subsidiadas en ciudades con mayor déficit, contribuir a generar empleo y activar la industria de la construcción y favorecer la integración social en conjuntos habitacionales de calidad y bien localizados, solo hay disponibles 25.000 cupos para nuevas viviendas, adicionales al Programa 2016 del MINVU, que cumplan requisitos y atributos, para las empresas que quieren incluir este programa en sus proyectos tales como en calidad, localización, integración social y focalización de estos. Estos atributos se presentan a continuación:

### ➤ CALIDAD

- Distintas tipologías de viviendas.
- Diversidad de diseños.
- Alto estándar de urbanización.
  
- Calidad de viviendas
  - Todas las viviendas deben cumplir estándar mínimo del Cuadro Normativo e Itemizado Técnico DS N°1.<sup>(73)</sup>
  - Superficie edificada mínima exigida (47m<sup>2</sup> para casas; 52 m<sup>2</sup> para departamentos).
  - Exigencia de Cierros perimetrales entre unidades de vivienda y hacia Bienes Nacionales de Uso Público.
  - Conformación de Closet.
  
- Criterios de selección
- Mayor Superficie
  - Desde 52m<sup>2</sup> para casas y desde 56m<sup>2</sup> para departamentos.
  - Desde 57m<sup>2</sup> para casas y desde 60m<sup>2</sup> para departamentos.
  
- Incorporación Eficiencia energética tales como:
  - Sistemas pasivos (Ej. Ventilación pasiva o convectiva, sombreaderos, soluciones térmicas).
  - Sistemas solares térmicos.
  - Paneles fotovoltaicos.
  - Sistemas de calefacción eficiente (Ej. Estufas de EcoPellets).

---

<sup>(73)</sup> Biblioteca nacional del congreso de Chile. Aprueba "Tabla de espacios y usos mínimos para el mobiliario del DS N°1 e itemizado técnico para proyectos del Título I del DSN°1" (17/08/2012)

- Viviendas adaptadas para personas con movilidad reducida
- Pertinencia en Diseño y Materialidad, según características de la región en que se emplazan:
  - Diseños (Ej. Aleros de mayor dimensión, accesos cubiertos, logias cubiertas en casas, celosías).
  - Materialidad (Ej. revestimiento de tejuela, madera, etc).
  - Calidad en urbanización y equipamiento
- Homogeneidad en el diseño del conjunto y en estándares de urbanización.
- Equipamientos y áreas verdes:
  - Orientados a las distintas tipologías de viviendas
  - Con localización que contribuya a la integración de todas las familias.
  - Estándares de diseño y calidad adecuados al proyecto (según requisitos del D.S. N° 1).
  - Solución adecuada a condicionantes topográficas, geográfico-climáticas, escurrimiento de aguas superficiales y de seguridad para los usuarios.
- Accesibilidad Universal

#### Criterios de selección <sup>(74)</sup>

- Eficiencia energética. (Ej. Iluminación LED o fotovoltaica, puntos limpios, vegetación de bajo consumo de agua o sistemas de riego eficientes)
- Equipamiento sobre el estándar mínimo del DS N°1. (Ej. Ciclo vías, pistas de patinaje, multicanchas, juegos infantiles de mejor estándar o inclusivos)
- Equipamiento básico de uso comercial o de servicios.

---

<sup>(74)</sup> Ministerio de vivienda y urbanismo. Programa de integración social y territorial. (Mayo 2016).

<https://www.minvu.cl/wp-content/uploads/2019/05/DS-19-Prog-de-Integrac-Social-y-Territ-31-05-2016.pdf>

## ➤ LOCALIZACION

- Distancia máxima a servicios:
  - Hasta 1.000 m, Establecimiento educacional, con 2 niveles de educación.
  - Hasta 1.000 m, Parvulario.
  - Hasta 2.500 m, Establecimiento de salud (primaria o superior).
  - Hasta 500 m, Vía con transporte público.
  - Hasta 2.500 m, Equipamiento comercial, deportivo o cultural (escala mediana).
  - Hasta 1.000 m, Área verde pública (de superficie mayor a 5.000 m<sup>2</sup>)
  - Hasta 200 m, Acceso directo a vía de servicio o rango superior.

## ➤ INTEGRACION SOCIAL

- Viviendas de distintos precios.
- Familias con diferentes ingresos
- Integración social en viviendas
  - Mínimo 3 tipologías de vivienda.
  - Mínimo 3 precios de vivienda

Por ejemplo: - El 20% de viviendas del proyecto deben costar hasta 1.100 UF.  
- El 10% de viviendas desde 1.200 a 1.400 UF.  
- El 20% de vivienda de más de 1.500 UF.

- Integración de familias

Se consideran para este programa familias hasta el 90% de CSE<sup>(75)</sup> y familias del 50% de CSE como mínimo.

---

<sup>(75)</sup> CSE: Calificación Socioeconómica, es el rango porcentual en que se ubican los hogares de acuerdo con los ingresos efectivos que perciben, número de personas que componen el hogar y sus características.

Chile Atiende. Registro social de hogares. (01/06/2020).

<https://www.chileatiende.gob.cl/fichas/42344-registro-social-de-hogares>

## Bono de integración social

Considera un incremento progresivo en el monto que recibirán las familias entre el 50% y hasta el 90% CSE, acorde al porcentaje de integración propuesto en la presentación del proyecto:

Incentivos a la Integración:

- Desde 20% hasta 25% → Bono de 100 UF
- Más de 25% hasta 30% → Bono de 200 UF
- Más de 30% hasta 35% → Bono de 250 UF
- Más de 35% hasta 40% → Bono de 300 UF

Para las familias de hasta el 50% CSE, corresponde a la diferencia entre precio de la vivienda, monto de subsidio, ahorro y bono de captación. Es de hasta 240 UF.

### ➤ FOCALIZACION TERRITORIAL

En el proceso de selección de proyectos se asigna puntaje diferenciado según región/ciudad/comuna del proyecto:

|   |                     |   |
|---|---------------------|---|
| <b>TRAMO 1</b><br>48 comunas - 13,87% (*) | <b>80</b><br>puntos | <ul style="list-style-type: none"><li>• Comunas del Gran Santiago, Gran Valparaíso y Gran Concepción.</li></ul>   |
| <b>TRAMO 2</b><br>32 comunas - 9,25% (*)  | <b>60</b><br>puntos | <ul style="list-style-type: none"><li>• Capitales regionales.</li><li>• Capitales provinciales sobre 150.000 habitantes.</li><li>• Territorios incluidos en el plan de Desarrollo para Territorios Rezagados del Ministerio del Interior y Seguridad Pública (**)</li></ul> |
| <b>TRAMO 3</b><br>47 comunas - 13,58% (*) | <b>40</b><br>puntos | <ul style="list-style-type: none"><li>• Capitales provinciales de menos de 150.000 habitantes.</li><li>• Comunas de más de 40.000 habitantes (***)</li></ul>  |
| <b>TRAMO 4</b><br>51 comunas - 14,54% (*) | <b>20</b><br>puntos | <ul style="list-style-type: none"><li>• Comunas de menos de 40.000 y más de 20.000 hab. (***)</li></ul>   |

Los cupos se distribuirán regionalmente, por lo tanto, la competencia se dará solo entre proyectos de la misma región y no a nivel nacional.

(\*) Con relación al total de Comunas de Chile

(\*\*) Según D.S. N°1.116, Ministerio del Interior y Seguridad Pública, de 2014.

(\*\*\*) Población comunal vigente, según las proyecciones INE.

## ¿Cómo se financian los proyectos con el Programa de Integración Social y Territorial?

El financiamiento va a depender del valor de la vivienda y donde este emplazada.

Viviendas emplazadas en todas las regiones, provincias y comunas del país, exceptuando las siguientes zonas:

Zona Norte: Regiones de Arica y Parinacota, de Tarapacá, de Antofagasta y de Atacama  
 Extremo Sur: Regiones de Aysén del general Carlos Ibáñez del campo, de Magallanes y Antártica chilena; Provincia de Palena; comunas de Isla de Pascua y de Juan Fernández.  
 Provincia de Chiloé.

Ahorro de las familias:

- Según su calificación socioeconómica CSE.
- Según Precio de la Vivienda.

Subsidio Habitacional:

- Familias hasta el 50% CSE: 800 UF
- Familias desde 50% al 90% CSE: subsidio base del DS 1.

Crédito Hipotecario:

- Subvención al Pago oportuno del dividendo.
- Seguro de desempleo por todo el periodo de la deuda con subsidio para pagar la prima.

| Familias                | Precio de Vivienda | Monto de Subsidio | Ahorro mínimo |         |
|-------------------------|--------------------|-------------------|---------------|---------|
| Hasta el 50% CSE        | Hasta 1.100 UF     | 800 UF            | 40% CSE       | 50% CSE |
|                         |                    |                   | 20 UF         | 30 UF   |
| Entre el 50% al 90% CSE | 1.200 UF           | 275 UF            | 40 UF         |         |
|                         | 1.400 UF           | 200 UF            |               |         |
|                         | Hasta 2.200 UF     | 125 UF            | 80 UF         |         |

Figura 75: Financiamiento según precio vivienda / subsidio / ahorro, MINVU

Viviendas emplazadas en la Zona Norte, Extremo Sur y Provincia de Chiloé:

Ahorro de las familias:

- Según su calificación socioeconómica CSE.
- Según Precio de la Vivienda.

Subsidio Habitacional:

- Familias hasta el 50% CSE: 800 UF
- Familias desde 50% al 90% CSE: subsidio base del DS 1.

Crédito Hipotecario:

- Subvención al Pago oportuno del dividendo.
- Seguro de desempleo por todo el periodo de la deuda con subsidio para pagar la prima.

| Familias                | Precio de Vivienda | Monto de Subsidio | Ahorro mínimo |         |
|-------------------------|--------------------|-------------------|---------------|---------|
| Hasta el 50% CSE        | Hasta 1.200 UF     | 900 UF            | 40% CSE       | 50% CSE |
|                         |                    |                   | 20 UF         | 30 UF   |
| Entre el 50% al 90% CSE | 1.300 UF           | 288 UF (*)        | 40 UF         |         |
|                         | 1.500 UF           | 338 UF (*)        |               |         |
|                         | Hasta 2.400 UF     | 140 UF            | 80 UF         |         |

(\*) Monto de subsidio según zona de emplazamiento artículo 3° DS 19.

Figura 76: Financiamiento según precio vivienda / subsidio / ahorro, MINVU

## Viviendas con Bono por Captación:

Para determinar el bono por captación de subsidios se considerarán los subsidios captados hasta la fecha de recepción municipal del proyecto. En caso de que el proyecto obtenga una recepción parcial, el cálculo del bono por captación de subsidios se efectuará con la demanda captada a la fecha de dicha recepción parcial sobre el total de viviendas del proyecto. <sup>(76)</sup>

### Bonos:

- Integración Social
- Captación de Subsidios

### Otros Subsidios para las familias:

- Pago aranceles por gastos operacionales para familias de hasta el 50% según CSE.
- Plan Social (Preparación para la integración).

### Financiamiento al Proyecto:

- Vía Préstamo de Enlace a Empresas (opcional) 300 UF por vivienda.
- Ahorros, subsidios y créditos al término del proyecto.

| % subsidios captados/<br>total viviendas del<br>proyecto | BONO POR CAPTACION EN UF                      |  |
|--|---|--|
|  | Para Familias de<br>hasta el 50%<br>según CSE | Para Familias de<br>hasta el 90% según<br>CSE. |
| Desde 5% y hasta 20%                                     | 50  | 50   |
| Más de 20% y hasta<br>30%                                |   | 100  |
| Más de 30% y hasta<br>40%                                |   | 150  |
| Más de 40%   |   | 200  |

Figura 77: Financiamiento según Bonos / Otros subsidios / Financiamiento Proyecto, MINVU.

<sup>(76)</sup> Biblioteca nacional del congreso de Chile. Reglamenta subsidio habitacional extraordinario para proyectos de integración social. Decreto 44 (17/08/2012)

Referencias: Ministerio de vivienda y urbanismo. Programa de integración social y territorial. (Mayo 2016).

<https://www.minvu.cl/wp-content/uploads/2019/05/DS-19-Prog-de-Integrac-Social-y-Territ-31-05-2016.pdf>

### 5.2.1.6. Programa de Habitabilidad rural

Este subsidio está destinado a familias que necesitan una solución habitacional y viven en zonas rurales o urbanas de hasta 5.000 habitantes. Reconoce las particularidades culturales, geográficas y productivas de estos territorios y de quienes residen en ellos. <sup>(77)</sup>

Ofrece las siguientes alternativas: Construcción en Sitio Residente y la Construcción en Conjunto Habitacional.

La primera, apunta a la edificación en el sitio donde vive la persona que desea postular, ya sea propio o de un tercero que autoriza la construcción.

La segunda, consiste en la construcción de entre 2 y 60 viviendas urbanizadas, contemplando equipamiento, vialidad y áreas verdes.

El monto de subsidio puede variar dependiendo de la calificación socioeconómica de la familia que postula y del grado de aislamiento geográfico en que se encuentre la localidad en que habita.

La vivienda que se construya deberá tener como mínimo los siguientes espacios: dos dormitorios, cocina, baño y estar-comedor.

A lo anterior, es posible adicionar dos obras: la construcción de un tercer dormitorio (siempre y cuando la familia lo requiera) y/o un recinto de almacenamiento o productivo, los que pueden ser:

- Leñera
- Invernadero
- Bodega
- Gallinero
- Otros con fines productivos, si la familia acredita desarrollo de actividad como venta de artesanía, tejidos, producción de quesos, mermeladas, miel, entre otros

---

<sup>(77)</sup> Ministerio de Urbanismo y Construcción. Programa de Habitabilidad Rural, Construcción en sitio del residente, localidades de hasta 5000 habitantes. DSN°10. (enero 2020).

<https://www.minvu.cl/wp-content/uploads/2020/03/DS10-diptico-1-rural.pdf>

¿Cómo se financia mi proyecto de construcción en sitio del residente?



Figura 78: Financiamiento del programa de habitabilidad rural, MINVU

(\*) Personas que al momento de postular tengan 60 años o más y pertenezcan al tramo del 40% en el Registro Social de Hogares, no se les exigirá ahorro mínimo.

### Subsidios complementarios <sup>(78)</sup>

De forma excepcional y previa fundamentación, quienes postulen podrán acceder a subsidios complementarios para financiar los mayores costos de construcción que tengan relación con las siguientes condiciones:

- Mejoramiento del terreno.
- Construcción de alcantarillado particular.
- Construcción de obras para contar con agua potable particular.
- Conexión eléctrica.
- Requerimientos de arquitectura local.
- Discapacidad: aporte que permite adaptar la vivienda a la condición acreditada.
- Acondicionamiento Térmico y Eficiencia Energética. Las siguientes obras podrán ser consideradas sin costo adicional para la familia postulante:
  - Panel Fotovoltaico (generación de electricidad, reduce el consume eléctrico en la vivienda).
  - Colector Solar Térmico (reduce el consumo de gas para calentar agua en cocina y baño).
  - Acondicionamiento Térmico (reduce el consumo de leña y otros para calefacción de la vivienda).

<sup>(78)</sup> <https://www.minvu.cl/beneficio/vivienda/programa-de-habitabilidad-rural-construccion-en-sitio-del-residente-localidades-de-hasta-5-000-habitantes/>

¿Cuál es el ahorro que se necesita para postular?

#### Construcción en Sitio Residente

| Tramos del Registro Social de Hogares (RSH) | Valor máx. vivienda (1) | Monto subsidio base | Ahorro mínimo |
|---|-------------------------|---------------------|---------------|
| 0% hasta 40%                                | 1400 UF                 | 500 UF              | 10 UF         |
| 41% hasta 60%                               |                         | 450 UF              | 30 UF         |
| 61% hasta 80%                               |                         | 300 UF              | 50 UF         |
| 81% hasta 100%                              |                         | 150 UF              |               |

Figura 79: Ahorro mínimo en UF para construcción en sitio residente del programa de habitabilidad rural según Tramo del RSH, MINVU.

#### Construcción en Conjunto Habitacional

| Tramos del Registro Social de Hogares (RSH) | Valor máx. vivienda (1) | Monto subsidio base | Ahorro mínimo |
|---|-------------------------|---------------------|---------------|
| 0% hasta 40%                                | 1400 UF                 | 570 UF              | 10 UF         |
| 41% hasta 60%                               |                         | 500 UF              | 30 UF         |
| 61% hasta 80%                               |                         | 300 UF              | 50 UF         |
| 81% hasta 100%                              |                         | 150 UF              |               |

Figura 80: Ahorro mínimo en UF para construcción en conjunto habitacional del programa de habitabilidad rural según Tramo del RSH, MINVU.

(1) No se considera el valor del terreno ni obras construidas con subsidios complementarios. El valor máximo de la vivienda para las zonas extremas (Norte y Sur), es de 1600 UF.

Quienes postulen pueden acceder a subsidios complementarios para financiar otros costos derivados de la construcción, tales como, mejoramiento del terreno (hasta 100 UF); acceso a agua potable, alcantarillado y/o electricidad (hasta 200 UF); pertinencia geográfica, cultural y productiva (hasta 100 UF); discapacidad (20 u 80 UF según grado de discapacidad); equipamiento y espacio público (de 20 UF sólo para el caso de conjuntos habitacionales).

## Construcción de Obras Adicionales

| Tramo Registro Social de Hogares (RSH) | Ahorro mínimo subsidio base | Ahorro obras adicionales |  |
|--|-----------------------------|--------------------------|--|
|  |                             | Tercer dormitorio*       | Recinto almacenamiento / complementario* |
| 40%                                    | 10 UF                       | 5 UF                     | 5 UF                                     |
| 50% - 60%                              | 30 UF                       | 5 UF                     | 5 UF                                     |
| 70% o más                              | 50 UF                       | 7 UF                     | 7 UF                                     |

Figura 81: Ahorro mínimo en UF para construcción de obras adicionales del programa de habitabilidad rural según Tramo del RSH, MINVU.

(\*) En caso de postular a obras adicionales (tercer dormitorio o recinto de almacenamiento y/o productivo) se debe acreditar un ahorro adicional por cada una de ellas, según el RSH de la familia postulante

### Requisitos para postular <sup>(79)</sup>

- Tener mínimo 18 años.
- Contar con Cédula Nacional de Identidad vigente (\*).
- Contar con ahorro mínimo exigido para las obras a las que postule, en una cuenta de ahorro para la vivienda.
- Acreditar disponibilidad de terreno apto para la construcción (existen 13 alternativas de acreditarlo, consulte por la que le corresponde a usted en el Serviu de su región).
- Contar con el Registro Social de Hogares (RSH).
- Contar con una Entidad de Gestión Rural, financiada por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, que deberá realizar las siguientes labores: visitas técnicas en su domicilio; asesorarlo en la postulación al subsidio; elaborar el o los proyectos; contratar y fiscalizar las obras. Solicite listado de estas entidades en el Serviu o Seremi de su región.

(\*) Las personas extranjeras deben presentar Cédula de Identidad para Extranjeros, además de su Certificado de Permanencia Definitiva.

<sup>(79)</sup> <https://www.minvu.cl/beneficio/vivienda/programa-de-habitabilidad-rural-construccion-en-sitio-del-residente-localidades-de-hasta-5-000-habitantes/>

## 5.2.2. Subsidio para la construcción de una vivienda

Este apoyo del Estado permite a las familias que no son dueñas de una vivienda, tienen capacidad de ahorro construir una vivienda en un sitio propio o densificación predial, a continuación, se presentan los tipos de subsidios para la construcción de una vivienda que imparte el MINVU.

### 5.2.2.1. Fondo Solidario de Elección de vivienda (D.S. 49)

Este apoyo del Estado es el mismo que se señaló con anterioridad y que permite no sólo la compra, sino también, la construcción de una vivienda (casa o departamento) sin crédito hipotecario en sectores urbanos o rurales.<sup>(80)</sup> Las personas que deseen postular lo pueden hacer de manera colectiva con un proyecto asociado al grupo interesado, a través de las siguientes alternativas:

- **Construcción en Nuevos Terrenos (CNT):** Conjunto de viviendas a construir que incluye urbanización, equipamiento y áreas verdes. Debe contar con un mínimo de 10 y un máximo de 160 viviendas. Va desde 363 UF hasta 913 UF.
- **Pequeño Condominio (PC):** Construcción de viviendas que se acogen al régimen de copropiedad inmobiliaria (Ley 19.537). Se desarrolla en un predio urbano y tiene entre 2 y 9 viviendas. Oscila desde 583 UF hasta 981 UF.
- **Construcción en Sitio Propio (CSP):** Edificación de una vivienda en un sitio que pertenece a la persona que desea postular. Va desde 500 UF hasta 930 UF.
- **Desde (DP):** Construcción de una o más viviendas en un sitio donde ya existen una o más propiedades habitacionales. A esta alternativa se puede postular de forma individual. Oscila desde 583 UF hasta 921 UF.

Todas estas alternativas permiten comprar un terreno con cargo al subsidio para el desarrollo del proyecto. Tanto a la construcción en sitio propio como a la densificación predial, se puede postular de manera individual.

Los montos de subsidio podrán variar según la zona geográfica en que se ubique la vivienda, las condiciones particulares del proyecto y de la familia beneficiada. Para este año 2018 las regiones convocadas en el llamado son: Valparaíso, O'Higgins, Maule, Biobío, Araucanía, Los Lagos y Metropolitana.<sup>(81)</sup>

---

<sup>(80)</sup> MINVU. Programas del Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Construir una Vivienda. Fondo solidario de elección de vivienda D.S. 49. Disponible en: <http://beneficios.minvu.gob.cl/construir-una-vivienda/sector-vulnerable/>

<sup>(81)</sup> Subsidioschile.com. Subsidio DS49 2018: Abierto el primer llamado en condiciones especiales de postulación. Disponible en: <http://subsidioschile.com/subsidio-ds49-2018-abierto-primerllamado-condiciones-especiales-postulacion/777/>

### 5.2.2.2. Para familias de Sectores Medios (D.S 1 y Deudores habitacionales)

Como lo señala su nombre, es un aporte estatal que permite a las familias de sectores medios construir una vivienda en sitio propio o en densificación predial (construcción de un inmueble en un terreno donde ya existe otra vivienda).

Está destinado a familias que tienen capacidad de ahorro y posibilidades de complementar el valor de la vivienda con recursos propios o crédito hipotecario, en caso de ser necesario. <sup>(82)</sup>

### 5.2.3. Subsidio para el arriendo de una vivienda

Es un programa que entrega un bono a aquellas personas que no tienen una casa propia y que beneficia a quienes se encuentran arrendando una vivienda como solución habitacional provisoria.

Las familias beneficiadas reciben del Estado un subsidio único y total de 170 UF <sup>(83)</sup>, el cual puede ser utilizado mensualmente de manera consecutiva o fragmentada en un plazo máximo de 8 años. De esta forma, las familias deberán pagar solamente una parte del valor de su arriendo cada mes, porque la otra es cancelada con el subsidio obtenido.

El aporte mensual que entrega el Estado es de hasta 4,2 UF y el valor máximo de la vivienda a arrendar no podrá superar las 11 UF. Ambos montos pueden variar según la ubicación geográfica de la comuna en que se encuentra la vivienda. <sup>(84)</sup>



Figura 82: Financiamiento del subsidio para el arriendo de una vivienda, MINVU.

De esta forma, las familias deberán pagar solamente una parte del valor de su arriendo cada mes, porque la otra es cancelada con el subsidio obtenido.

Este beneficio permite el cambio de vivienda a cualquier región del país, así como postular en un futuro a un programa para comprar una vivienda.

<sup>(82)</sup> Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Programas del Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Construir una Vivienda. Familias de sectores medios (D.S.1 y deudores habitacionales). Disponible en: <http://beneficios.minvu.gob.cl/construir-una-vivienda/sectores-medios/>

<sup>(83)</sup> UF. (Unidad de Fomento) es una unidad financiera que se reajusta con la inflación, dicho de otra forma, la UF es el aumento que sufren los precios y que se mide por el Índice de Precios al Consumidor (IPC).

<sup>(84)</sup> Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Programas del Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Arrendar una Vivienda. Disponible en: <http://beneficios.minvu.gob.cl/arrendar-unapropiedad/arrendar-una-vivienda>

### Requisitos para postular <sup>(85)</sup>

- Ser mayor de 18 de edad durante el año del llamado.
- Contar con Cédula Nacional de Identidad vigente. Las personas extranjeras deben presentar Cédula de Identidad para extranjeros.
- Postular al menos con su cónyuge, conviviente civil, conviviente o hijo. Las personas que tengan más de 60 años al momento de postular no necesitan contar con núcleo familiar.
- Pertenecer al 70% más vulnerable de la población, de acuerdo con la calificación socioeconómica vigente establecida en el Registro Social de Hogares (RSH). Se permitirá máximo una postulación por Registro Social de Hogares en cada llamado.
- Acreditar un ahorro mínimo de 4 UF en una cuenta de ahorro para la vivienda, al momento de postular la cuenta debe estar a nombre del postulante, cónyuge o conviviente civil.
- Contar con un ingreso familiar mensual entre 7 UF y 25 UF. Por cada integrante del núcleo familiar que exceda de tres, el ingreso máximo mensual del grupo familiar se incrementará en 8 UF.
- Que el postulante o algún integrante del grupo familiar declarado no se encuentre en alguna de las siguientes situaciones:
  - Ser propietario o asignatario de una vivienda o infraestructura sanitaria.
  - Ser beneficiario de un subsidio habitacional o tener certificado de subsidio habitacional vigente.
  - Que se encuentre postulando a este o cualquier otro programa habitacional (con excepción del D.S. N°1).
  - Que haya sido declarado integrante de un grupo familiar beneficiado por el programa de arriendo.

---

<sup>(85)</sup> Ministerio de Urbanismo y Construcción. DS N°52. (septiembre 2019). Arriendo de vivienda.  
<https://www.minvu.cl/wp-content/uploads/2019/05/DS52-arriendo-20.pdf>

## 6. ANALISIS

Con el propósito de evaluar la factibilidad técnica y económica de la complementación de un sistema constructivo automatizado en Madera tipo PassivHaus para viviendas sociales en Chile, se presenta el siguiente proyecto de construcción de una vivienda social unifamiliar, el cual está pensado que se desarrolle con un sistema constructivo automatizado en madera, además tiene la particularidad de que los materiales elegidos para generar la envolvente de la vivienda se estudiaron en base a lo exigido por la OGUC en el artículo 4.1.10 sobre acondicionamiento Térmico de Viviendas según la zona de emplazamiento de la vivienda.

Se considerará el emplazamiento de la vivienda social en la Región del Bio Bio, ya que, según el estudio previo de esta tesis, es una región que mantiene unos de los más altos déficits habitacionales del sur de Chile junto con la Región del Maule y la Araucanía.

| REGIÓN             | POR UNIDADES | % RESPECTO DE SU POBLACIÓN | % RESPECTO DÉFICIT TOTAL NACIONAL |
|--------------------|--------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Arica y Parinacota | 9.273        | 15%                        | 1,3%                              |
| Tarapacá           | 23.007       | 18%                        | 3,1%                              |
| Atacama            | 18.962       | 18%                        | 2,6%                              |
| Antofagasta        | 25.568       | 12%                        | 3,5%                              |
| Coquimbo           | 66.648       | 13%                        | 5%                                |
| Valparaíso         | 72.489       | 10%                        | 9,8%                              |
| R. Metropolitana   | 314.488      | 11%                        | 42,5%                             |
| O'Higgins          | 26.018       | 7%                         | 3,5%                              |
| Maule              | 36.978       | 9%                         | 5%                                |
| Bíobío             | 61.021       | 10%                        | 8,3%                              |
| Araucanía          | 61.021       | 11%                        | 6%                                |
| Los Ríos           | 12.195       | 9%                         | 1,6%                              |
| Los Lagos          | 29.565       | 9%                         | 4%                                |
| Aysén              | 3.172        | 8%                         | 0,4%                              |
| Magallanes         | 3.601        | 6%                         | 0,5%                              |

Figura 83: Déficit de viviendas (Total país – Deciles I al X) según Región, CASEN 2017.

*\*no se considera las regiones del norte y centro de Chile, ya que el presente estudio busca darle énfasis a la construcción de viviendas sociales con una envolvente térmica a la altura de los estándares internacionales, lo cual en el caso de Chile están muy por debajo de este estándar mínimo.*

Además, junto con lo establecido en el artículo 4.1.10 de la OGUC, se analizará si con los materiales elegidos para la envolvente térmica se puede cumplir con las normas del estándar Passivhaus en sus 5 principios, y que por ende ver la posibilidad de poder ser certificada por el Passivhaus Institut.

## 6.1 Automatización de vivienda social de Madera en Chile

A continuación, se detallará el costo directo de la vivienda siendo ejecutada industrialmente, también se presentará como está pensado la ejecución de la vivienda con los sistemas a utilizar para su construcción y puesta en obra, además de su planimetría arquitectónica del proyecto. Se presentará la ejecución de la vivienda de forma industrializada y la forma tradicional para analizar los verdaderos aportes del sistema en cuestión.

Como aclaración de conceptos se definirá como:

**Sistema Industrializado:** construcción industrializada se refiere a cualquier parte de la edificación que este hecha fuera del sitio de construcción mismo de la obra. Como construcción industrializada se entiende tanto la prefabricación como la construcción fuera del sitio

**Sistema tradicional:** se consideran sistemas constructivos tradicionales a aquellos que tienen un grado de industrialización bajo, teniendo como factor fundamental la mano de obra, predominando el sistema constructivo de albañilería.

Los materiales elegidos para comprender las distintas capas térmicas que involucra a muros, piso y techumbre, estas serán:

- ❖ Materiales que componen el tabique estructural;  $e=15$  cm
  - Siding de Fibrocemento;  $e=6$  mm o Permanit Ranurado;  $e=8$  mm
  - Listones  $21 \times 45$  mm, para generar cámara de aire ventilada (Fibrocemento ranurado;  $e:8\text{mm}$  o permanit;  $e=8\text{mm}$ )
  - Barrera de humedad/ Fieltro 15Lb;  $e=5$  mm
  - Placa OSB;  $e=9,5$  mm
  - EPS (Poliestireno expandido);  $e=40\text{mm}$  entre listones de  $45 \times 45$  mm
  - EPS (Poliestireno expandido);  $e=60\text{mm}$  entre listones de  $69 \times 45$  mm
  - Barrera de vapor / Membrana Hidrofuga – Matwrap;  $e= 0,2$  mm
  - Yeso Carton ST 10 mm
  - Terciado Ranurado;  $e= 9$  mm

❖ Materiales Para componer Piso; e=25 cm

➤ Primer Piso

- Radier; e=100 mm
- Polietileno; e= 0,2 mm
- EPS (Poliestireno expandido) 20 kg/m<sup>3</sup>; e=50 mm
- Polietileno; e=0,2 mm
- Cama de ripio; e=100 mm

➤ Segundo Piso

- Placa Estructural, e=15 mm
- Cadenetas Pino 35 x 145 mm
- Yeso cartón ST 10 mm
- Terciado Ranurado; e=9 mm

❖ Materiales para componer Techumbre; e= 21 cm

- Plancha Zinc-Alum Acanalada; e=0,4 mm
- Barrera de humedad/ Filtro de 15 Lb; e=5 mm
- Placa OSB; e: 9.5 mm
- Costaneras 69 x 45
- Lana de Vidrio 14 kg/m<sup>3</sup>; e=40 mm
- Lana de vidrio 14 kg/m<sup>3</sup>; e=100 mm
- Lana de vidrio 14 kg/m<sup>3</sup>; e=40 mm
- Barrera de Vapor/ Membrana Hidrofuga – Matwrap; e= 0,2 mm
- Cinta de sellado (para mantener hermeticidad)
- Yeso cartón ST 10 mm
- Terciado Ranurado; e=9 mm

- Presupuesto disponible para ejecutar la Vivienda social industrializada en madera tipo passivhaus.

| <b>PRESUPUESTO DISPONIBLE</b> | <b>Fecha:</b>   | <b>28-06-2020</b> |
|-------------------------------|---|-------------------|
|                               | <b>Valor UF</b>   | <b>28.698</b>     |
| <b>Financiamiento:</b>        | <b>Subsidio (Fondo solidario de elección de vivienda)</b> |                   |
| <b>Monto Disponible:</b>      | <b>1000 UF</b>  |                   |
| <b>Valor a pesos:</b>         | <b>\$28.698.000</b>                                       |                   |
| <b>Región:</b>                | <b>Biobío</b>   |                   |

\*Se dispone de un tope de 1000 UF, que es el valor de una casa promedio que cumple con las condiciones ya establecidos en el presente proyecto para que la familia pueda acceder a subsidios habitacionales.

SOLO USO ACADÉMICO

### **6.1.1. Sistema automatizado de construcción para la vivienda social en Chile**

El proyecto mencionado corresponde a la edificación de una vivienda social unifamiliar de madera ubicada en la ciudad de Concepción, Región del Biobío, esta edificación consta de dos plantas (ver figura 84), el primer piso tiene una superficie interior de 39 m<sup>2</sup> y el segundo piso tiene una superficie de 26 m<sup>2</sup>, dando un total edificado de 65 m<sup>2</sup>, el cual está pensado que se desarrolle con un sistema constructivo automatizado en madera, lo cual consta de 2 etapas. Por un lado, tenemos el diseño de la vivienda el cual se utilizará la metodología BIM ya antes mencionada en el presente estudio, y una segunda etapa que vendría siendo la ejecución del diseño.

La vivienda será habitada por una familia de 5 personas, 2 adultos y 3 niños, por lo que tendrá un programa interior de una cocina, estar-comedor, 3 dormitorios y 2 baños.

Al ser un proyecto de vivienda social se consideró los metrajes según el Decreto 83, Artículo 10. Que se refiere al artículo 1° del D.F.L N°2, de 1959 sobre los metrajes máximos de la vivienda económica en este caso se calcula sobre la base de 17,5 m<sup>2</sup> de superficie edificada por habitante. Dando un total para edificar de 87,5 m<sup>2</sup> para el cumplimiento de este artículo.

- **Diseño de la vivienda social**

El diseño de la vivienda social se generará a través del sistema BIM, el cual permite modelar en 3D la vivienda y evaluar cómo se integran los distintos espacios de la casa y su respectiva usabilidad. Además, se puede evaluar la luminosidad de las zonas, de acuerdo con la orientación de la vivienda, para los distintos horarios del día, dando la posibilidad de efectuar mejoras en el diseño, y garantizando el mejor uso. También facilita tomar decisiones en etapas tempranas y genera mayor certeza en el diseño y construcción.

Un aspecto muy importante es que coordina antes del inicio de la construcción las distintas especialidades, tanto eléctricas, sanitaria y calefacción, generando trazados eficientes, que disminuyen los riesgos de interferencias posteriores.

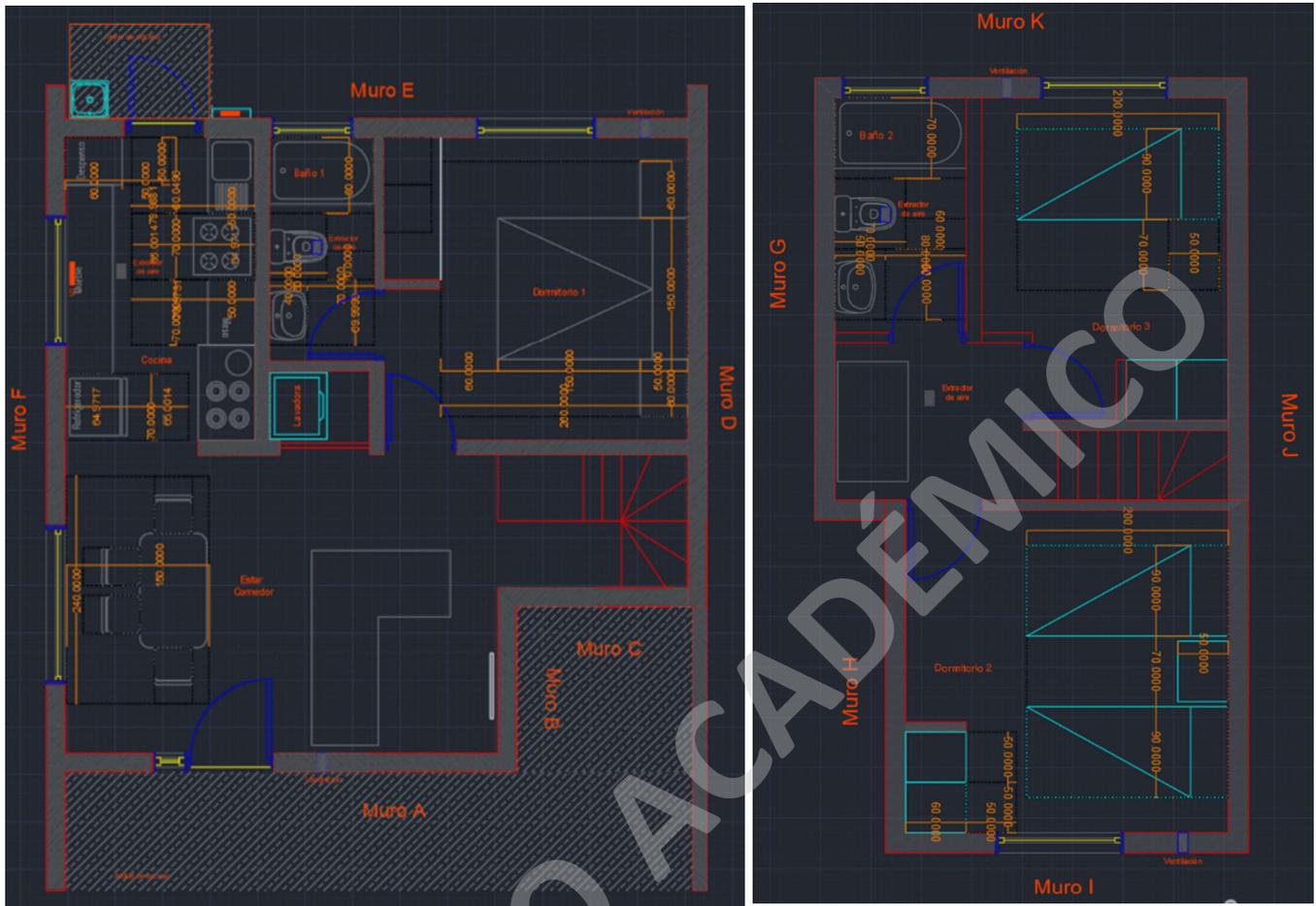


Figura 84: Planta Primer Piso (superficie de 39 m<sup>2</sup>) y Segundo piso (superficie de 26 m<sup>2</sup>), elaboración propia.

- **Estructura de la vivienda Social automatizada**

La necesidad de reducir los plazos en la construcción y de mejorar y garantizar la calidad de las terminaciones del producto, ha conducido a que gran parte de los entramados estructurales de la vivienda, muros y techumbre, con sus respectivos revestimientos y aislaciones, sean fabricados y armados en un galpón que consta con maquinarias y herramientas especializadas, para posteriormente sean montados en obra una vez sea ejecutada la obra gruesa.

Las estructuras prefabricadas tanto de tabiques y cerchas se generarán en módulos panelizados, que posteriormente serán ensamblados en el emplazamiento definitivo (ver figura 85) al término de la obra gruesa.



*Figura 85: Emplazamiento del radier de montaje para los módulos panelizados*

En la fabricación de una vivienda industrializada se producen las siguientes fases:

#### 1. Preparación de materiales

Una vez que se reciben las piezas de madera; paquetes de madera de pino, paneles y tableros, se les da las dimensiones deseadas según diseño previo de la vivienda. Se cortan en la sierra y se van apilando por orden según planos. Estos elementos son los que posteriormente formaran las estructuras de los muros.



*Figura 86: Piezas cortadas según planimetría para formar la estructura de muros y techumbre.*

La calidad de la madera utilizada es esencial para la prefabricación de los entramados verticales, ya que de ello depende fundamentalmente la durabilidad y estabilidad de los elementos en servicio. Se recomienda el uso de palos de pino seco 2"x4" en muros del primer piso y 2"x3" en muros del segundo piso, para generar los tabiques soportantes.

## 2. Armado de estructuras

Luego de determinar las dimensiones definitivas de los recintos para una o más plantas de la vivienda, hay que armar dichas piezas según los planos para ajustarlas a la modulación que se defina para los tabiques que conformarán los cerramientos y las divisiones interiores. Para esto ocupamos una mesa automatizada el cual nos servirá de apoyo para el armado.



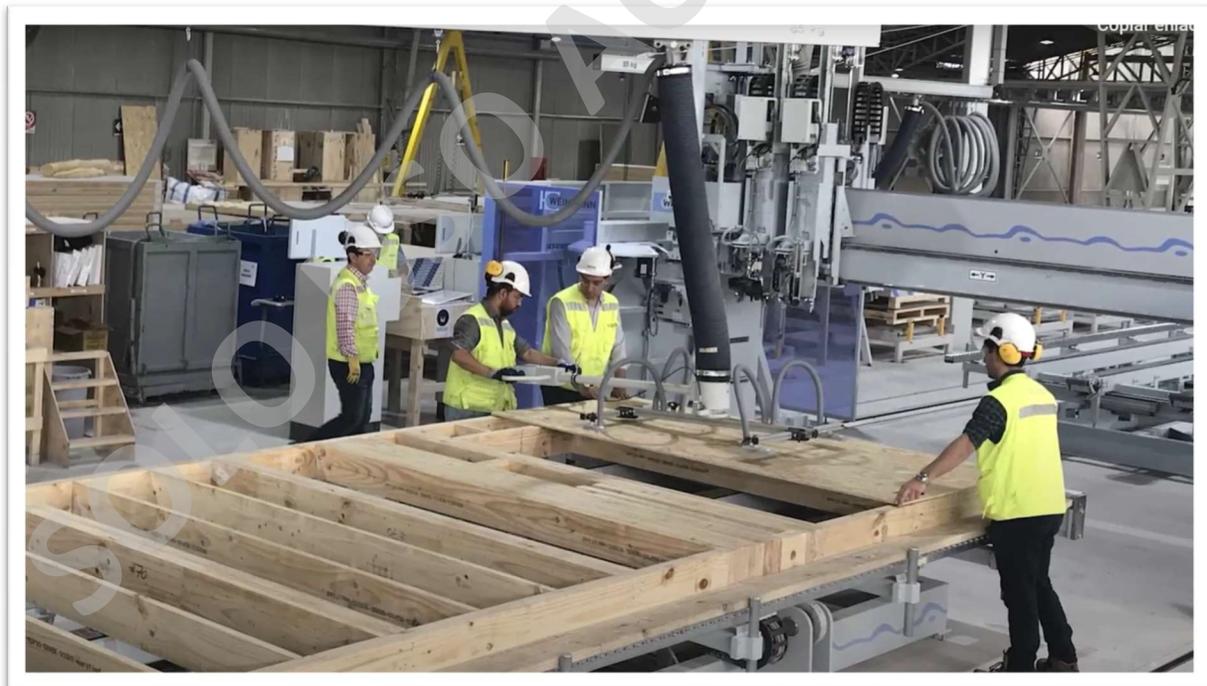
*Figura 87: Maquinaria de fabricación y armado de módulos panelizados.*

Los módulos por fabricar deben ser múltiplos de los largos comerciales de las piezas de Pino radiata, de escuadrías 2" x 3" y 2" x 4" de 2,40 m; 3,20 m o 4,80 m de largo.



*Figura 88: Proceso de armado y fabricación de los entramados verticales, módulos panelizados.*

Igualmente, la altura de los tabiques se relaciona con los tableros estructurales de madera (terciado fenólico o el de hebras orientadas), de medidas 1,22 x 2,44 m (ancho y alto respectivamente).



*Figura 89: Colocación de la Placa estructural del Muro de vivienda social, Modulo Panelizado.*

Una vez colocado las placas OSB que generaran rigidez a la estructura, se procede a llevar los paneles a la etapa de armado manual, donde se encargaran de hacer los calados para las instalaciones eléctricas y sanitarias de la vivienda.



*Figura 90: Estructura de Muro panelizado terminado.*

### 3. Instalaciones, revestimientos y sellos de hermeticidad

En esta etapa se debe procurar dejar los calados de las respectivas instalaciones de la vivienda ya sea, eléctricas como sanitarias, incluyendo las cajas y conexiones.



*Figura 91: Instalaciones eléctricas en muro panelizado.*

Luego de haber generado las respectivas instalaciones, se procede a aislar en su totalidad el módulo, en este caso los muros fueron aislados con EPS (Poliestireno expandido de e: 100 mm) y la techumbre se le aplico una aislación con lana de vidrio de e: 180 mm.

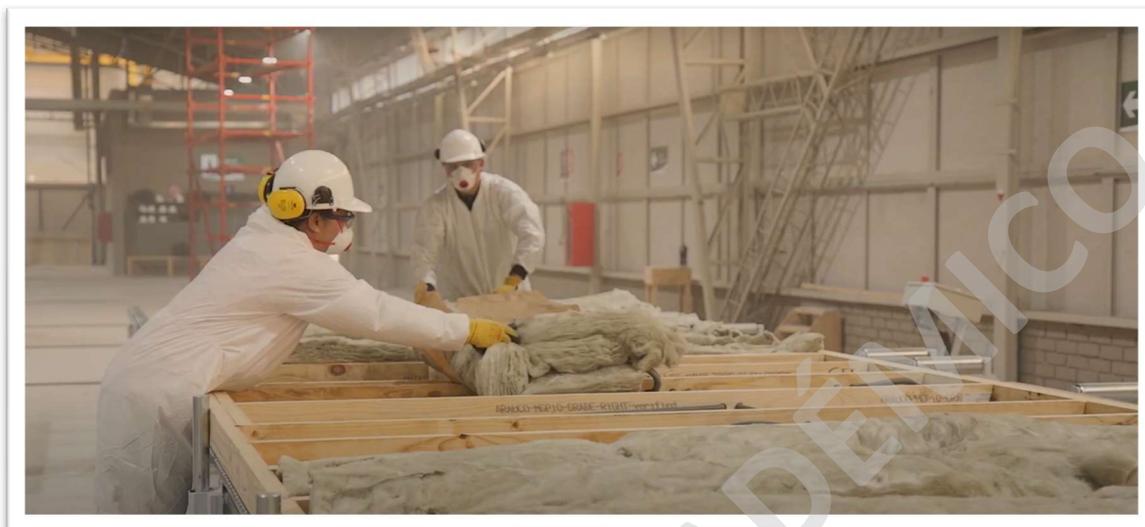


Figura 92: Colocación de Aislaciones en Muro en fabricación de vivienda social, Modulo Panelizado.

Además de la colocación de las aislaciones del módulo se debe procurar que los marcos de puertas y ventanas queden sellados herméticamente para no generar puentes térmicos en la vivienda, así la temperatura de la vivienda se mantendrá estable y no se generara transmitancia del calor desde el interior hacia el exterior.

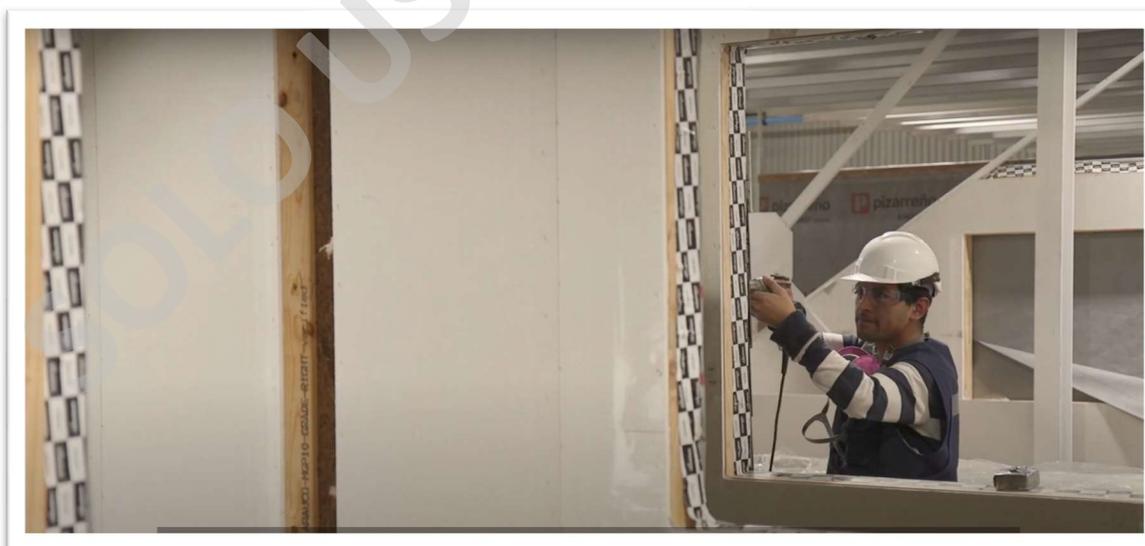


Figura 93: Sellos de Marcos de Puertas y Ventanas en Muro, de vivienda social Modulo Panelizado.

El retoque exterior de los muros se termina colocando cuando ya se hayan colocado las aislaciones tales como EPS (Poliestireno expandido), el cual ira entre el tablero OSB y el yeso-cartón ST de 10 mm, y en este caso antes de colocar el fibrocemento ranurado se le aplica una barrera contra la humedad para que la envolvente de la vivienda quede completamente hermética. Lo mismo sucede con los revestimientos interiores el cual de coloco una barrera de vapor previa colocación de el yeso-carton de e: 10 mm.



*Figura 94: Colocación de revestimiento exterior en fachadas de los muros panelizados.*

Una vez terminada todas las fases iniciales que están directamente relacionadas al armado de la estructura con sus respectivos revestimientos, estos módulos se apilan según los requerimientos del proyecto para su transporte y posterior montaje en obra.

En general, el transporte de los tabiques, módulos panelizados u otros elementos prefabricados de madera sólo está condicionado o limitado por el volumen a transportar, por las condiciones climáticas y topográficas del trayecto y del lugar, y no por magnitud de carga trasladada (peso máximo por eje).

En general los factores que deben ser considerados para establecer la forma más adecuada de transportar los elementos prefabricados son:

- ✓ Factibilidad de proteger debidamente los tabiques, por medio de láminas o lonas impermeables resistentes a condiciones severas de velocidad, temperatura, humedad del ambiente, lluvia, exceso de exposición al sol y tiempo de transporte, entre otros, para evitar deformaciones en los tabiques ya prefabricados o a la madera paletizada que se traslada para ejecutar la prefabricación en obra.

- ✓ La factibilidad de acceder al lugar de la obra con el medio de transporte de carga seleccionada ya sea por el estado del camino, curvas y pendientes de la ruta, por lo que es aconsejable efectuar un reconocimiento del terreno previamente.



*Figura 95: Módulos panelizados listos para transporte y posterior montaje en obra.*

#### 4. Montaje en obra de módulos panelizados

A través de la información proporcionada por los planos de montaje, que complementaria y coordinadamente con los planos de arquitectura y estructura, deben proporcionar la información necesaria para ejecutar los trabajos de manera secuencial y lógica.

El montaje generalmente se hace con un camión de brazo telescópico, con la ayuda de los maestros que no superan las 4 personas, estos son los encargados de generar los ensambles finales de los paneles a instalar sobre el radier u entramados verticales si se tratase del montaje de un entrepiso.



*Figura 96: Montaje en obra de entepiso de vivienda social, Módulos Panelizados*

Por esta razón, los planos de montaje forman parte de la gestión de calidad de la edificación y la metodología de su confección debe basarse en los parámetros técnicos que a continuación se describen:

- ✓ Cantidad y ubicación de componentes verticales (pie derecho u otros) necesarios para la fijación entre tabiques, en encuentros colindantes, en esquina, en “T” o en cruz.
- ✓ La plataforma de madera debe corresponder, en dimensiones parciales y totales, con el trazado y ubicación de los tabiques.
- ✓ Los tabiques deben ser verificados en cuanto a sus medidas de ancho y posicionamiento de piezas que conforman vanos de puertas y ventanas, de manera que los elementos verticales coincidan con el trazado en planta y encuentros destinados a su lugar de servicio.
- ✓ Perforaciones para el paso de pernos de anclaje, tubos, ductos y cañerías de instalaciones básicas y de equipamiento deben ser rectificadas, correctamente ejecutados y protegidos de posibles daños, golpes y roturas durante el montaje y colocación de los revestimientos.



*Figura 97: Montaje en obra de cubierta de vivienda social, Módulos Panelizados*

## 5. Entrega de vivienda

Como última fase, una vez terminados los trabajos de montaje de los módulos panelizados que conforman la vivienda, se inicia las obras complementarias ya sea de paisajismos u áreas de recreación. Como se aprecia en la siguiente imagen con el actual sistema constructivo se muestra una obra limpia y sin residuos lo que favorece enormemente al entorno urbanístico donde se emplazó el proyecto.



*Figura 98: obra en una construcción industrializada.*

### 6.1.2. Actual sistema de construcción de una vivienda social en Chile.

En el caso de construir el proyecto bajo la forma tradicional de construcción, este se considerará en albañilería.

Para generar un resumen de los procesos constructivos que conforma una construcción tradicional se desarrolló el siguiente gráfico el cual muestra las etapas desde el inicio de los movimientos de tierras, contemplados para generar las fundaciones, sobrecimientos y radieres correspondientes hasta la etapa de terminaciones del proyecto.

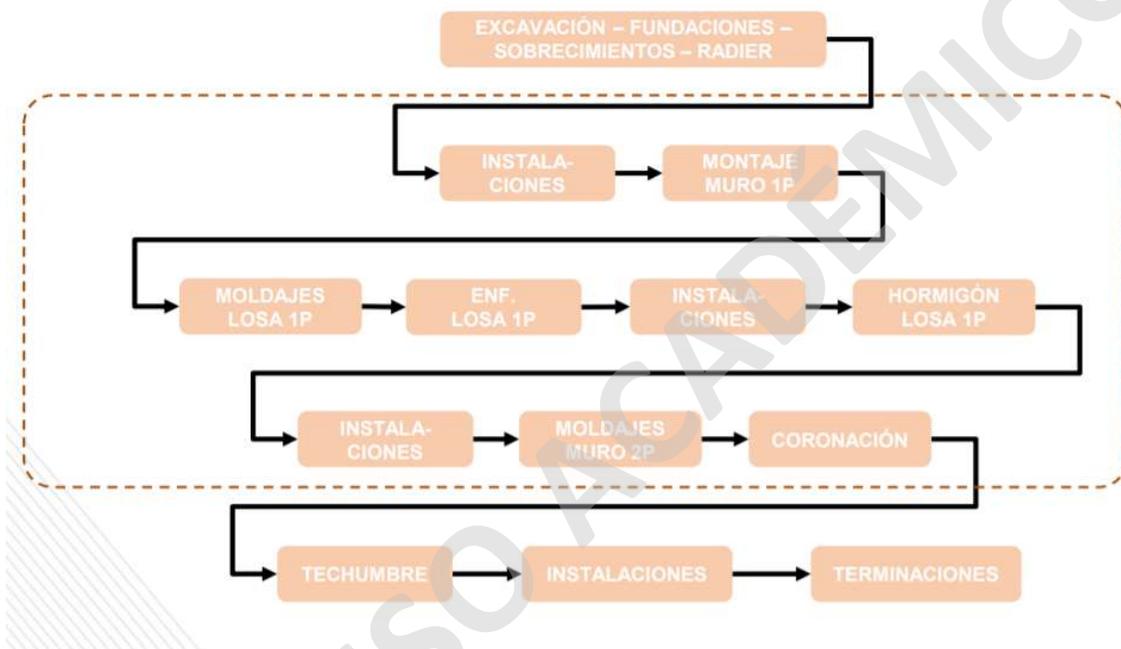


Figura 99: Mapa de procesos en una construcción tradicional

A continuación, se explicará que considera cada etapa de una construcción tradicional en albañilería:

- OBRA GRUESA

#### A. Trazado y replanteo

Es el proceso mediante el cual se realiza los trazos para continuar con la excavación para el cimiento.

Esta etapa de preparación del terreno y el trabajo de cimentación son realizados por un equipo o cuadrilla, con la ayuda de una retroexcavadora y una excavadora, el equipo limpia el terreno de rocas, detritos y árboles para construir la casa.

El equipo nivela el terreno, coloca el encofrado de madera que sirve de plantilla para los cimientos, y cava los hoyos y zanjas. Se instalan las bases (estructuras que sirven de interfaz entre la casa y el terreno sobre el que la misma reposa).



*Figura 100: Trazado y replanteo del terreno.*

### **B. Excavación de zanjas para cimientos**

Consiste en realizar la extracción del material del terreno siguiendo el trazo mencionado anteriormente.



*Figura 101: Excavaciones de zanjas para cimientos de la vivienda.*

### C. Armado y habilitación del acero para columnas

Es el proceso en el cual se realiza la conformación de la columna que se da mediante los estribos en las cuales están separadas por distancias establecidas, por otro lado, una vez finalizado el armado se procede a colocar la columna en el cimiento.



*Figura 102: Armado y habilitación del acero para columnas*

### D. Vertido de concreto en cimientos corridos

Consiste en vaciar el concreto en las zanjas anteriormente excavadas y fijar las columnas en los lugares establecidos.

Una vez que se ha vertido el concreto en los hoyos y zanjas, el mismo requerirá un tiempo de fraguado o endurecimiento. Durante este periodo, no habrá actividades en la obra de construcción.



*Figura 103: Vertido de concreto en cimientos corridos.*

### E. Encofrado de sobrecimientos

Consiste en elaborar el encajonamiento utilizando madera u otro tipo de material para poder vaciar el concreto y darle forma al sobrecimiento y a la vez evitar que este se derrame.



Figura 104: Encofrado de sobrecimientos

### F. Vertido de concreto en sobrecimientos.

Consiste en vaciar en toda la secuencia del encofrado mencionado anteriormente el concreto el cual está conformado por cemento, hormigón, agua y piedra grande



Figura 105: Vertido de concreto en sobrecimiento.

### G. Desencofrado de sobrecimientos.

Consiste en retirar la madera u otro material del encofrado después de los días de secado de dicho sobrecimiento.



Figura 106: Desencofrado de sobrecimientos

## H. Relleno del terreno

Consiste en realizar el relleno con material propio del terreno u otro en los espacios vacíos de las excavaciones anteriores juntamente con el área del terreno hasta lograr un nivel apropiado para la pre-ejecución del falso piso.

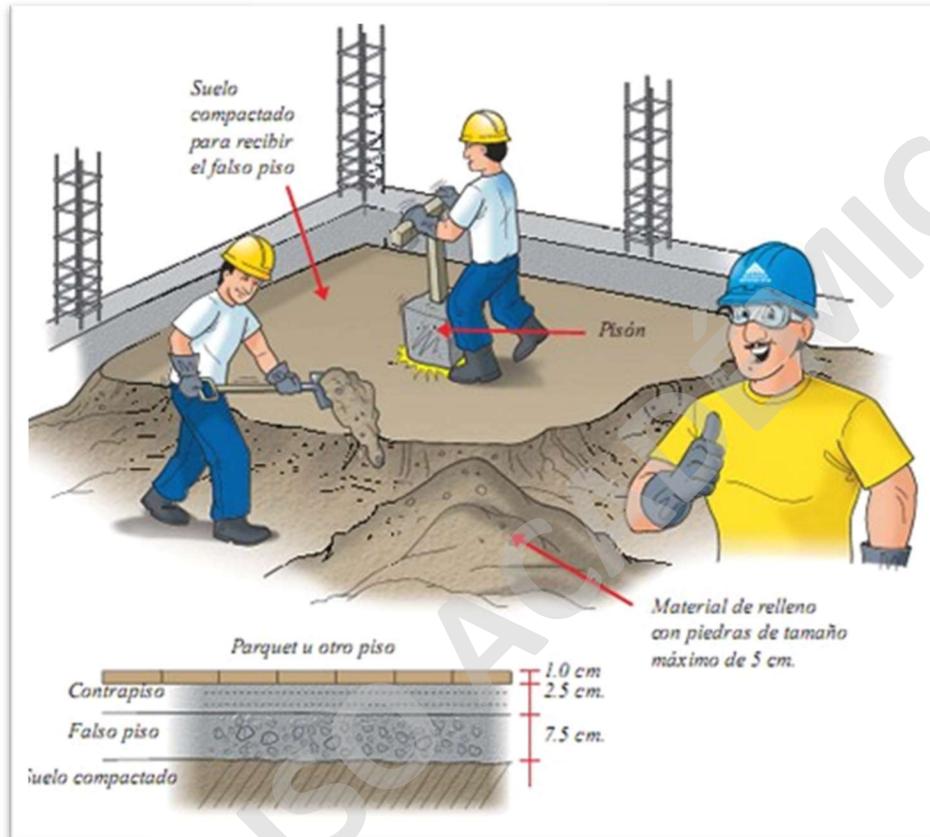


Figura 107: Relleno del terreno, para generar radier.

## I. Asentamiento de ladrillos en los sobrecimientos para los muros

Es el proceso de colocación de ladrillos sobre una capa de mortero de forma nivelada y precisa pero previamente al asentado de los ladrillos, debes rectificar el trazo. Esto se hará en el sobrecimiento mediante un cordel, plomada y nivel. Es importante verificar que el sobrecimiento esté perfectamente nivelado. El procedimiento por seguir es el mismo al utilizado para los trazos en el terreno.



Figura 108: Asentamiento de ladrillos sobre los sobrecimientos para generar el muro.

## J. Encofrado de columnas

Una vez levantado el muro, se arman los encofrados de las columnas. Éstos servirán de molde durante el vaciado del concreto, dándole las formas y las dimensiones que se especifican en los planos. Los encofrados son estructuras sujetas a diversos tipos de cargas que pueden tener magnitudes muy considerables además son tres las condiciones básicas a tenerse en cuenta en la construcción de encofrados: Seguridad, Precisión en las medidas y Economía.



*Figura 109: Encofrado de columnas del muro de albañilería*

## K. Vertido de concreto en columnas

El vaciado del concreto debe hacerse de manera continua hasta terminar. Durante el proceso, el concreto debe compactarse adecuadamente con una vibradora.

Recordemos que la compactación es necesaria para eliminar las burbujas de aire y los vacíos que reducen la resistencia del concreto.

## L. Desencofrado de columnas

Una vez terminado el vaciado, se debe verificar que el encofrado se haya mantenido completamente vertical. Para esto debemos utilizar la plomada. Al día siguiente, se puede proceder al desencofrado de la columna e inspeccionar su superficie. Se debe verificar que no existan cangrejeras y si hubiera alguna, se deberá reparar inmediatamente. Antes de rellenarla, es necesario limpiarla con agua limpia, rellenarla con mortero de cemento – arena y acabarla con "frotacho" de madera.



*Figura 110: Desencofrado de columnas*

## M. Encofrado de vigas y columnas

Para el encofrado de vigas los elementos principales son:

- El fondo del encofrado
- Los tableros de los costados formados por tablas barrotes y tornapuntas de soporte.
- Las "T", formada por los cabezales, los pies derechos. Las "T" de madera cumplen la función de soportar las cargas.

## N. Colocación de ladrillos en el techo

A partir desde que el entablado del techo se ha terminado, y que el fierro de las vigas ya esté ubicado, se procederá a la colocación de los ladrillos y luego a la del fierro en las viguetas y la losa de techo.



Figura 111: Colocación de ladrillos en el techo.

## O. Vaciado de concreto

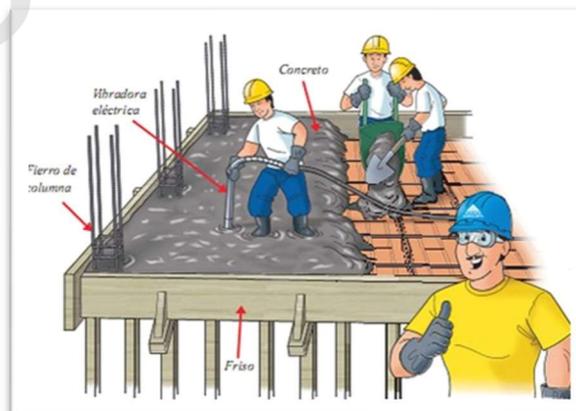


Figura 112: Vaciado de concreto sobre losa colaborante de ladrillos.

- **Instalaciones eléctricas y sanitarias**

Los tubos para las instalaciones eléctricas, telefónicas, etc., se alojarán en los muros, sólo cuando éstos tengan un diámetro menor o igual a 55 mm. Si esto sucediera, la colocación de los tubos en los muros se hará en cavidades dejadas durante la construcción de los muros portantes que luego se rellenarán con concreto. Si no fuera así, se colocarán en los alvéolos (huecos) de los ladrillos. Siempre, los recorridos de las tuberías serán verticales y por ningún motivo se picará o se recortará el muro para colocarlas.



*Figura 113: Instalación de Caja eléctrica en un muro de albañilería.*

Algunas veces, se suele colocar las tuberías después de construidos los muros portantes. Para hacerlo, pican la albañilería, instalan el tubo y luego resanan la zona afectada con mortero. Éste es un procedimiento constructivo incorrecto que afecta a la estructura y la debilita

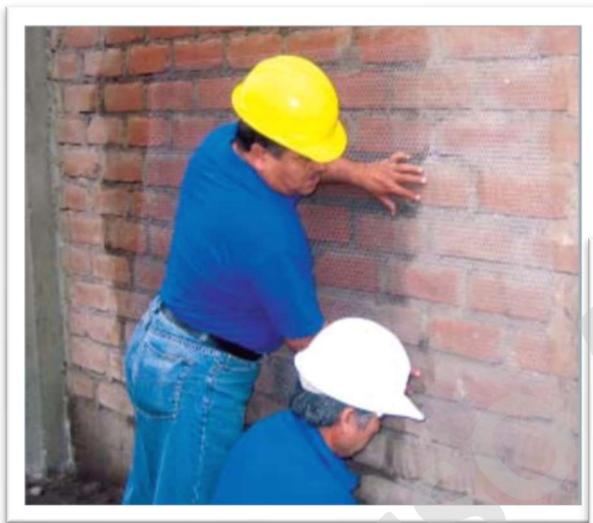


*Figura 114: Instalación de agua en un muro de albañilería*

- **Terminación final de muro**

Para darle al muro un acabado final de calidad y evitar rejaduras, se utiliza la malla para tarrajeo, según el siguiente procedimiento:

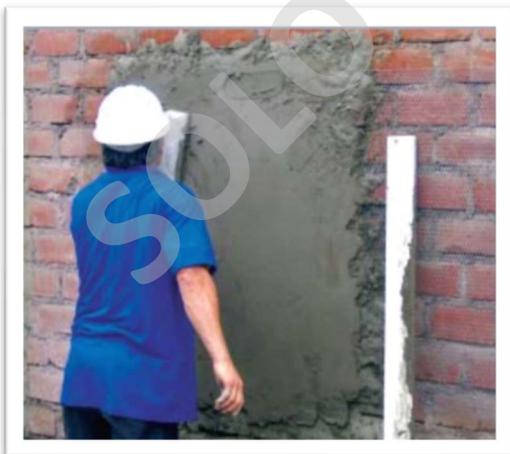
- Habilitar la malla a la medida y forma requerida, es decir, que cubra la falsa columna en toda su altura. En cuanto a su ancho debe sobrepasar los 20 cm más allá del endentado
- Fijar la malla con clavos (1") al muro que se va a tarralear.
- Prepara la mezcla (mortero) en la proporción: 1 de cemento por 5 de arena fina.
- Procede a tarralear el muro teniendo cuidado de que su espesor esté entre 1.0 y 1.5 cm



*Figura 115: Fijando con clavos la malla para tarrajeo.*



*Figura 116: Malla colocada y preparada para recibir el tarrajeo.*



*Figura 117: Tarrajeando sobre la malla fija.*

## 6.2. Análisis energético de la vivienda social automatizada en madera tipo Passivhaus v/s una vivienda social tradicional

En Chile existen 2 tipos de regulaciones relacionadas a la eficiencia energética en la construcción, la Normativa Chilena y la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. La principal diferencia entre ambas es que la Ordenanza es de carácter obligatorio, en cambio la Normativa tiene un carácter voluntario. En el ámbito de las normas chilenas, existen un número importante de ellas que están relacionadas con el tema del presente proyecto como las normas (NCh853 of, 2007; NCh1079 of, 2008; NCh1973 of, 2008).

En base a estas normas se presenta a continuación la demanda de energía que exige la vivienda automatizada en madera del presente estudio v/s una vivienda tradicional.

Para el cálculo del consumo energético se usó la Calificación Energética de Viviendas en Chile, herramienta la cual entrega información acerca de la eficiencia energética de las viviendas, la cual se evalúa con letras, el significado de cada letra se muestra en la siguiente figura:



Figura 118: Escala de calificación energética de vivienda en Chile, MINVU.

En el caso de la vivienda tradicional esta se considerará con los estándares actuales mínimos de acondicionamiento térmico para la vivienda establecidos en el artículo 4.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC). Para tal caso según la calificación energética correspondería a la letra E. Esto quiere decir que una vivienda tradicional consume alrededor de 19.200 kWh/año.

### 6.2.1. Clasificación energética de la vivienda social tipo passivhaus v/s una vivienda social tradicional.

Para poder tener una idea más clara de la demanda energética, el proyecto se sometió a la herramienta de calificación energética de viviendas (CEV) y se obtuvo así un valor en porcentaje de ahorro de energía, una calificación y lo más importante, un valor de consumo energético estimado al año. La etiqueta de calificación energética de la vivienda social industrializada se muestra en la siguiente figura.

| Caso Vivienda Industrializada | Demanda Calefacción [kWh-año] | Demanda Calefacción [kWh/m2-año] | % ahorro Demanda Calefacción | Demanda Total [kWh/m2-año] | % Ahorro Total [kWh/m2-año] | Letra    |
|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------|
| Caso base oficial             | 5.358,9                       | 82,4                             | no aplica                    | 106,46                     | <b>60%</b>                  | <b>B</b> |
| Caso Propuesto                | 1.167,0                       | 18,0                             | 78%                          | 42,2                       |                             |          |

Figura 119: Demanda energética vivienda social industrializada, elaboración propia.

Para obtener este ahorro, se tomó el diseño de la vivienda social industrializada y se comparó con otra vivienda de igual diseño (vivienda base), pero que cumple solo con las exigencias mínimas establecidas en la reglamentación térmica del artículo 4.1.10 de la OGUC. Esta vivienda de referencia utiliza, por defecto, gas licuado y equipos estándar para calefacción, iluminación y agua caliente sanitaria.

Como se puede ver en la etiqueta, se obtuvo una calificación energética “B”, lo que nos da un 60% de ahorro de energía y un requerimiento de 18 kWh/m2 al año. En el caso de la vivienda tradicional nos arrojó el siguiente resultado:

| Caso                                   | Demanda Calefacción [kWh-año] | Demanda Calefacción [kWh/m2-año] | % ahorro Demanda Calefacción | Demanda Total [kWh/m2-año] | % Ahorro Total [kWh/m2-año] | Letra    |
|--|-------------------------------|----------------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------|
| Caso base oficial vivienda tradicional | 4.944,6                       | 76,1                             | no aplica                    | 95,25                      | <b>8%</b>                   | <b>E</b> |
|  | 5.107,2                       | 78,6                             | -3%                          | 87,2                       |                             |          |

Figura 120: Demanda energética vivienda social tradicional, elaboración propia.

En el caso de una vivienda social tradicional, nos arrojó una calificación con nota “E”, lo que nos da un ahorro de tan solo el 8% y un requerimiento de 78,6 kWh/m2, lo cual sería el estándar para cumplir las exigencias de acondicionamiento térmico del artículo 4.1.10 de la OGUC.

### 6.3. Contexto Técnico y Legal para la construcción de una vivienda tipo Passivhaus en Chile

Para poder aplicar el estándar Passivhaus en Chile, es necesario analizar la normativa chilena en el contexto de la aislación térmica y la ventilación, esto con el fin de identificar posibles incongruencias entre las exigencias del estándar y las exigencias legales chilenas, determinando así si existe algún obstáculo legal que impida la aplicación correcta del estándar en una edificación en Chile.

#### 6.3.1 Artículo 4.1.10, OGUC, acondicionamiento térmico de viviendas <sup>(86)</sup>

Este artículo establece todas las exigencias de acondicionamiento térmico que deben cumplir las viviendas construidas a partir del 4 de enero del 2007 en Chile.

Para una aplicación correcta de las exigencias y ya que a lo largo del territorio chileno hay muchas condiciones climáticas con grandes diferencias entre una y otra, el MINVU divide todo el territorio chileno en 7 zonas climáticas, cada una de estas con distintas exigencias de acondicionamiento térmico de envolvente y superficie máxima de ventanas. Los planos donde se especifican las distintas zonas climáticas están disponibles en la página web del MINVU (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2007), y además están disponibles en esta investigación.

- Exigencias de acondicionamiento térmico de la envolvente.

Los elementos que conforman la envolvente de la edificación se dividen en; Techumbre, Muros perimetrales y Pisos ventilados, éstos deberán tener una transmitancia térmica “U” igual o menor, o una resistencia térmica total “Rt” igual o superior, a la señalada para cada zona climática en la siguiente tabla (ver tabla 3).

| Zona Climática | Techumbre               |                          | Muros                   |                          | Pisos Ventilados        |                          |
|----------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
|                | U<br>W/m <sup>2</sup> K | Rt<br>m <sup>2</sup> K/W | U<br>W/m <sup>2</sup> K | Rt<br>m <sup>2</sup> K/W | U<br>W/m <sup>2</sup> K | Rt<br>m <sup>2</sup> K/W |
| 1              | 0.84                    | 1.19                     | 4.00                    | 0.25                     | 3.60                    | 0.28                     |
| 2              | 0.60                    | 1.67                     | 3.00                    | 0.33                     | 0.87                    | 1.15                     |
| 3              | 0.47                    | 2.13                     | 1.90                    | 0.53                     | 0.70                    | 1.43                     |
| 4              | 0.38                    | 2.63                     | 1.70                    | 0.59                     | 0.60                    | 1.67                     |
| 5              | 0.33                    | 3.03                     | 1.60                    | 0.63                     | 0.50                    | 2.00                     |
| 6              | 0.28                    | 3.57                     | 1.10                    | 0.91                     | 0.39                    | 2.56                     |
| 7              | 0.25                    | 4.00                     | 0.60                    | 1.67                     | 0.32                    | 3.13                     |

Tabla 3: Valores U y Rt de los componentes de la envolvente, OGUC.

<sup>(86)</sup> Toda la información que se presenta bajo este título proviene de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), específicamente del Artículo 4.1.10 (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 1992).

Para cumplir las exigencias que se presentan en la tabla anterior (ver tabla 3), se puede presentar un certificado de ensaye otorgado por un laboratorio de control técnico de calidad de la construcción, que demuestre que se cumplen los valores “U” establecidos. Otra opción es la realización de un cálculo firmado por un profesional competente que demuestre el cumplimiento de la norma. También existe la opción de edificar utilizando una de las soluciones inscritas en el Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico confeccionado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Por último, se puede utilizar como capa de aislación térmica para todos los elementos de la envolvente, algún producto que certifique el cumplimiento de los valores R100 especificados en la siguiente Tabla (ver Tabla 4).

Para los distintos elementos de la envolvente, la OGUC especifica aclaraciones normativas que se deben cumplir, a continuación, se mencionan las aclaraciones que se consideran relevantes a esta investigación.

- Aclaraciones sobre Techumbre.

Se considera un complejo de Techumbre al conjunto de elementos constructivos que lo conforman, estos son: cielo, aislación térmica, cubierta, cadenetas y vigas. Además, la inclinación máxima de estos elementos debe ser de un máximo de 60° sexagesimales desde el plano horizontal, si fuera más, no se considera techumbre sino muro.

Para minimizar puentes térmicos, la capa aislante continua de la techumbre se puede interrumpir únicamente por elementos estructurales (cerchas o vigas), y por ductos, tuberías o cañerías de instalaciones domiciliarias.

| Zona Climática | Techumbre R100 | Muros R100 | Pisos Ventilados R100 |
|----------------|----------------|------------|-----------------------|
| 1              | 94             | 23         | 23                    |
| 2              | 141            | 23         | 98                    |
| 3              | 188            | 40         | 126                   |
| 4              | 235            | 46         | 150                   |
| 5              | 282            | 50         | 183                   |
| 6              | 329            | 78         | 239                   |
| 7              | 376            | 154        | 295                   |

Tabla 4: Valores alternativos R100 para los componentes de la envolvente, OGUC.

El área de unión entre muros y techumbres debe estar aislado térmicamente, conformando un elemento continuo en todo el perímetro de la envolvente.

Para toda vivienda emplazada entre las zonas climáticas 3 y 7, ambas incluidas, los elementos traslúcidos que sean parte del diseño de un complejo de techumbre deben tener tecnologías de doble vidriado hermético con una transmitancia térmica igual o menor a 3,6 W/m<sup>2</sup>K.

- Aclaraciones sobre Muros.

Se considera un complejo de Muro al conjunto de elementos constructivos que lo conforman y cuyo plano de terminación interior tenga una inclinación de más de 60° sexagesimales medidos desde la horizontal.

Las exigencias señaladas en la Tabla 3, aplican solamente a muros que conformen la envolvente, no aplica a muros divisorios interiores.

Al igual que en la techumbre, para evitar puentes térmicos, la capa aislante podrá ser interrumpida únicamente por elementos estructurales y de servicio como cañerías u otros.

En el caso de un sistema constructivo de albañilería confinada, el valor U especificado en la Tabla 3, no aplica para los elementos estructurales de este sistema, ya sean pilares, cadenas o vigas.

Si el complejo de Muro incorpora materiales aislantes, la solución constructiva deberá incluir barreras de humedad y/o de vapor.

Para puertas vidriadas exteriores, deberá considerarse como superficie de ventana la parte correspondiente al vidrio de esta.

Todo tipo de puertas ubicadas en la envolvente y que no sean de vidrio, no tienen exigencias de acondicionamiento térmico.

- Aclaraciones sobre Pisos Ventilados.

Se considera un complejo de Piso Ventilado al conjunto de elementos que conforma un piso que no esté en contacto directo con la superficie de terreno natural. Los planos inclinados como escaleras o rampas que estén en contacto con el exterior, también se considerarán como Pisos Ventilados.

De la misma forma que en muros y techumbres, para evitar puentes térmicos, solo se aceptan interrupciones a la capa aislante si el elemento es estructural o de servicios como cañerías y otros.

- Exigencias sobre la superficie máxima de ventanas.

La OGUC restringe la superficie de ventanas que tendrá una edificación en su envolvente, lo hace mediante porcentajes en relación con la superficie interior total de los elementos verticales de la envolvente (complejo de muros). Para esto, dispone la siguiente tabla (ver Tabla 5), donde establece porcentajes de superficie máxima de ventanas para cada zona climática.

En la Tabla 5, se ven las superficies máximas de ventanas que puede tener la envolvente para cada clima, pero estas superficies cambian de acuerdo con el material del que estarán hechas las ventanas, ofrece tres opciones; Vidrio Monolítico, Doble Vidriado Hermético (DVH) de un valor U entre 3.6 y 2.4 W/m<sup>2</sup>K, y DVH de valor U menor a 2.4 W/m<sup>2</sup>K.

- Aclaraciones sobre superficies y tipos de ventanas.

La superficie de ventanas que se considerarán dentro del porcentaje establecido en la Tabla 5, corresponde a la suma de las superficies de los vanos de la envolvente en los que se ubicarán las ventanas, es decir, se incluyen las superficies que ocupan los marcos de las mismas ventanas.

Existe una alternativa al cumplimiento de lo establecido en la Tabla 4, esta alternativa

| Zona Climática | Vidrio Monolítico | Doble Vidriado Hermético (DVH)                    |                           |
|----------------|-------------------|---|---------------------------|
|                |                   | 3.6W/m <sup>2</sup> K ≥ U > 2.4W/m <sup>2</sup> K | U ≤ 2.4W/m <sup>2</sup> K |
| 1              | 50%               | 60%   | 80%                       |
| 2              | 40%               | 60%   | 80%                       |
| 3              | 25%               | 60%   | 80%                       |
| 4              | 21%               | 60%   | 75%                       |
| 5              | 18%               | 51%   | 70%                       |
| 6              | 14%               | 37%   | 55%                       |
| 7              | 12%               | 28%   | 37%                       |

Tabla 5: Porcentaje máximo de superficies vidriadas respecto a parámetros verticales de la envolvente.

Es la del U Ponderado, que consiste en la posibilidad de aumentar la superficie de ventanas únicamente si se aumenta el valor U de los muros de la envolvente, esto es posible solo para las zonas climáticas 3, 4, 5, 6 y 7, y para ventanas compuestas de vidrios monolíticos. Para cada zona, se deben cumplir los valores de la siguiente tabla (ver Tabla 6).

El método para obtener el valor U Ponderado consiste en una fórmula matemática donde se insertan en el numerador, valores de transmitancia de distintos muros de la envolvente, superficie de estos muros, transmitancia térmica de las ventanas y superficie de éstas. En el denominador se ubica la superficie total interior de los paramentos verticales de la envolvente. La fórmula del U Ponderado es la siguiente:

$$\frac{(SM_1 \times U_1) + (SM_2 \times U_2) + (SM_n \times U_n) + (SV \times UV)}{STE} = U \text{ Ponderado}$$

Donde:

- SM<sub>1</sub>: Superficie Muro 1
- U<sub>1</sub>: Transmitancia térmica del muro 1
- SM<sub>2</sub>: Superficie Muro 2
- U<sub>2</sub>: Transmitancia térmica del muro 2
- SV: Superficie de ventana
- UV: Transmitancia térmica de ventana
- STE: Superficie total de los paramentos verticales de la envolvente

Figura 121: Fórmula para calcular el U ponderado de transmitancia térmica.

La superficie de ventanas en el cálculo del U ponderado no podrá, en ningún caso, aumentar más de un 40 % respecto al porcentaje máximo de superficie señalado en la Tabla 5.

| Zona | U Ponderado, [W/m <sup>2</sup> K] |
|------|-----------------------------------|
| 3    | 2.88                              |
| 4    | 2.56                              |
| 5    | 2.36                              |
| 6    | 1.76                              |
| 7    | 1.22                              |

Tabla 6: Valores de U Ponderado para las Zonas 3, 4, 5, 6 y 7.

### 6.3.2. Normativas relacionadas a la ventilación <sup>(87)</sup>

Dentro de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), hay 3 Artículos relacionados a la ventilación de locales habitables, estos son: el Artículo 4.1.2., el Artículo 4.1.3. y el Artículo 4.1.4. En éstos, se especifican distintas exigencias, las cuales se resumirán en los siguientes párrafos.

- Artículo 4.1.2., OGUC.

Este artículo especifica que los locales habitables deberán tener, al menos, una ventana que permita la entrada de aire y luz del exterior, perpendicular a la superficie de esta ventana y hacia el interior, deberá haber un espacio libre de 1,5 metros si se trata de dormitorios. La ventana recién mencionada podrá ser fija únicamente si el recinto cuenta con un sistema de ventilación automatizado y si en este recinto no se utilizarán artefactos de combustión de cualquier tipo. Si el recinto es comercial o de oficinas y no está en contacto con el exterior, podrá no tener ventanas si cuenta con un sistema de climatización artificial.

- Artículo 4.1.3., OGUC.

los baños, cocinas y lavaderos, cuando no contemplen ventana al exterior, deberán ventilarse mediante un ducto, individual o colectivo, de sección libre no interrumpida de, al menos, 0,16 m<sup>2</sup>, reducible únicamente si se incluyen sistemas de tiraje forzado. Estos ductos serán de uso exclusivo para ventilación y deberán utilizarse ductos independientes para baños y cocinas.

La salida del ducto al exterior deberá sobresalir al menos 1 m de la cubierta y situarse a una distancia libre no menor a tres metros de cualquier elemento que entorpezca la ventilación por dos o más de sus costados.

- Artículo 4.1.4., OGUC.

La ventilación de locales habitables de carácter industrial o comercial podrá efectuarse directamente hacia el exterior por aberturas hacia muros o techumbre, por las cuales deberá circular el aire libremente sin perjudicar recintos colindantes. El área mínima de estas aberturas no será inferior a la duodécima parte del área del piso del local. La ventilación de tales recintos puede efectuarse también por medios mecánicos que funcionen sin interrupción durante las horas de uso activo de la edificación.

---

<sup>(87)</sup> Toda la información que se presenta bajo este título proviene de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), específicamente de los Artículos 4.1.2., 4.1.3., y 4.1.4. (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 1992), Se pueden consultar los Artículos originales en los siguientes anexos de esta investigación: Anexo 3, Anexo 4 y Anexo 5.

## 6.4 Vivienda social Bajo un estándar Passivhaus en Chile

Los estrictos parámetros del estándar Passivhaus ya antes mencionados para la vivienda en la presente tesis son 5; estos parámetros se presentarán a continuación con lo que respecta al sistema constructivo industrializado.

Para la aplicación de todos estos principios, es necesario capacitar a la mano de obra previamente a la fase constructiva en una capacitación especial donde se les enseñe cada uno de los principios y su método constructivo relacionado

- **Aplicación del principio de envolvente térmica**

La transmitancia térmica de la envolvente requerida para una edificación bajo el estándar Passivhaus en la región del Biobío es de  $0.15 \text{ W/m}^2\text{K}$ , lo que significa aproximadamente un espesor de 20 centímetros de lana de vidrio común en toda la envolvente. Pero la envolvente no puede estar hecha únicamente de material aislante, en algún lugar debe haber la estructura, por lo tanto, y considerando las otras limitaciones del estándar, se presentará la estructura de módulos panelizados tanto como para muros y Techumbre de la vivienda social industrializada para analizar si la vivienda cumple o no cumple con este criterio.

La envolvente de los muros y la techumbre está compuesta por los materiales que se muestran en el siguiente corte:

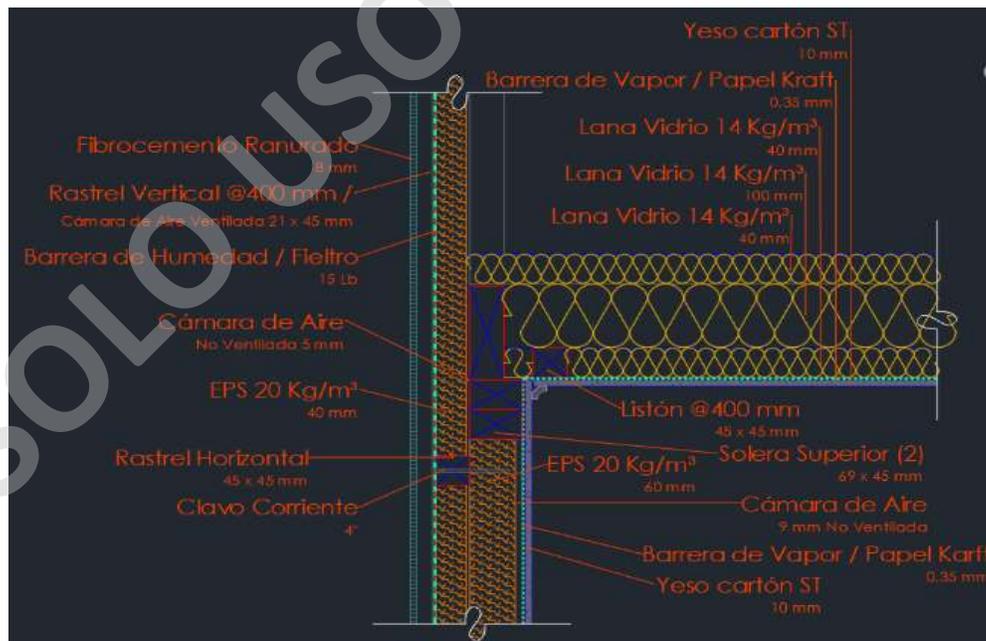


Figura 122: Configuración de materiales de la envolvente de Muros y Techumbre



Figura 123: Configuración de materiales de la envolvente de la Techumbre

Se puede apreciar la configuración que se le aplicó para los muros y para la techumbre, los cuales se le aplicó el cálculo de su transmitancia térmica, el cálculo de los dos elementos se muestra en las siguientes Figuras (Figura 122) y Figura (Figura 123)

En el cálculo para los muros se consideró una resistencia superficial interior ( $R_{si}$ ) de 0.12 y una resistencia superficial exterior ( $R_{se}$ ) también de 0.12 ya que la fachada exterior es una fachada ventilada (una cámara de aire en circulación entre el panel OSB exterior y el Siding de fibrocemento). El resultado final en transmitancia térmica del total de la configuración de muro da 0.272 W/m<sup>2</sup>K.

| Transmitancia térmica de Muros    |        |        |                                      |                                      |                            |
|-----------------------------------|--------|--------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| Material                          |        | Lambda | $R_i=e/\lambda$ (m <sup>2</sup> K/W) | $R_t=e/\lambda$ (m <sup>2</sup> K/W) | $U_t$ (W/m <sup>2</sup> K) |
| R <sub>si</sub> + R <sub>se</sub> |        |        | 0,240                                |                                      |                            |
| Siding de Fibrocemento            | 0,006  | 0,23   | 0,026                                | 3,683                                | 0,272                      |
| Cámara de Aire                    | 0,02   |        | 0,105                                |                                      |                            |
| Filtro 15 Lb                      | 0,005  | 0,03   | 0,167                                |                                      |                            |
| Placa OSB                         | 0,0095 | 0,23   | 0,041                                |                                      |                            |
| EPS (30 kg/m <sup>3</sup> )       | 0,04   | 0,0361 | 1,108                                |                                      |                            |
| Cámara de Aire                    | 0,005  |        | 0,105                                |                                      |                            |
| EPS (30 kg/m <sup>3</sup> )       | 0,06   | 0,0361 | 1,662                                |                                      |                            |
| Cámara de Aire                    | 0,009  |        | 0,105                                |                                      |                            |
| Membrana Hidrofuga                | 0,0002 | 0,02   | 0,010                                |                                      |                            |
| Yeso cartón                       | 0,01   | 0,26   | 0,038                                |                                      |                            |
| Terciado Ranurado                 | 0,009  | 0,12   | 0,075                                |                                      |                            |

Figura 124: Calculo Transmitancia térmica en la envolvente de los muros.

Para la techumbre se consideró una resistencia superficial interior (Rsi) de 0.10 y una resistencia superficial exterior (Rse) de 0.20, ya que la techumbre tiene una cámara ventilada (una cámara de aire entre el panel OSB exterior y la lana mineral interior). El resultado final en transmitancia térmica del total de la configuración de la techumbre da 0.222 W/m2K.

| Transmitancia térmica de la Techumbre |         |        |                |                |            |
|---------------------------------------|---------|--------|----------------|----------------|------------|
| Material                              | Espesor | Lambda | Ri=e/λ (m2K/W) | Rt=e/λ (m2K/W) | Ut (W/m2K) |
| Rsi + Rse                             |         |        | 0,300          |                |            |
| Plancha Zinc-Alum                     | 0,0004  | 200    | 0,000          |                |            |
| Filtro 15 Lb                          | 0,005   | 0,03   | 0,167          |                |            |
| Placa OSB                             | 0,0095  | 0,23   | 0,041          |                |            |
| Lana de vidrio (14 kg/m3)             | 0,04    | 0,048  | 0,833          |                |            |
| Lana de vidrio (14 kg/m3)             | 0,1     | 0,037  | 2,703          | 4,504          | 0,222      |
| Lana de vidrio (14 kg/m3)             | 0,04    | 0,048  | 0,105          |                |            |
| Membrana Hidrofuga                    | 0,0002  | 0,02   | 0,010          |                |            |
| Yeso carton                           | 0,01    | 0,26   | 0,105          |                |            |
| Terciado Ranurado                     | 0,009   | 0,12   | 0,075          |                |            |
| Camara de aire                        |         |        | 0,165          |                |            |

Figura 125: Calculo Transmitancia térmica en la envolvente de la techumbre.

- **Aplicación del principio de envolvente hermética.**

En este principio el estándar se refiere al paso de aire no deseado a través de grietas o aberturas de la envolvente de la vivienda, las que, dependiendo de la temporada, generan pérdidas o ganancias de energía, afectando el confort y el desempeño energético de la vivienda. Las infiltraciones pueden llegar incluso a representar el 60% de la demanda de energía para el acondicionamiento térmico de viviendas emplazadas en zonas ventosas y con altos diferenciales térmicos

La construcción de la vivienda social industrializada se preocupa del sellado de las juntas de unión de elementos constructivos, lo cual en lo que respecta a este criterio sería lo ideal para una certificación passivhaus



Figura 126: Ejemplo de correcto sellado de la capa hermética y replanteo de cinta para el sellado estanco de las penetraciones de clavos y tirafondos.

En el caso de los tabiques de madera, esta se reviste con una barrera hidrofuga en el exterior, el cual actúa como una barrera de viento y humedad (ver figura 126 y figura 128), se procurará de sellar las uniones con cielo, el piso y entre placas evitando el ingreso o filtraciones de aire.

Las instalaciones deben quedar selladas como muestran las siguientes figuras:

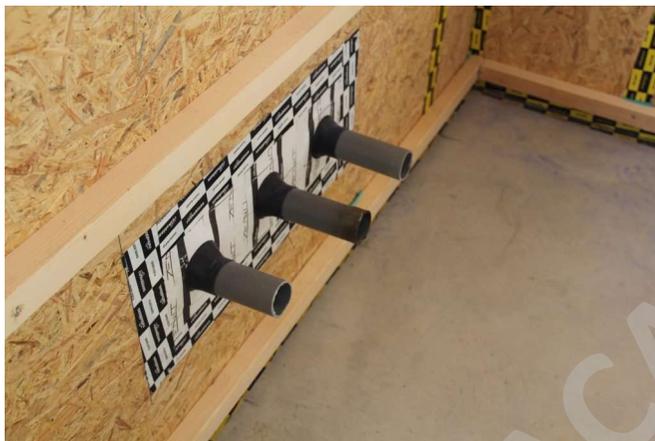


Figura 128: Ejemplo de correcto sellado de paso de instalaciones en capa hermética

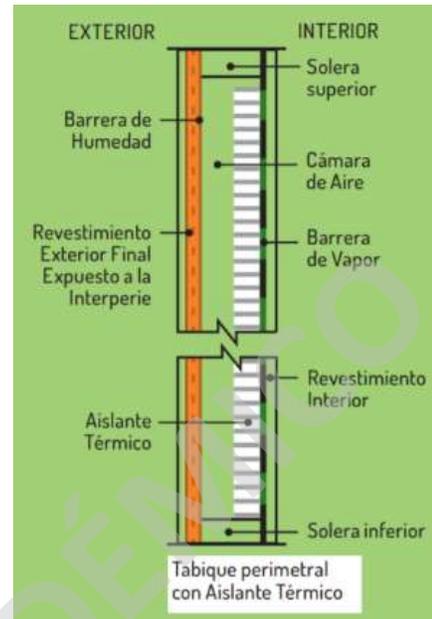


Figura 127: Solución de aislación en tabique perimetral.

- **Diseño libre de puentes térmicos y unión con ventanas DVH**

Este criterio sugiere que todos los bordes, esquinas, conexiones y penetraciones deben planificarse y ejecutarse con mucho cuidado, para evitar puentes térmicos. Los puentes térmicos que no pueden evitarse deben minimizarse en la medida de lo posible.

En el caso de una construcción automatizada este criterio puede llevarse a cabo sin ningún problema, ya que cada panel fabricado con este sistema es exactamente cortado para reducir los puentes térmicos entre uniones y montaje de la vivienda.

Los puntos más complejos son las esquinas y las uniones con ventanas, algunos detalles de esas uniones se muestran a continuación

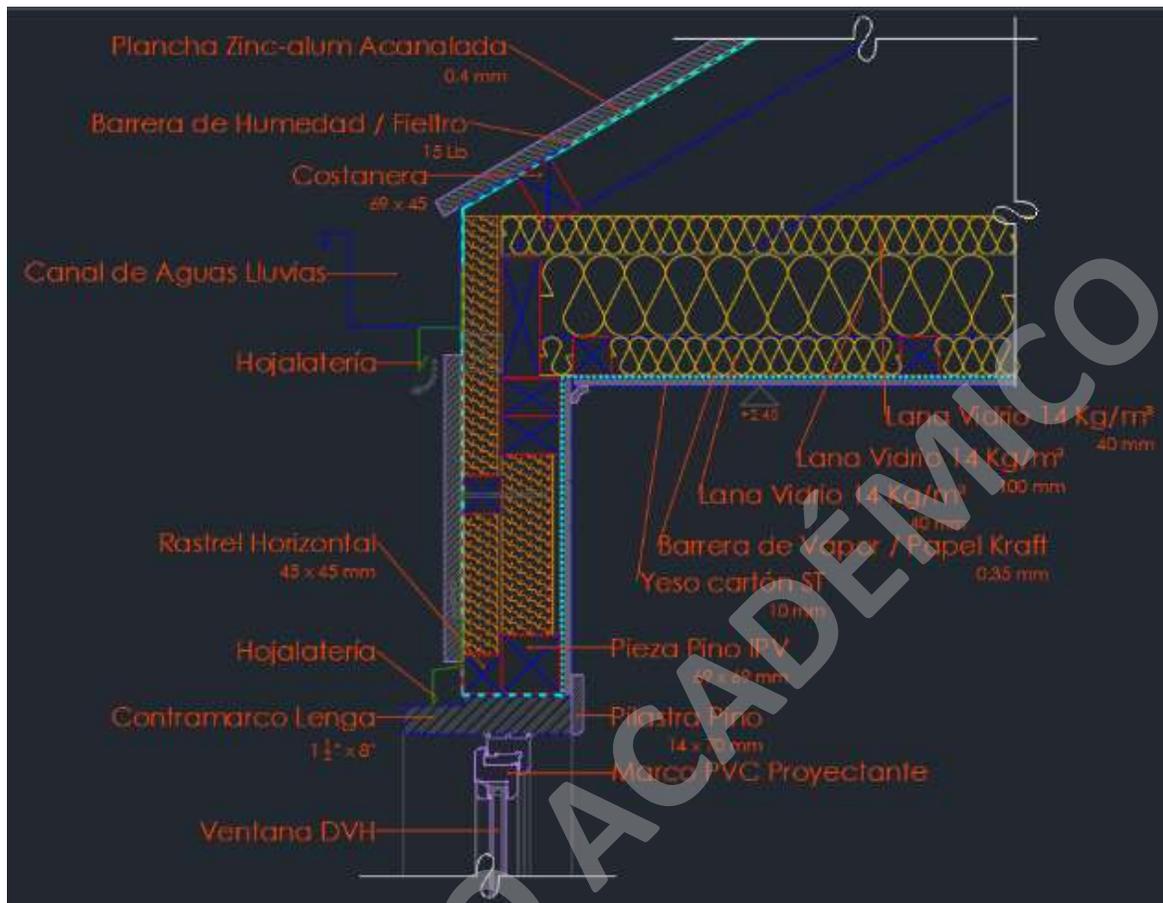


Figura 129: Unión de ventana DVH con tabique en modulo panelizado.

- **Aplicación del principio de ventanas y puertas pasivas.**

Este criterio nos señala que los marcos de las ventanas deben estar bien aislados y equipados con acristalamientos de baja emisividad llenos de argón o criptón para evitar la transferencia de calor. Para la mayoría de los climas templados fríos, esto significa un valor U de 0.80 W / (m<sup>2</sup>K) o menos, con valores g alrededor del 50% (valor g = transmitancia solar total, proporción de la energía solar disponible para la habitación).

Para el presente proyecto se consideró la instalación de ventanas de Doble Vidriado Hermético, conforme a diseño de arquitectura, la perfilería será de PVC sin reborde en marco, el remate interior de vanos de ventanas se resolverá con una moldura de pino cepillado de 1" x 3" en todos los recintos. Por el exterior se consulta la instalación de hojalatería por todo el borde del contramarco y se aplicará un cordón de silicona en todo el perímetro del encuentro entre la perfilería de PVC y el contramarco de madera, ésta no podrá ser mayor a 5 mm, asegurando su hermeticidad. En general, se deberá considerar traslapes, burletes y sellos necesarios para asegurar la hermeticidad de las ventanas.

La superficie total de ventanas del proyecto es un 14.2% con relación a la superficie interior de los paramentos verticales de la envolvente.

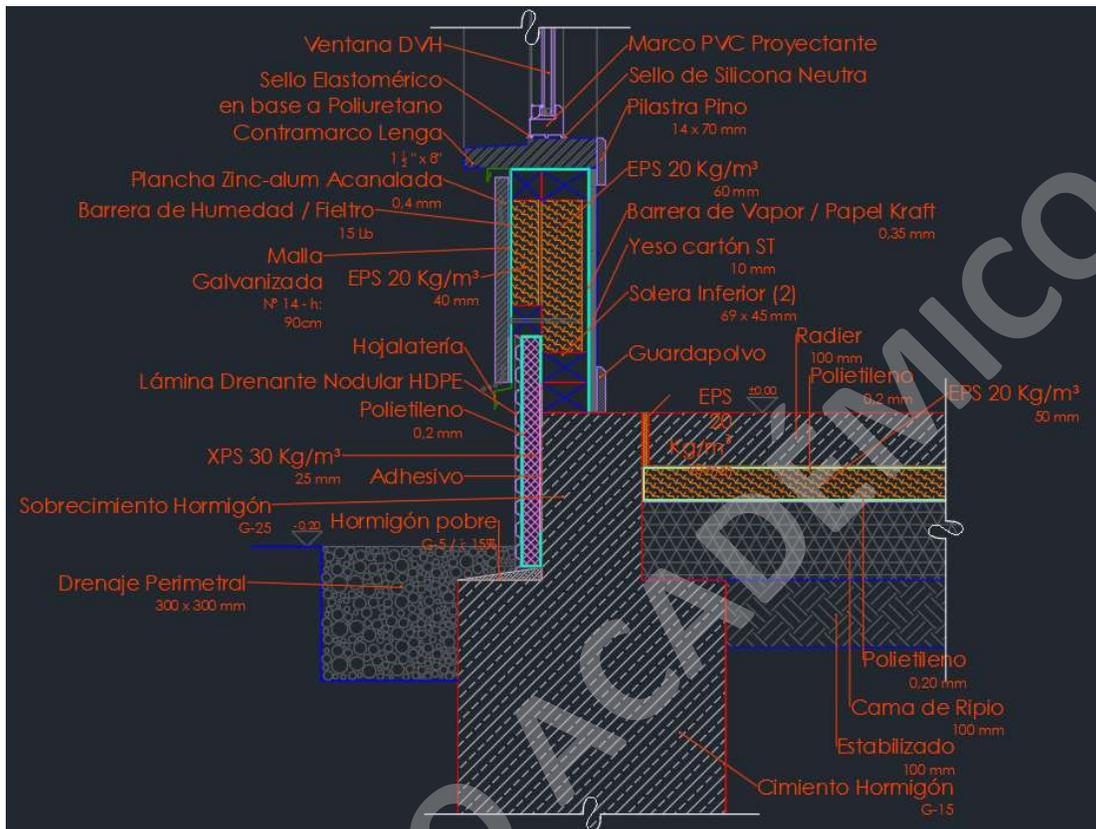


Figura 130: Envolvente hermética libre de puentes térmicos de unión entre ventana-tabique y suelo.

- **Aplicación del principio de ventilación con recuperación de energía.**

El estándar passivhaus habla en este criterio sobre el calor de ventilación. La ventilación eficiente de *recuperación de calor* es clave, permitiendo una buena calidad del aire interior y ahorrando energía. En la casa pasiva, al menos el 75% del calor del aire de escape se transfiere nuevamente al aire fresco por medio de un intercambiador de calor.

Respecto a este criterio el proyecto se evaluó con ventilaciones pasivas en los muros y cielos para generar una renovación manual de la vivienda las cuales se detallan a continuación:

### Ventilación pasiva muros.

Se instalarán 4 unidades de transferencia de aire regulable tipo Jonas 3,5 con Tyfon y filtro Flimmer (85 mm) marca Jonas Ltda. Se considera la instalación en muros exteriores de dormitorios y living-comedor. Se deberá sellar con silicona los encuentros con el revestimiento exterior para no tener infiltraciones de aire.

### **Ventilación pasiva cielo.**

Se consulta la instalación de ducto de ventilación de PVC clase 4 de 110 mm de diámetro en el entretecho este ducto irá revestido con lana de vidrio de 5 cm de espesor y envuelto en fieltro, en el exterior el ducto irá revestido con lana de vidrio de 5 cm de espesor, envuelto en fieltro y ducto de acero inoxidable de 250 mm de diámetro. El gorro será con apertura a los cuatro vientos. Se debe considerar el manto sobre cubierta de acero inoxidable, asegurando la hermeticidad entre el ducto y el manto. En el encuentro del ducto de PVC con el revestimiento de cielo se deberá considerar sello con silicona o poliuretano inyectado para asegurar su hermeticidad. En cielo se instalará rejilla de ventilación de 30 x 30 cm con palanca de apertura y cierre manual, bajo la rejilla se instalará soporte de madera de 10 x 10 mm, para evitar el contacto entre el ducto y la rejilla.

### **Extractor de aire en cocina.**

Se consulta la instalación de extractor de aire en muro de cocina. Caudal de descarga de 132 m<sup>3</sup>/h, con sistema automático de detección de humedad, nivel de presión sonora de 22 dB(A). Se debe considerar la rejilla exterior y sello de silicona. El extractor se considera con encendido independiente.

### **Extractor de aire baño.**

Se consulta la instalación de ducto de ventilación de PVC clase 4 de 110 mm de diámetro, en el entretecho este ducto irá revestido con lana de vidrio de 5 cm de espesor y envuelto en fieltro, en el exterior el ducto irá revestido con lana de vidrio de 5 cm de espesor, envuelto en fieltro y ducto de acero inoxidable de 250 mm de diámetro. El gorro será con apertura a los cuatro vientos. Se debe considerar el manto sobre cubierta de acero inoxidable, asegurando la hermeticidad entre el ducto y el manto. En el encuentro del ducto de PVC con el revestimiento de cielo se deberá considerar sello con silicona o poliuretano inyectado para asegurar su hermeticidad.

## **6.5. Subsidios estatales de vivienda y eficiencia energética para amortizar una vivienda social bajo el estándar Passivhaus.**

Como ya pudimos apreciar que el costo directo de una vivienda social automatizada en madera tipo passivhaus bordea las 893.6 UF (en pesos chilenos esto nos da \$25.644.616, asumiendo el valor de la UF en \$28.698, con fecha del 28/06/2020), respecto a este monto se evaluará que tipos de subsidios habitacionales, ya presentados previamente en este estudio, existen en Chile para que las familias más vulnerables puedan acceder a la compra de este tipo de viviendas.

Para evaluar de mejor forma si nuestro proyecto cumple con los requisitos mínimos de los subsidios habitacionales existentes hoy en día para la compra de una vivienda en Chile, se presentarán las características del proyecto a continuación:

- Ubicación: Concepción, Región del Biobío.
- Costo Directo: 893,6 UF (\$25.644.616 pesos chilenos)
- Superficie construcción: 65 m<sup>2</sup>
- Dormitorios: 3
- Baños: 2
- Se considera para una familia de 4 o 5 personas.
- Materialidad: Madera
- Proceso Constructivo: Por módulos panelizados.

En base a la información entregada y tomando en cuenta lo presentado en la presente tesis se detallarán a continuación los subsidios que podrían utilizar las familias en situación de vulnerabilidad para la compra del tipo de vivienda social en cuestión, estos son:

- **Fondo solidario de elección de vivienda (D.S 49)**

Este subsidio está dirigido a familias vulnerables que no son dueñas de una vivienda, poder acceder a un apoyo estatal para comprar una casa o departamento que no supere las 950 UF, sin crédito hipotecario en sectores urbanos o rurales. Este subsidio estaría dentro de los rangos para que una persona que cumpla con los requisitos ya informados previamente pueda adquirir una vivienda social industrializada de calidad.

- **Programa de habitabilidad rural.**

Este subsidio está destinado a familias que necesitan una solución habitacional y viven en zonas rurales o urbanas de hasta 5.000 habitantes. Reconoce las particularidades culturales, geográficas y productivas de estos territorios y de quienes residen en ellos.

Este subsidio del Estado permite construir una vivienda en el terreno donde vive la familia interesada y se puede postular de manera individual o colectiva.

El monto de subsidio puede variar dependiendo de la calificación socioeconómica de la familia que postula y del grado de aislamiento geográfico en que se encuentre la localidad en que habita. La vivienda que se construya deberá tener como mínimo los siguientes espacios: dos dormitorios, cocina, baño y estar-comedor.

A lo anterior, es posible adicionar dos obras: la construcción de un tercer dormitorio (siempre y cuando la familia lo requiera) y/o un recinto de almacenamiento o productivo, los que pueden ser una Leñera, un Invernadero y una Bodega.

Para este tipo de subsidios sería ideal una vivienda social industrializada, ya que estaría cumpliendo el objetivo de entregar una vivienda de calidad y en un periodo de tiempo corto, en comparación con una vivienda tradicional que pueden demorar meses en construir una vivienda de este tipo, además tiene la factibilidad de al ser una construcción industrializado solo basta con transportar los módulos panelizados y luego montarlos en el terreno para que así se estaría cumpliendo el objetivo de entregar una vivienda social de calidad sin que las distancias sea un problema.

La particularidad de este subsidio y que puede conllevar a un valor agregado al proyecto en estudio, es que implementa subsidios complementarios para financiar los mayores costos de construcción que tengan relación con las siguientes condiciones:

- Construcción de alcantarillado particular.
- Construcción de obras para contar con agua potable particular.
- Conexión eléctrica.
- Requerimientos de arquitectura local.
- Discapacidad: aporte que permite adaptar la vivienda a la condición acreditada.
- Acondicionamiento Térmico y Eficiencia Energética, tales como:
  - Panel Fotovoltaico (generación de electricidad, reduce el consume eléctrico en la vivienda).
  - Colector Solar Térmico (reduce el consumo de gas para calentar agua en cocina y baño).
  - Acondicionamiento Térmico (reduce el consumo de leña y otros para calefacción de la vivienda).
  -

Este último punto favorece mucho ya que sería fundamental amortizar los costos de acondicionamiento térmico y eficiencia energética para que la vivienda pueda alcanzar un estándar como el passivhaus.

Además de los subsidios expuestos se presentarán a continuación los subsidios más comunes que son ocupados por las inmobiliarias para la venta de viviendas sociales de este tipo, principalmente financiados por el estado, estos son:

- **Integración social y reactivación económica (D.S N°116)**

Es un beneficio que permite a familias que cuenten con subsidio sin aplicar o familias vulnerables sin subsidio, acceder a una vivienda para su uso habitacional.

Los grupos familiares más vulnerables pueden adquirir viviendas de hasta 900 UF, con un subsidio máximo de 700 UF, más un bono de integración de hasta 180 UF dependiendo de la región en que se ubique la vivienda. El subsidio para familias de sectores medios varía entre las 125 UF y las 350 UF, dependiendo de la región en que se ubique el proyecto y el precio de la vivienda seleccionada. Además, se incluirá un bono de integración que asciende a las 100 UF y un bono por captación de subsidios, que fluctúa entre las 50 UF y 200 UF.

Considerando lo anterior la vivienda en estudio estaría en el rango para que las familias puedan postular a una vivienda social tipo passivhaus sin ningún problema.

- **Subsidio para familias de sectores medios (D.S. 1)**

Este subsidio está dirigido a familias de sectores medios que no son dueñas de una vivienda, que tienen capacidad de ahorro y posibilidad de complementar el valor de una casa o departamento con recursos propios o crédito hipotecario. Este apoyo del Estado permite adquirir una vivienda nueva o usada de hasta 140 m<sup>2</sup> y tiene tres opciones a las cuales se puede postular de manera individual o colectiva, según las características socioeconómicas de las personas o familias interesadas

El valor mínimo exigido que debe tener la vivienda para acceder a este subsidio a un proyecto es de 1000 UF, por lo que nuestro proyecto estaría dentro del rango de viviendas a edificar para que la familia pueda postular con su subsidio.

En el caso contrario el máximo valor de la vivienda para poder ser financiado es de 2200 UF, siempre y cuando postulen familias hasta el tramo del 90% según el RSH. Lo cual permite generar un proyecto a la altura del estándar passivhaus implementando mejores materiales en su construcción y sistemas de eficiencia energética tales como, los paneles fotovoltaicos, colector solar térmico y acondicionamiento térmico.

- **Programa de integración social y territorial (D.S. 19)**

Este subsidio permite la posibilidad de comprar una vivienda en barrios bien localizados y cercanos a servicios, con estándares de calidad en diseño, equipamiento y áreas verdes.

Los valores máximos de las viviendas a las que pueden optar son de hasta 1.100 UF para familias que se ubican en el 50% de vulnerabilidad social (sólo familias con certificado de subsidio en mano) y de 2.200 UF para familias entre el 50% y 90% de vulnerabilidad social.

El proyecto en estudio no cumple los requisitos de proyecto exigidos por este subsidio, según los requisitos ya expuestos anteriormente, por lo que habría que generarle las siguientes condiciones para que pueda entrar al grupo de este tipo de subsidio habitacionales, estas condiciones son:

Valorizar el proyecto acondicionándolo a un estándar de calidad con calificación energética “A” para todos los rangos, pero que este dirigido a distintos sectores socioeconómicos.

**Calidad de viviendas:** Esta debe estar adaptada para personas con movilidad reducida, esto involucraría tener que aumentar las superficies interiores de la actual vivienda en proyecto en al menos un 20 % según los espacios y usos mínimos para el mobiliario que se deben cumplir en una vivienda social.

**Integración Social:** La vivienda siempre y cuando este considerada dentro del 20% de viviendas construidas de hasta 1100 UF en 3 tipos de tipologías mínimo-exigidas en el proyecto para acceder al subsidio en cuestión.

Respecto al proyecto en estudio los subsidios ya presentados son algunos de los subsidios que podrían acceder las familias tanto las más vulnerables como las de clase media, para amortizar el costo de una vivienda social industrializada.

## 7. RESULTADOS

### 7.1. Automatizando la industria manufacturera de Madera en Chile.

Según lo analizado respecto a los procesos y costos de la construcción industrializada v/s una construcción tradicional se llegó a los siguientes resultados:



Figura 131: Reflejo de proceso constructivo de una construcción industrializada v/s una construcción tradicional.

Es aquí donde más claramente se pueden observar las diferencias entre una forma de entender la construcción frente a la otra, completando a esto se generó un cuadro comparativo para dejar más claramente el beneficio de una construcción automatizada, este se muestra a continuación:

|            | CONSTRUCCION INDUSTRIALIZADA   | CONSTRUCCION TRADICIONAL   |
|------------|--|--|
| DEFINICION | Etapas claramente definidas, empezando desde el proyecto.  | Mas posibilidad de cambios a lo largo de todo el proceso.                                    |
| CALIDAD    | Mayor control (cada pieza tiene su destino), menor influencia del error humano.  | Elementos se manufacturan y/o ejecutan en la propia obra, mayor influencia del error humano. |
| PRECISION  | La precisión dimensional y espacial de los elementos es crucial. Las tolerancias se basan en milímetros.   | Se admiten los errores. Las tolerancias se basan en centímetros.                             |
| M.O        | Procesos más automatizados.  | Dependencia casi exclusiva de la capacitación técnica de la M.O humana disponible            |
| COSTOS     | Precio cerrado en proyecto   | En origen, normalmente menor, pero mayor riesgo de imprevistos y desviaciones económicas.    |
| LIMPIEZA   | Menor generación de residuos.  | La obra es la fábrica al mismo tiempo. Muchos excedentes de materiales.                      |
| IMPACTO    | Menor impacto en las zonas aledañas (menores molestias causadas a las personas que habitan o transitan por ellas por ruido, cortes de tráfico, generación de polvo) y durante menor tiempo (ejecución más ágil). | Mayor tiempo y mayor necesidad de espacio para el desarrollo de todas las tareas.            |

Figura 132: Cuadro comparativo entre construcción industrializada y tradicional.

Considerando lo ya expuesto respecto a la Construcción automatizada de las viviendas sociales v/s la construcción tradicional se presenta un análisis FODA para visualizar los resultados de la construcción industrializada:

## FORTALEZAS

- ✓ Capacidad de mejorar productividad en cuanto a reducción de plazos y mayor certeza en los costos de construcción.
- ✓ Capacidad de trabajar con tecnología disponible (BIM; CAD-CAM, etc.).
- ✓ Capacidad de reducir impactos en el sitio de construcción: residuos, agua, energía, etc. (Construcción Off-site)
- ✓ Capacidad de optimizar materiales de construcción.
- ✓ Potencial de desarrollo de productos de alto valor, como la madera.
- ✓ Ambiente más controlado fuera de la obra, mejor seguridad para los trabajadores (reducción de accidentes laborales)
- ✓ La incorporación de tecnologías de la información permite mayor flexibilidad en el diseño.

## OPORTUNIDADES

- ✓ Mercado en desarrollo con tendencia hacia la construcción sustentable impulsado por políticas públicas enfocadas en eficiencia energética y sustentabilidad considerando aspectos como el confort ambiental en las edificaciones, la reducción de residuos en la etapa de construcción y la utilización de materiales renovables y sustentables.
- ✓ Necesidad de mejorar la productividad en proyectos de construcción utilizando Tecnologías a fines (BIM).
- ✓ Sofisticación y Diversificación, se requiere acelerar el paso de una economía basada en recursos naturales a una basada en conocimientos, innovación y talentos a través del desarrollo productivo.
- ✓ Ventajas para el diseño de prototipos acorde a nuevos estándares (Código sustentable).
- ✓ La nueva Reforma Tributaria (I.V.A), si bien puede considerarse una amenaza para el sector de la construcción, podría entenderse como una oportunidad para mejorar su productividad en cuanto a costos y plazos. La construcción industrialización y prefabricación podría ser una oportunidad para mejorar la rentabilidad de los proyectos, sin embargo, requiere una reconversión del sector.
- ✓ Chile ha tenido buenos resultados en el emprendimiento de nuevas empresas, asociadas a la tecnología digital. Esta experiencia podría ser replicada a emprendimientos en el área de tecnología en el sector generando instrumentos para su apoyo.
- ✓ La existencia de los programas estratégicos de Corfo Manufactura avanzada e Industria solar.

## DEBILIDADES

- ✓ Baja percepción de calidad respecto a cierto tipo de obras prefabricadas (madera).
- ✓ Percepción de rigidez en el diseño.
- ✓ Baja adopción de tecnologías.
- ✓ Falta de capacitación del capital humano en la cadena de valor.
- ✓ Poca disponibilidad de mano de obra calificada.

## AMENAZAS

- ✓ Falta de provisión de materiales de calidad certificada, caso de la madera.
- ✓ Baja eficiencia operacional, relacionada a una baja adopción de métodos avanzados de gestión en obra y tecnologías.
- ✓ Baja planificación en obras y fragmentación de etapas críticas como diseño y construcción.
- ✓ Bajo valor de mano de obra poco calificada.
- ✓ Incertidumbre ante los cambios de la nueva Reforma laboral.
- ✓ Emigración de capital humano a otros sectores productivos como la minería.  
Transferencia de recursos del sector construcción a la industria manufacturera.

## **7.2. Aplicación del Estándar Passivhaus en una vivienda social.**

Sin duda, las construcciones que logran el estándar Passivhaus tienen un costo de inversión inicial más alto que una construcción que sólo cumple con el artículo 4.1.10 de la OGUC sobre reglamentación térmica actual en Chile. Pero, por otro lado, estas construcciones tienen un costo de operación de aproximadamente un 80% más bajo que una construcción tradicional.

Como se demostró con la calificación energética realizada en una construcción industrializada v/s una construcción tradicional en albañilería. Con este ahorro en los costos de operación, se puede recuperar el costo inicial más alto durante la vida útil de la construcción, además se puede usar ese ahorro en invertir en un sistema de ventilación de una casa Passivhaus, el cual actúa igualmente como un sistema de calefacción central, dado que, climatiza cada recinto de la casa a través del flujo de aire. Con este sistema, se puede sustituir una calefacción central tradicional, lo cual significa, que los costos no se aumentan significativamente, dado que, un sistema de ventilación con recuperación de calor tiene un costo similar al de una calefacción central.

Según el cálculo de la transmitancia térmica realizado a la envolvente de la vivienda social presentada junto con su calificación energética, y tomando en cuenta de los criterios del estándar passivhaus ya expuestos.

El resultado de poder certificar una vivienda social construida hoy en día con los actuales reglamentos y normas mínimas relacionadas a la envolvente térmica de vivienda es casi imposible. Esto sin duda se genera por la poca calidad de las normas exigidas relacionadas al acondicionamiento térmico de una vivienda social, es necesario aumentar los estándares a niveles internacionales para que los privados se preocupen más respecto a estos temas y generen estudios eficaces y eficientes sobre una envolvente adecuada para la vivienda.

De tal forma, se demostró que implementando proyectos de viviendas sociales bajo un sistema automatizado ayuda enormemente en reducir los puentes térmicos con mayor estudio en sus procesos constructivos y además genera una hermeticidad en la vivienda óptimos para alcanzar los estándares de calidad como el passivhaus, sin incurrir he implementar mayores gastos económicos disponibles para la realización de una vivienda social.

### **7.3. Implementación de subsidios estatales para la compra o construcción de viviendas sociales con el estándar Passivhaus.**

Como resultado del análisis realizado respecto a la amortización del valor de la vivienda social tipo passivhaus, existe una variedad de oportunidades para que este sistema constructivo se pueda adecuar a los beneficios de viviendas existentes hoy en día en las actuales normas y leyes relacionadas a la construcción.

Se puede reflejar además como esto podría impactar positivamente en la calidad de vida de las personas que hoy en día están necesitando una vivienda con urgencia, de tal forma el estado se beneficiaría en suplir con eficiencia los requerimientos o necesidades de sus ciudadanos en un menor tiempo y a largo plazo con un menor gasto económico e impacto ambiental, esto siempre y cuando estén dispuestos a invertir en nuevas tecnologías para el rubro, y aumenten las exigencias de mejor forma de las normas que hoy en día se rigen estas viviendas.

El valor agregado generado a las viviendas con bajas demandas energéticas, logra además visualizar que la mayor parte de los subsidios habitacionales disponibles tienen un tope de construcción de 1000 UF promedio, lo que considerando el costo directo del proyecto en cuestión, lo que nos logró dar además una calificación energética “B”, si se estudian bien los proyectos una vivienda de calidad promedio no debiera de tener una calificación menor al presente estudio, lo que ampliaría la cabida de beneficiarios para este tipo de sistemas constructivos, esto considerando que los actuales sistemas exigidos solo se adecuan a una calificación “E”, lo cual es muy baja en comparación a estándares internacionales.

## 8. CONCLUSIONES Y BIBLIOGRAFIA

### 8.1 Conclusiones

#### **Automatizando la industria manufacturera de Madera en Chile.**

Sin duda se pudo demostrar que el implementar u invertir en tecnologías tales, que ayuden a generar aumentos en la productividad de la construcción, conlleva que se mejore enormemente la calidad de vida de las personas, especialmente aquellos que trabajan en el rubro y para aquellos que serán los beneficiados del producto final, es por esto por lo que se llegó a la siguiente conclusión.

Un producto industrial, garantiza una mano de obra especializada en cada línea de los procesos de fabricación, generando una alta velocidad de producción, respaldada por una muy buena calidad de terminación de las estructuras, las que son controladas antes del despacho a obra.

El sistema de estructuras prefabricadas facilita la construcción de las viviendas, asegurando la entrega de un producto final exactamente igual al proyectado y dentro de los plazos estipulados, ya que las faenas se desarrollan en fábrica lo que garantiza una construcción seca, o sea la fabricación de estructuras de madera se lleva a cabo sin que intervenga el factor climático. Adicionalmente, una vivienda industrializada facilita eventuales ampliaciones posteriores, con mínimas molestias para sus habitantes.

Por otra parte, permite un mayor aprovechamiento de los recursos, por sus características de construcción modular, reduciendo las pérdidas y por ende menor retiro de material para desecho, convirtiéndose en un sistema constructivo más limpio.

Todo lo anterior, debe ser respaldado con la adecuada programación y planificación, de manera que exista un ordenamiento en todas las líneas del proceso, para así producir con eficiencia, calidad y bajo costo, para la empresa y el cliente. De esta forma se logra la competitividad, principal característica que debe tener un constructor de viviendas industrializadas.

Por eso, la construcción industrializada de viviendas sociales sustentables a nivel masivo es el paso que Chile debe dar, dado el crecimiento demográfico y la rápida urbanización, que exigen una construcción cada vez más rápida y que permita procesos constructivos certeros en plazo, calidad y costos, minimizando el impacto al medio ambiente y potenciando la seguridad laboral.

## **La Madera como material de construcción.**

La producción forestal chilena enfoca sus directrices en la exportación y no a innovar en productos relacionados directamente con la construcción. Esto debe cambiar, se necesita incentivar la creación de empresas forestales dedicadas a la fabricación de madera relacionada directamente con la construcción y contar también con una empresa nacional que certifique dicha madera a nivel país y a nivel mundial. Con esto el mercado ofrecerá un producto con mejores estándares de calidad.

Las construcciones en madera no sólo sobresalen por su belleza, también por su resistencia sísmica, capacidades térmicas, y su sorprendente resistencia a la acción del fuego, si esta tiene un adecuado tratamiento y uso.

La madera ofrece múltiples beneficios desde el punto de vista de la habitabilidad. Otorga gran calidez a la vivienda, permitiendo su fácil calefacción durante los meses de frío y en verano, posibilita mantener los ambientes frescos.

Para esto la madera es un material de construcción fundamental para una vivienda social sustentable, lo primero que se debe señalar es que es un material reciclable, que puede ser reutilizable y además posee el valioso componente de ser biodegradable. Por otra parte, su capacidad de operar como aislamiento térmico supera en cuatro veces al conocido ladrillo. Si se siguen enumerando cualidades, es necesario puntualizar que es renovable, que tiene una relación resistencia-peso más favorable que el acero, y mucho más favorable que el hormigón. Se puede cortar y trabajar en diversas formas y tamaños.

Según lo anterior, se logra la optimización del uso de energía, al asegurar mínimas pérdidas térmicas, que se traduce en menores costos para el morador.

Frente al gran potencial forestal de Chile, es posible que en el corto plazo la madera sea tan o más importante de lo que fue el salitre y de lo que es el cobre para el país, con dos ventajas el producto es renovable y su producción no contamina.

## **Aplicación del Estándar Passivhaus en una vivienda social.**

La aplicación del estándar como normativa obligatoria para la vivienda social en Chile es difícil, pero no por eso imposible. Todas las barreras mencionadas en este análisis representan oportunidades de progreso para nuestro país, por lo que esperamos que en un futuro cercano se materialicen los cambios que permitan homologar la reglamentación actual con el estándar Passivhaus y seguir así el ejemplo de Alemania e Inglaterra.

Las ventajas de este cambio beneficiarán a todos por igual, gobierno, empresas, comunidades y habitantes de las viviendas sociales.

Favorece enormemente además como beneficio directo aquellas personas u familias vulnerables a vivir en viviendas realmente con consumos muy bajos y bien ubicadas lo cual impacta enormemente al valor que se le aplica al proyecto, pero esto debe ir de la mano con que estos impactos con tecnología necesaria y procesos constructivos eficaces logran un aumento de la productividad constructiva a más del 50%, impactando positivamente a su entorno lo que podría generar un equilibrio precio-calidad de las viviendas, lo cual estaría al alcance de cualquier ciudadano gracias a la variedad de subsidios habitacionales que este proyecto podría acceder.

Es nuestra responsabilidad como constructores ofrecer a la ciudadanía viviendas que piensan a futuro, y como empresa el cliente debe saber que existe este estándar constructivo la tecnología está ahí hace décadas y ahora recién está llegando a Chile, llegó el momento de adaptarse.

### 8.1.1. Aporte Personal

- ✓ Implementar tecnología en la prefabricación de viviendas en Chile, disminuyendo los costos fijos y los plazos de construcción.
- ✓ Disminución del consumo energético en viviendas básicas en Chile.
- ✓ Fomentar el uso de la Madera como material constructivo para viviendas.
- ✓ Minimizar el impacto ambiental de las construcciones y así aumentar la calidad de vida de quienes habitan en estas viviendas.
- ✓ Mejorar el confort habitacional de las viviendas sociales en Chile.
- ✓ Disminuir la contaminación de la huella de carbono.

## 8.2 Bibliografía

CYPE ingenieros S.A. (2018). Generador de precios Chile. Santiago, Chile: cype.es. Obtenido de <http://chile.generadordeprecios.info>

CORMA, Manual de Construcción de Viviendas en Madera.

CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN Revista BIT  
Seminario de Construcción Industrializada en Madera, Francisca Valdivia.  
Nº 32 Septiembre 2003.

Vivienda Antisísmica Construida en Madera, Embajada de Canadá  
Colaboración. Nº 23 septiembre 2001.

Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico del Ministerio  
de Vivienda y Urbanismo

NCH 1198. (s.f.). NCH 1198.

NCH 433. (Diciembre de 1999). Ley de urbanismo y construcción. NCH 433.

OGUC. (12 de Enero de 2013). De la construcción. Edificaciones en madera.  
Santiago.

Revista CIS. BIENESTAR HABITACIONAL Y EFICIENCIA ENERGÉTICA DE  
VIVIENDAS SOCIALES INDUSTRIALIZADAS CON ESTRUCTURA DE  
MADERA. Marcelo González Retamal, Ingeniero de la Madera, U.Chile y Gabriel  
Rodríguez Jaque Profesor Depto. Ingeniería Civil, U.Chile. (2010).

## 9. REFERENCIAS

- Hernán de Solminihaq. (21/11/2018). Industria de la construcción en Chile: ¿Por qué es el “termómetro” de la economía?  
<https://gyn.claseejecutiva.uc.cl/industria-de-la-construccion-en-chile-por-que-es-el-termometro-de-la-economia/>
- William Crespo. (febrero 9, 2011). ¿Qué es la automatización Industrial?  
<https://automatizacionindustrial.wordpress.com/2011/02/09/queeslaautomatizacionindustrial/>
- Alexander Fritz. (2015). Manual de diseño. Construcción, montaje y aplicación de envolventes para la vivienda de madera. Madera (pág. 14). Santiago: Corporación chilena de la madera.  
<http://www.madera21.cl/wp-content/uploads/2016/11/4.Manual-de-dise%C3%B1o.-Construcci%C3%B3n-montaje-y-aplicaci%C3%B3n-de-envolventes-para-la-vivienda-de-madera-2012.pdf>
- Por Hildebrandt Gruppe. (26/10/2015). Oportunidades para el estándar passivhaus en la vivienda social chilena.  
<http://www.hildebrandt.cl/oportunidades-para-el-estandar-passivhaus-en-la-vivienda-social-chilena/>
- Feist, W. (2003). Empfehlungen zur Lüftungsstrategie, in Protokollband 23 des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser. Darmstadt, Alemania: Passivhaus Institut.
- Instituto de la Construcción. (2006). Manual de aplicación de la Reglamentación Térmica. Santiago, Chile: Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Obtenido de <http://minvu.cl>
- Instituto Nacional de Normalización. (1987). Norma Chilena Oficial NCh849.Of87. Santiago, Chile: INN.
- International Passive House Association. (2010-2018). International Passive House Association: IPHA. Darmstadt, Alemania: Passivhaus Institut. Obtenido de <https://passivehouse-international.org>

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (1992). D.S. N°47, Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Santiago, Chile: MINVU.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2007). Mapas Zonificación Térmica. Santiago, Chile: Gobierno de Chile. Obtenido de [www.minvu.cl/incjs/download.aspx?glb\\_cod\\_nodo=20070402125030&hdd\\_nom\\_archivo=mapas%20actualizados.7z](http://www.minvu.cl/incjs/download.aspx?glb_cod_nodo=20070402125030&hdd_nom_archivo=mapas%20actualizados.7z)

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2012). Calificación Energética de Viviendas. Santiago, Chile: Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Recuperado el 19 de Noviembre de 2018, de <http://calificacionenergetica.cl>

Torre, S. R. (12 de junio de 2017). Viviendas sociales SERVIU. (F. Varela, Entrevistador)

Revista EMB construcción. Vivienda Industrializada en Hormigón. Una solución económica y de calidad al déficit de vivienda en Latinoamérica. (julio 2019). <http://www.emb.cl/construccion/articulo.mvc?xid=714&srch=transve&act=3>

## 10. ANEXOS

- Presupuesto de casa automatizada en madera.

| <b>PRESUPUESTO</b>                      |  |
|---|--|
| <b>Proyecto:</b>                        | <b>Vivienda social industrializada en madera tipo Passivhaus</b> |
| <b>Zona según Artículo 4.1.10 OGUC:</b> | <b>4</b>   |
| <b>Ciudad:</b>                          | <b>Concepción</b>  |
| <b>Región:</b>                          | <b>Biobío</b>  |

| Ítem         | Descripción                                     | Unidad | Cantidad | P/Unit. (\$) | Subtotal          | TOTAL             |
|--------------|---|--------|----------|--------------|-------------------|-------------------|
| <b>1</b>     | <b>OBRAS PRELIMINARES Y COMPLEMENTARIAS</b>     |        |          |              |                   | <b>\$ 385.000</b> |
| <b>1.1</b>   | <b>OBRAS PRELIMINARES</b>                       |        |          |              |                   |                   |
| 1.1.1        | Trazados y niveles                              | ml     | 50       | \$ 2.000     | \$ 100.000        |                   |
| 1.1.2        | Excavaciones                                    | m3     | 20       | \$ 6.000     | \$ 120.000        |                   |
| <b>1.2</b>   | <b>OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>                    |        |          |              |                   |                   |
| 1.2.1        | Letrero de obra                                 | Uni    | 1        | \$ 80.000    | \$ 80.000         |                   |
| <b>1.2.2</b> | <b>Control de calidad (Ensayos de Hormigón)</b> |        |          |              |                   |                   |
| 1.2.2.1      | Ensayos   | Uni    | 1        | \$ 85.000    | \$ 85.000         |                   |
|              | <b>COSTO DIRECTO</b>                            |        |          |              | <b>\$ 385.000</b> |                   |

|                |   |    |    |           |            |                     |                     |
|----------------|---|----|----|-----------|------------|---------------------|---------------------|
| <b>2</b>       | <b>OBRA GRUESA</b>                            |    |    |           |            |                     | <b>\$ 2.600.828</b> |
| <b>2.1</b>     | <b>ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE HORMIGON</b>    |    |    |           |            |                     |                     |
| <b>2.1.1</b>   | <b>FUNDACIONES</b>                            |    |    |           |            |                     |                     |
| 2.1.1.1        | Emplantillado (G5-10-20-6) 170 kg.cem/m3      | m3 | 1  | \$ 33.000 | \$ 16.500  |                     |                     |
| 2.1.1.2        | Cimiento (G15-10-20-6) 250 kg.cem/m3          | m3 | 8  | \$ 54.694 | \$ 437.552 |                     |                     |
| 2.1.1.3        | Sobrecimiento (G25-10-20-8) 340 kg.cem/m3     | m3 | 2  | \$ 60.000 | \$ 120.000 |                     |                     |
| 2.1.1.4        | Viga de fundacion (G25-10-20-8) 340 kg.cem/m3 | m3 | 2  | \$ 60.000 | \$ 120.000 |                     |                     |
| <b>2.1.1.5</b> | <b>ACERO ESTRUCTURAL</b>                      |    |    |           |            |                     |                     |
| 2.1.1.5.1      | Cadena de refuerzo - viga de fundacion        | ml | 32 | \$ 15.000 | \$ 480.000 |                     |                     |
| 2.1.1.5.2      | Cadena de refuerzo - Sobrecimiento            | ml | 32 | \$ 15.000 | \$ 480.000 |                     |                     |
| 2.1.1.6        | Anclaje tabiqueria (Barra de acero e: 8 mm)   | ml | 64 | \$ 1.000  | \$ 64.000  |                     |                     |
| 2.1.1.7        | Radier (G-15) 250 kg.cem/m3 / e: 10 cm        | m3 | 4  | \$ 54.694 | \$ 218.776 |                     |                     |
| 2.1.1.8        | Perfil angulo 65 x 65 x 3 mm                  | ml | 20 | \$ 3.000  | \$ 60.000  |                     |                     |
| 2.1.1.9        | Cama de Ripio                                 | m2 | 40 | \$ 3.000  | \$ 120.000 |                     |                     |
| 2.1.1.10       | Moldajes                                      | m2 | 52 | \$ 8.000  | \$ 416.000 |                     |                     |
| 2.1.1.11       | Polietileno e: 0,2 mm                         | m2 | 85 | \$ 800    | \$ 68.000  |                     |                     |
|                | <b>COSTO DIRECTO</b>                          |    |    |           |            | <b>\$ 2.600.828</b> |                     |

|            |   |    |     |          |              |                     |                     |
|------------|---|----|-----|----------|--------------|---------------------|---------------------|
| <b>3</b>   | <b>ESTRUCTURA DE MADERA (PREFABRICADAS)</b> |    |     |          |              |                     | <b>\$ 5.107.500</b> |
| <b>3.1</b> | <b>TABIQUERIA</b>                           |    |     |          |              |                     |                     |
| 3.1.1      | Tabiqueria estructural perimetral           | m2 | 200 | \$ 5.000 | \$ 1.000.000 |                     |                     |
| 3.1.2      | Rastreles 2" x 2"                           | m2 | 200 | \$ 3.000 | \$ 600.000   |                     |                     |
| 3.1.3      | Tabiqueria Estructural interior             | m2 | 200 | \$ 5.000 | \$ 1.000.000 |                     |                     |
| <b>3.2</b> | <b>TECHUMBRE</b>                            |    |     |          |              |                     |                     |
| 3.2.1      | Cerchas                                     | m2 | 65  | \$ 5.000 | \$ 325.000   |                     |                     |
| 3.2.2      | Fronton                                     | m2 | 65  | \$ 3.500 | \$ 227.500   |                     |                     |
| 3.2.3      | Costaneras 2" x 3"                          | m2 | 65  | \$ 3.500 | \$ 227.500   |                     |                     |
| <b>3.3</b> | <b>CUBIERTA</b>                             |    |     |          |              |                     |                     |
| 3.3.1      | Cubierta metalica                           | m2 | 65  | \$ 4.000 | \$ 260.000   |                     |                     |
| 3.3.2      | Cubierta policarbonato                      | m2 | 65  | \$ 4.500 | \$ 292.500   |                     |                     |
| <b>3.4</b> | <b>HOJALATERIA</b>                          |    |     |          |              |                     |                     |
| 3.4.1      | Forro esquinero                             | ml | 40  | \$ 3.000 | \$ 120.000   |                     |                     |
| 3.4.2      | Forro taparregla                            | ml | 40  | \$ 3.000 | \$ 120.000   |                     |                     |
| 3.4.3      | cumbrera                                    | ml | 20  | \$ 2.500 | \$ 50.000    |                     |                     |
| 3.4.4      | Cortagoteras                                | ml | 40  | \$ 2.500 | \$ 100.000   |                     |                     |
| 3.4.5      | Canales de agua lluvia                      | ml | 30  | \$ 3.000 | \$ 90.000    |                     |                     |
| 3.4.6      | Bajada de aguas lluvias                     | ml | 15  | \$ 3.000 | \$ 45.000    |                     |                     |
| 3.4.7      | Cortagotera bajo canal de agua lluvia       | ml | 30  | \$ 3.000 | \$ 90.000    |                     |                     |
| 3.4.8      | Drenaje perimetral 30 x 30 cm               | m2 | 40  | \$ 6.000 | \$ 240.000   |                     |                     |
| 3.4.9      | Lamina Drenante Nodular HDPE                | m2 | 40  | \$ 8.000 | \$ 320.000   |                     |                     |
|            | <b>COSTO DIRECTO</b>                        |    |     |          |              | <b>\$ 5.107.500</b> |                     |

|            |  |    |     |          |            |  |                     |
|------------|--|----|-----|----------|------------|--|---------------------|
| <b>4</b>   | <b>AISLACIONES Y BARRERAS</b>                                    |    |     |          |            |  | <b>\$ 1.126.250</b> |
| <b>4.1</b> | <b>AISLACION</b>   |    |     |          |            |  |                     |
| 4.1.1      | Poliestireno expandido 20 kg/m3; e: 50 mm (Radier - Horizontal)  | m2 | 40  | \$ 1.800 | \$ 72.000  |  |                     |
| 4.1.2      | Poliestireno expandido 20 kg/m3; e: 10 mm (Radier - Vertical)    | m2 | 40  | \$ 900   | \$ 36.000  |  |                     |
| 4.1.3      | Poliestireno extruido / E.I.F.S.; e: 25 mm (Sobrecimiento)       | m2 | 20  | \$ 1.200 | \$ 24.000  |  |                     |
| 4.1.4      | Lana de vidrio 14 kg/m3; e: 180 mm (Cubierta)                    | m2 | 65  | \$ 1.750 | \$ 113.750 |  |                     |
| 4.1.5      | Poliestireno expandido 20 kg/m3; e: 100 mm (Muros)               | m2 | 200 | \$ 1.800 | \$ 360.000 |  |                     |
| <b>4.2</b> | <b>BARRERAS</b>  |    |     |          |            |  |                     |
| 4.2.1      | Barrera de Humedad (Muros + Cubierta)                            | m2 | 265 | \$ 1.000 | \$ 265.000 |  |                     |
| 4.2.2      | Barrera de vapor (Muros + Cubierta)                              | m2 | 265 | \$ 700   | \$ 185.500 |  |                     |
| 4.2.3      | Barrera Insectos / Malla mosquitera N°14 Galvanizada ; h: 0,90 m | ml | 50  | \$ 1.400 | \$ 70.000  |  |                     |
|            | <b>COSTO DIRECTO</b>   |    |     |          |            |  | <b>\$ 1.126.250</b> |

|            |   |    |     |          |            |  |                     |
|------------|---|----|-----|----------|------------|--|---------------------|
| <b>5</b>   | <b>REVESTIMIENTOS</b>                                   |    |     |          |            |  | <b>\$ 5.832.500</b> |
| <b>5.1</b> | <b>REVESTIMIENTO MUROS EXTERIOR</b>                     |    |     |          |            |  |                     |
| 5.1.1      | Siding de Fibrocemento o permanit ranurado; e: 6 o 8 mm | m2 | 200 | \$ 4.000 | \$ 800.000 |  |                     |
| 5.1.2      | Listones 2" x 1" Cámara ventilada ( )                   | ml | 350 | \$ 200   | \$ 70.000  |  |                     |
| 5.1.3      | Plancha OSB; e: 9,5 mm                                  | m2 | 200 | \$ 2.500 | \$ 500.000 |  |                     |
| <b>5.2</b> | <b>REVESTIMIENTO MUROS INTERIORES</b>                   |    |     |          |            |  |                     |
| 5.2.1      | Yeso-cartón ST; e: 10 mm (Zonas Secas)                  | m2 | 150 | \$ 3.000 | \$ 450.000 |  |                     |
| 5.2.2      | Terciado Ranurado; e: 9 mm                              | m2 | 200 | \$ 4.000 | \$ 800.000 |  |                     |
| 5.2.3      | Yeso-cartón RH; e: 12,5 mm (Zonas Húmedas)              | m2 | 50  | \$ 5.000 | \$ 250.000 |  |                     |
| 5.3.4      | Cerámica  | m2 | 50  | \$ 1.500 | \$ 75.000  |  |                     |
| <b>5.3</b> | <b>REVESTIMIENTO CIELOS EXTERIORES</b>                  |    |     |          |            |  |                     |
| 5.3.2      | Pieza madera 1" x 8" (Taparregla y Tapacanes)           | ml | 30  | \$ 900   | \$ 27.000  |  |                     |
| <b>5.4</b> | <b>REVESTIMIENTO CIELOS INTERIORES</b>                  |    |     |          |            |  |                     |
| 5.4.1      | Listoneado de cielo                                     | ml | 50  | \$ 1.000 | \$ 50.000  |  |                     |
| 5.4.2      | yeso-cartón ST; e: 10 mm                                | m2 | 55  | \$ 3.000 | \$ 165.000 |  |                     |
| 5.4.3      | Yeso-cartón RH; e: 12,5 mm (Zonas húmedas)              | m2 | 15  | \$ 3.000 | \$ 45.000  |  |                     |
| 5.4.4      | Terciado Ranurado; e: 9 mm                              | m2 | 50  | \$ 4.000 | \$ 200.000 |  |                     |
| <b>5.5</b> | <b>PAVIMENTOS</b>                                       |    |     |          |            |  |                     |
| 5.5.1      | Afinado de Radier                                       | m2 | 40  | \$ 4.000 | \$ 160.000 |  |                     |
| 5.5.2      | Linóleo   | m2 | 55  | \$ 3.000 | \$ 165.000 |  |                     |
| 5.5.3      | Cerámica antideslizante                                 | m2 | 10  | \$ 1.200 | \$ 12.000  |  |                     |
| 5.5.4      | Placa estructural; e: 15 mm                             | m2 | 30  | \$ 3.000 | \$ 90.000  |  |                     |
| <b>5.6</b> | <b>MOLDURAS</b>   |    |     |          |            |  |                     |
| 5.6.1      | Guardapolvo   | ml | 50  | \$ 400   | \$ 20.000  |  |                     |
| 5.6.2      | Cornisa - Media caña                                    | ml | 50  | \$ 500   | \$ 25.000  |  |                     |
| 5.6.3      | Cuarto Rodón  | ml | 50  | \$ 300   | \$ 15.000  |  |                     |
| 5.6.4      | Pilastras   | ml | 50  | \$ 600   | \$ 30.000  |  |                     |

|              |   |     |     |           |                     |  |
|--------------|---|-----|-----|-----------|---------------------|--|
| <b>5.7</b>   | <b>MARCOS Y PUERTAS</b>                       |     |     |           |                     |  |
| <b>5.7.1</b> | <b>MARCOS Y PUERTAS EXTERIOR</b>              |     |     |           |                     |  |
| 5.7.1.1      | Marco y puerta acceso principal + Botagua     | uni | 1   | \$ 80.000 | \$ 80.000           |  |
| 5.7.1.2      | Marco y puerta salida a patio + Botagua       | uni | 1   | \$ 80.000 | \$ 80.000           |  |
| <b>5.7.2</b> | <b>MARCOS Y PUERTAS INTERIORES</b>            |     |     |           |                     |  |
| 5.7.2.1      | Marco y puerta baño                           | uni | 2   | \$ 65.000 | \$ 130.000          |  |
| 5.7.2.2      | Marco y puerta dormitorio                     | uni | 3   | \$ 65.000 | \$ 195.000          |  |
| <b>5.8</b>   | <b>CERRAJERIA Y QUINCALLERIA</b>              |     |     |           |                     |  |
| 5.8.1        | Cerradura puerta acceso principal + Manilla   | uni | 1   | \$ 8.000  | \$ 8.000            |  |
| 5.8.2        | Cerradura puerta salida a patio + Manilla     | uni | 1   | \$ 8.000  | \$ 8.000            |  |
| 5.8.3        | Cerradura puerta Baño                         | uni | 2   | \$ 6.000  | \$ 12.000           |  |
| 5.8.4        | Cerradura puerta dormitorio                   | uni | 3   | \$ 6.000  | \$ 18.000           |  |
| 5.8.5        | Sellos de puertas exteriores                  | uni | 5   | \$ 4.500  | \$ 22.500           |  |
| <b>5.9</b>   | <b>VENTANAS</b>                               |     |     |           |                     |  |
| 5.9.1        | Ventana de PVC tipo DVH                       | m2  | 10  | \$ 75.000 | \$ 750.000          |  |
| 5.9.2        | Contramarcos de ventana                       | ml  | 30  | \$ 1.000  | \$ 30.000           |  |
| 5.9.3        | Sellos de ventana                             | uni | 5   | \$ 4.500  | \$ 22.500           |  |
| <b>5.10</b>  | <b>PINTURAS Y BARNICES</b>                    |     |     |           |                     |  |
| 5.10.1       | Impregnante Fibrocemento                      | m2  | 200 | \$ 800    | \$ 160.000          |  |
| 5.10.2       | Barniz  | m2  | 200 | \$ 800    | \$ 160.000          |  |
| 5.10.3       | Esmalte sintético                             | m2  | 200 | \$ 800    | \$ 160.000          |  |
| <b>5.11</b>  | <b>SISTEMA DE VENTILACION</b>                 |     |     |           |                     |  |
| 5.11.1       | Rejilla en puerta salida a patio              | uni | 1   | \$ 2.000  | \$ 2.000            |  |
| 5.11.2       | Ventilación pasiva en muros - Apertura manual | uni | 4   | \$ 2.000  | \$ 8.000            |  |
| 5.11.3       | Ventilación pasiva en cielo - apertura manual | uni | 1   | \$ 2.000  | \$ 2.000            |  |
| 5.11.4       | Extractor de aire forzado Cocina              | uni | 1   | \$ 15.000 | \$ 15.000           |  |
| 5.11.5       | Extractor de aire forzado Baños               | uni | 2   | \$ 8.000  | \$ 16.000           |  |
| 5.11.6       | Rejilla de ventilacion en frontones           | uni | 3   | \$ 1.500  | \$ 4.500            |  |
|              | <b>COSTO DIRECTO</b>                          |     |     |           | <b>\$ 5.832.500</b> |  |

|            |  |     |   |            |            |                     |
|------------|--|-----|---|------------|------------|---------------------|
| <b>6</b>   | <b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>                |     |   |            |            | <b>\$ 1.630.000</b> |
| <b>6.1</b> | <b>ARTEFACTOS SANITARIOS Y GRIFERIA</b>        |     |   |            |            |                     |
| 6.1.1      | Lavaplatos y griferías                         | uni | 1 | \$ 40.000  | \$ 40.000  |                     |
| 6.1.2      | lavadero y griferías                           | uni | 1 | \$ 30.000  | \$ 30.000  |                     |
| 6.1.3      | juego estanque - WC eficiente                  | uni | 2 | \$ 50.000  | \$ 100.000 |                     |
| 6.1.4      | lavamanos y griferías                          | uni | 2 | \$ 60.000  | \$ 120.000 |                     |
| 6.1.5      | Receptáculo de ducha y griferías (80 x 110 cm) | uni | 1 | \$ 140.000 | \$ 140.000 |                     |
| 6.1.6      | Receptáculo de ducha y griferías (70 x 130 cm) | uni | 1 | \$ 150.000 | \$ 150.000 |                     |
| 6.1.7      | Llave para lavadora                            | uni | 1 | \$ 15.000  | \$ 15.000  |                     |
| 6.1.8      | Aireadores                                     | uni | 5 | \$ 5.000   | \$ 25.000  |                     |
| <b>6.2</b> | <b>SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>                 |     |   |            |            |                     |
| 6.2.1      | Tuberías                                       | gl  | 1 | \$ 100.000 | \$ 100.000 |                     |

|                      |                                 |     |   |            |                     |  |
|----------------------|---------------------------------|-----|---|------------|---------------------|--|
| 6.2.2                | Fitting Red Interior            | gl  | 1 | \$ 120.000 | \$ 120.000          |  |
| <b>6.3</b>           | <b>SISTEMA DE AGUA CALIENTE</b> |     |   |            |                     |  |
| 6.3.1                | Conexión de gas                 | gl  | 1 | \$ 100.000 | \$ 100.000          |  |
| 6.3.2                | Calefont solar de 10 lts        | uni | 1 | \$ 210.000 | \$ 210.000          |  |
| 6.3.3                | Nicho de gas                    | gl  | 1 | \$ 80.000  | \$ 80.000           |  |
| <b>6.4</b>           | <b>ALCANTARILLADO</b>           |     |   |            |                     |  |
| 6.4.1                | Red de alcantarillado           | gl  | 1 | \$ 200.000 | \$ 200.000          |  |
| <b>6.5</b>           | <b>COLECTOR SOLAR PARA ACS</b>  |     |   |            |                     |  |
| 6.5.1                | Colector solar para ACS         | uni | 1 | \$ 200.000 | \$ 200.000          |  |
| <b>COSTO DIRECTO</b> |                                 |     |   |            | <b>\$ 1.630.000</b> |  |

|                      |  |     |    |            |                   |                   |
|----------------------|--|-----|----|------------|-------------------|-------------------|
| <b>7</b>             | <b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>              |     |    |            |                   | <b>\$ 458.000</b> |
| 7.1                  | <b>INSTALACION DE ILUMINACION Y ENCHUFES</b> |     |    |            |                   |                   |
| 7.1.1                | Centro de luz                                | uni | 10 | \$ 6.000   | \$ 60.000         |                   |
| 7.1.2                | Centro de enchufes                           | uni | 22 | \$ 4.000   | \$ 88.000         |                   |
| 7.1.3                | Extractores de aire forzado                  | uni | 3  | \$ 15.000  | \$ 45.000         |                   |
| 7.1.4                | Tablero de distribución                      | uni | 1  | \$ 20.000  | \$ 20.000         |                   |
| 7.1.5                | Empalme y medidor                            | gl  | 1  | \$ 200.000 | \$ 200.000        |                   |
| 7.1.6                | Ampolletas eficientes                        | uni | 10 | \$ 1.500   | \$ 15.000         |                   |
| 7.1.7                | Red interna de telecomunicaciones (RIT)      | gl  | 1  | \$ 30.000  | \$ 30.000         |                   |
| <b>COSTO DIRECTO</b> |  |     |    |            | <b>\$ 458.000</b> |                   |

|          |                                     |    |   |           |            |                   |
|----------|-------------------------------------|----|---|-----------|------------|-------------------|
| <b>8</b> | <b>OBRAS EXTERIORES</b>             |    |   |           |            | <b>\$ 100.000</b> |
| 8.1      | <b>ACCESO VIVIENDA</b>              |    |   |           |            |                   |
| 8.1.1    | Radier acceso principal y posterior | m2 | 5 | \$ 20.000 | \$ 100.000 |                   |

|                            |                         |  |  |            |  |                      |
|----------------------------|-------------------------|--|--|------------|--|----------------------|
|                            | <b>COSTO DIRECTO</b>    |  |  |            |  | <b>\$ 17.240.078</b> |
|                            | <b>GASTOS GENERALES</b> |  |  | <b>5%</b>  |  | <b>\$ 862.004</b>    |
|                            | <b>UTILIDADES</b>       |  |  | <b>20%</b> |  | <b>\$ 3.448.016</b>  |
|                            | <b>TOTAL NETO</b>       |  |  |            |  | <b>\$ 21.550.098</b> |
|                            | <b>IVA</b>              |  |  | <b>19%</b> |  | <b>\$ 4.094.519</b>  |
| <b>TOTAL OBRAS CIVILES</b> |                         |  |  |            |  | <b>\$ 25.644.616</b> |

\*El costo directo de construcción de la vivienda con el sistema automatizado es \$17.240.078.

\* Estos costos incluyen la M.O para realizar armados, traslados y montajes de los módulos panelizados.

\*Los valores de cada material se calcularon con la ayuda de la página web "Generador de precios Chile" (CYPE ingenieros S.A., 2018), la cual proporciona valores actualizados de materiales constructivos.

SOLO USO ACADÉMICO

SOLO USO ACADÉMICO

SOLO USO ACADÉMICO