

# Centro UC de Innovación en Madera

## INFORME

**Análisis del estado de la construcción en madera en Chile: Estadísticas de elección de materialidad y costos de construcción**

**PARA  
MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO**

06 de septiembre de 2019

*Vicuña Mackenna 4860, Macul, Santiago – Chile / Fono: (56-2) 354 5549 / [contactocim@uc.cl](mailto:contactocim@uc.cl) / [www.madera.uc.cl](http://www.madera.uc.cl)*

<p><b>1. Título del Proyecto.</b> Análisis de Costos de viviendas para edificación en madera en dos tipologías de 5 pisos en la Zona Central</p>	<p><b>2. Cuerpo del informe</b> 58 hojas (incluye portada)</p>
<p><b>3. Autor(es)</b> Felipe Victorero Castaño – Subdirector de Transferencia Danny Pavez Gallegos – Jefe de Proyectos</p>	<p><b>4. Contrato/Orden de Compra</b> -</p>
<p><b>5. Nombre y dirección de la organización investigadora</b> Nombre: Centro UC de Innovación en Madera (CIM). Dirección: Vicuña Mackenna N° 4860, Macul.</p>	<p><b>6. Fecha del informe</b> 06 de septiembre de 2019</p>
<p><b>7. Antecedentes de la Institución Mandante</b> Nombre: Ministerio de Vivienda y Urbanismo Dirección: Av. Libertador Bernardo O’Higgins 924, Santiago.</p>	<p><b>8. Contraparte técnica</b> -</p>
<p><b>9. Resumen</b></p> <p>El presente Informe titulado “Análisis del estado de la construcción en madera en Chile: Estadísticas de elección de materialidad y costos de construcción” fue desarrollado por el Centro UC de Innovación en Madera por solicitud del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) y contó con el apoyo de la Dirección de Extensión en Construcción de la Pontificia Universidad Católica de Chile (DECON).</p> <p>El objetivo del informe es generar estadísticas del sector de la construcción atiengetes, representativas y útiles tanto para la construcción en madera como para cualquier materialidad dentro de las que se incluyen, al menos, la evolución de la elección de la materialidad. Dentro de estas estadísticas se destacan: el comportamiento de la construcción según número de pisos de la edificación, evaluación de los distintos destinos de las edificaciones, profundización en el destino vivienda y distribución geográfica de los principales materiales de construcción actualmente utilizados. Por otro lado, se hizo un análisis de costos de construcción de las principales materialidades de construcción para tipologías representativas del parque habitacional del país, para ello, se hicieron análisis de las tipologías representativas a nivel de costo de proyectos de edificación y también se hizo una revisión y rectificación de costos referenciales del Programa de Protección del Patrimonio Familiar (PPPF).</p> <p>Los resultados demuestran que en los últimos años la construcción en madera ha ganado terreno y se presenta actualmente como segunda alternativa de construcción en el país por detrás del hormigón y por sobre la albañilería, no obstante, en regiones altamente forestales se presenta sí se presenta como la principal materialidad, destacándose las regiones de Biobío, Araucanía, Los Lagos, Los Ríos, Aysén y Magallanes. Estas tendencias se incrementan cuando el destino de la edificación es residencial.</p> <p>Otro resultado se destaca al analizar el segmento de 1 y 2 pisos, donde la madera es la principal materialidad para construcciones, por delante de la albañilería y el hormigón</p> <p>Por el lado de los costos de construcción se destaca primeramente que, como lo señala la literatura especializada, el nivel de industrialización de una edificación es clave en costo final de una estructura en madera y hoy en día se hace necesario considerar tecnologías industrializada, las cuales están presentes en el mercado nacional, para edificaciones de 5 y 6 pisos para que esta materialidad sea competitiva frente a la alternativa del hormigón. En este punto se detecta que la madera es competitiva principalmente en la Zona Centro y Norte del país (ver zonificación</p>	

en la Sección 4 de este informe) y se requieren empresas industrializadoras que mejoren los costos en la Zona Sur y Austral para acortar las brechas con el hormigón.

---

**NOMBRE RESPONSABLE**

Cargo Responsable

Centro UC de Innovación en Madera

“La información contenida en el presente informe constituye el resultado de un estudio realizado por el Centro UC de Innovación en Madera, lo que en ningún caso permite al solicitante afirmar que sus productos han sido certificados por el Centro UC de Innovación en Madera, ni reproducir total o parcialmente el logo o marca, sin la autorización previa y por escrito del Centro UC de Innovación en Madera”

## **NORMAS GENERALES**

El presente informe expone los resultados finales del estudio **“ANÁLISIS DEL ESTADO DE LA CONSTRUCCIÓN EN MADERA EN CHILE: ESTADÍSTICAS DE ELECCIÓN DE MATERIALIDAD Y COSTOS DE CONSTRUCCIÓN”** desarrollado durante el período **JUNIO/2018** a **SEPTIEMBRE/2019**.

Este fue preparado por el **CENTRO UC DE INNOVACIÓN EN MADERA (CIM)** para uso a definir por éste, bajo su responsabilidad exclusiva.

Los alcances están definidos explícitamente en la Sección 3. Las conclusiones se limitan a la información disponible para su ejecución.

Las metodologías utilizadas en el desarrollo del trabajo son propiedad intelectual de CIM y se basan en las mejores prácticas para estudios de este tipo, en el actual estado del arte.

La información contenida en el presente informe no podrá ser reproducida total o parcialmente, para fines publicitarios, sin la autorización previa y por escrito de CIM mediante un Contrato de Uso de Marca.

El mandante podrá manifestar y dejar constancia verbal y escrita, frente a terceros, sean estos autoridades judiciales o extrajudiciales, que el trabajo fue preparado por CIM, y si decide entregar el conocimiento del presente informe de CIM, a cualquier tercero, deberá hacerlo en forma completa e íntegra, y no partes del mismo.

El presente informe es propiedad del mandante, sin embargo, si CIM recibe la solicitud de una instancia judicial hará entrega de una copia de este documento al tribunal que lo requiera, previa comunicación por escrito al mandante.

El presente informe es resultado de las metodologías desarrolladas por CIM, del alcance del informe encomendado y de los antecedentes que el mandante puso a disposición de CIM. El mandante acepta expresamente que los resultados del presente informe pueden en definitiva, no serles favorables a sus intereses particulares.

## CONTENIDO

1.	RESUMEN EJECUTIVO .....	7
2.	INTRODUCCION.....	7
2.1	Ventajas comparativas de la construcción en madera.....	8
	Beneficios medioambientales.....	8
	Beneficios en la industria AEC .....	9
2.2	¿Cuál es la tendencia internacional? .....	11
2.3	Políticas públicas y contexto nacional.....	12
2.4	Necesidad detectada.....	13
3.	ALCANCES Y OBJETIVOS .....	13
3.1	Objetivo y alcance general .....	14
3.2	Objetivos y alcances específicos .....	14
4.	METODOLOGÍA.....	14
4.1	Levantamiento de información estadística importante para la Construcción.....	14
4.2	Establecimiento de parámetros y costos referenciales para las distintas materialidades	15
	Establecimiento de costos referenciales de tipologías representativas.....	16
	Revisión de Precios Unitarios del Programa de Protección al Patrimonio Familiar .....	17
5.	RESULTADOS .....	17
5.1	Levantamiento de información estadística del Sector de la Construcción.....	18
	Evolución de la construcción en el país .....	18
	Comportamiento de la construcción según distintos destinos .....	19
	Comportamiento de la construcción según número de pisos de los principales materiales .....	20
	Evaluación para todos los destinos.....	21
	Evaluación para destino Vivienda.....	22
	Cantidad de viviendas autorizadas cada año y superficie promedio.....	25
	Evolución en el tiempo de las principales materialidades predominantes .....	26
	Distribución geográfica de las principales materialidades predominantes .....	27
	Análisis particulares .....	33
5.2	Establecimiento de parámetros y costos referenciales para las distintas materialidades	37
	Estudio de costos referenciales de Tipologías representativas .....	38
	Revisión de costos referenciales del Programa de Protección al Patrimonio Familiar.....	46
5.3	Análisis respecto a hitos específicos.....	46
	2007 .....	47
	2010 .....	48
	2015 .....	48
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	48

7.	Referencias .....	51
8.	ANEXOS.....	52
8.1	Anexo I: Resultados de análisis PPPF.....	52
8.2	Anexo II: Resultados Matriz de casos estudiada .....	56

## 1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente Informe titulado “Análisis del estado de la construcción en madera en Chile: Estadísticas de elección de materialidad y costos de construcción” fue desarrollado por el Centro UC de Innovación en Madera por solicitud del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) y contó con el apoyo de la Dirección de Extensión en Construcción de la Pontificia Universidad Católica de Chile (DECON).

El objetivo del informe es generar estadísticas del sector de la construcción atingentes, representativas y útiles tanto para la construcción en madera como para cualquier materialidad dentro de las que se incluyen, al menos, la evolución de la elección de la materialidad. Dentro de estas estadísticas se destacan: el comportamiento de la construcción según número de pisos de la edificación, evaluación de los distintos destinos de las edificaciones, profundización en el destino vivienda y distribución geográfica de los principales materiales de construcción actualmente utilizados. Por otro lado, se hizo un análisis de costos de construcción de las principales materialidades de construcción para tipologías representativas del parque habitacional del país, para ello, se hicieron análisis de las tipologías representativas a nivel de costo de proyectos de edificación y también se hizo una revisión y rectificación de costos referenciales del Programa de Protección del Patrimonio Familiar (PPPF).

Los resultados demuestran que en los últimos años la construcción en madera ha ganado terreno y se presenta actualmente como segunda alternativa de construcción en el país por detrás del hormigón y por sobre la albañilería, no obstante, en regiones altamente forestales se presenta sí se presenta como la principal materialidad, destacándose las regiones de Biobío, Araucanía, Los Lagos, Los Ríos, Aysén y Magallanes. Estas tendencias se incrementan cuando el destino de la edificación es residencial.

Otro resultado se destaca al analizar el segmento de 1 y 2 pisos, donde la madera es la principal materialidad para construcciones, por delante de la albañilería y el hormigón

Por el lado de los costos de construcción se destaca primeramente que, como lo señala la literatura especializada, el nivel de industrialización de una edificación es clave en costo final de una estructura en madera y hoy en día se hace necesario considerar tecnologías industrializada, las cuales están presentes en el mercado nacional, para edificaciones de 5 y 6 pisos para que esta materialidad sea competitiva frente a la alternativa del hormigón. En este punto se detecta que la madera es competitiva principalmente en la Zona Centro y Norte del país (ver zonificación en la Sección 4 de este informe) y se requieren empresas industrializadoras que mejoren los costos en la Zona Sur y Austral para acortar las brechas con el hormigón.

## 2. INTRODUCCION

Entendiendo la necesidad de impulsar una agenda de construcción en madera, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo en conjunto con el Centro de Innovación en Madera y DECON UC, se lleva a cabo este estudio que busca generar estadísticas relevantes para la industria y definir costos de construcción referenciales para distintas materialidades a lo largo de Chile.

Para ello, se usaron insumos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) y que el mismo MINVU puso a disposición. Este último, facilitó tipologías representativas del parque habitacional nacional para la evaluación de los costos. A su vez, se definieron zonas geográficas de características

similares para llevar a cabo este análisis, deduciéndose estas en Norte: Regiones XV a III; Centro: Regiones IV a VII; Sur: Regiones VIII a X; Austral: Regiones XI y XII.

Esta necesidad de construcción en madera se basa en la misión del MINVU de facilitar a la ciudadanía el acceso a soluciones habitacionales adecuadas y de calidad, y contribuir con ello al desarrollo de comunidades, barrios y ciudades equitativas, integradas y sustentables y dentro de ese contexto, la madera se presenta actualmente como la mejor alternativa para ser usada como material constructivo dados múltiples ventajas comparativas entre las que destacan:

### 2.1 Ventajas comparativas de la construcción en madera

Desde el punto de vista de la arquitectura, la ingeniería y la construcción, el uso de la madera tiene una serie de ventajas si es que se proyecta, diseña y construye adecuadamente entre los que destacan los beneficios medioambientales estructurales, de industrialización, etc. A continuación se hará un barrido por las principales

#### Beneficios medioambientales

- Mitigación de los efectos del cambio climático: Hay dos formas de reducir el CO<sub>2</sub> atmosférico: reduciendo las emisiones o removiendo el CO<sub>2</sub> presente y almacenándolo o, en otras palabras, reducir las fuentes de carbono o aumentar los sumideros de este. La madera tiene la habilidad única de aportar en ambos sentidos.

Figura 1: Efecto de la fotosíntesis en el crecimiento de los árboles

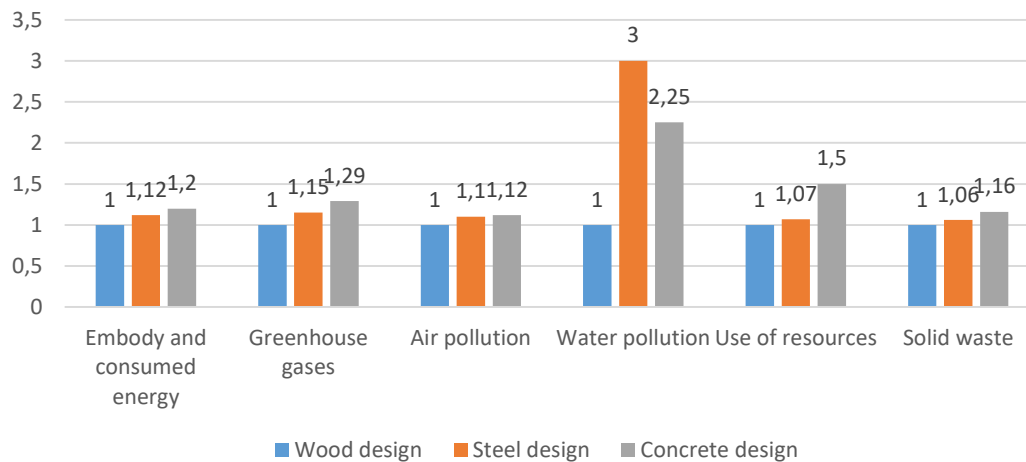


.Fuente: (The Forest Products Association of Canada, 2014)



En comparación con otros materiales (Gráfico 1), la madera presenta los mejores indicadores como uso de la energía, contaminación de aire y agua, uso de recursos, etc.

Gráfico 1: Efectos contenidos relativo de la construcción en madera (normalizado a que el valor de la madera es 1).



Fuente: (Canadian Wood Council, 2004)

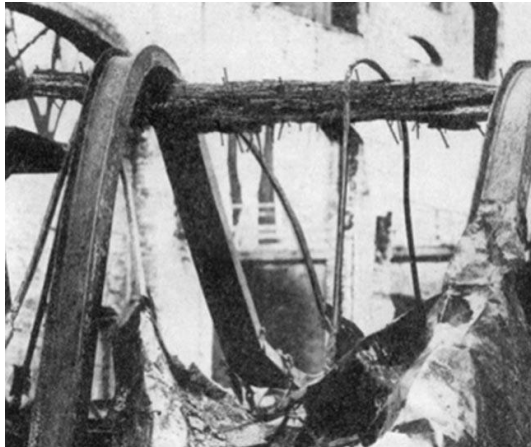
- Es renovable: a diferencia del hormigón, el ladrillo y el metal, la madera es un material natural que, después de extraído, puede ser repuesto una y otra vez. Su disponibilidad para uso humano está garantizada en la medida que se produzca y utilice de manera sustentable. La cosecha de árboles maduros permite replantar árboles jóvenes, permitiendo un ciclo continuo.
- Su producción es más limpia y eficiente: la extracción y manufactura de madera consume menos energía que la elaboración de otros materiales, y la mayor parte de ella se obtiene de fuentes renovables. Por ejemplo, comparados con la madera: el acero y el hormigón consumen 12% y 20% más de energía, respectivamente.

### Beneficios en la industria AEC

- Buen desempeño frente a sismos. Considerando que las fuerzas en un sismo son proporcionales al peso de las estructuras que las reciben, la madera presenta la ventaja de ser entre seis a nueve veces más livianas que las de albañilería u hormigón. También, gracias a sus numerosas conexiones por medio de clavos y demás fijaciones, los sistemas constructivos en madera correctamente diseñados logran disipar las energías durante un sismo.
- Buena resistencia al fuego: comúnmente se piensa que la madera es más vulnerable al fuego que otros materiales, sin embargo, una construcción en madera bien diseñada puede ofrecer excelentes condiciones de seguridad frente a un incendio y suficiente resistencia al fuego como para evitar que este se propague y ocurra una falla estructural. Según el American Institute of Timber Construction (2003) las temperaturas promedio en un incendio varían entre 700 °C y 900 °C. El acero se debilita rápidamente cuando la temperatura supera los 230 °C, manteniendo solamente 10% de su resistencia al llegar a los 750 °C. Como regla general, la madera no combustiona hasta que alcance cerca de 250°C. Una vez que combustiona, la madera

desarrolla carbón a una velocidad de 6mm por minuto, por lo tanto, en un incendio de 30 minutos, solo  $\frac{3}{4}$  de una pulgada de cada superficie expuesta se pierde por carbonización, dejando intacta la mayor parte de la sección transversal original.

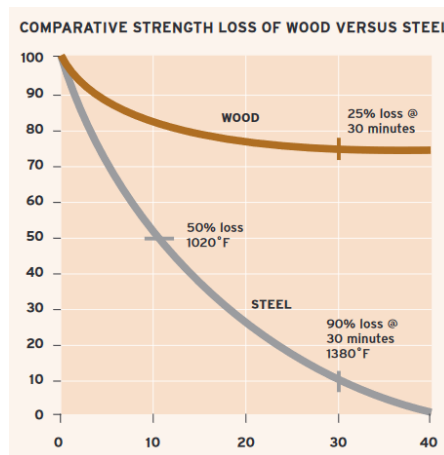
Figura 2: Viga de acero después de incendio



Fuente: (American Institute of Timber Construction, 2003)

La Figura 3 muestra la pérdida de capacidad estructural de una viga de madera y de acero a distintas temperaturas que podrían presentarse en un incendio.

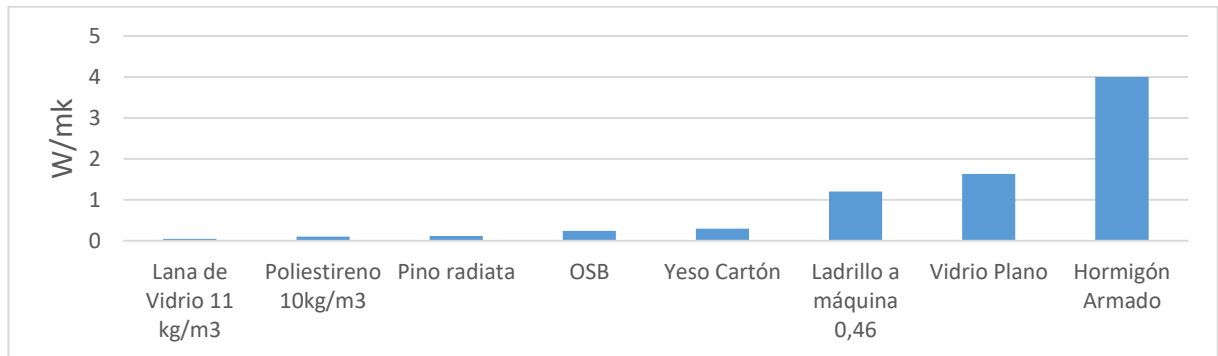
Figura 3: Comparativo de pérdida de fuerza de acero y madera a distintas temperaturas (°F)



Fuente: (American Institute of Timber Construction, 2003)

- La madera posee una baja conductividad térmica, lo que la convierte en un excelente aislante. La madera es 16 veces menos conductiva que el hormigón y 558 veces que el acero.

Gráfico 2: Comparación de Conductividades Térmicas en distintas materialidades

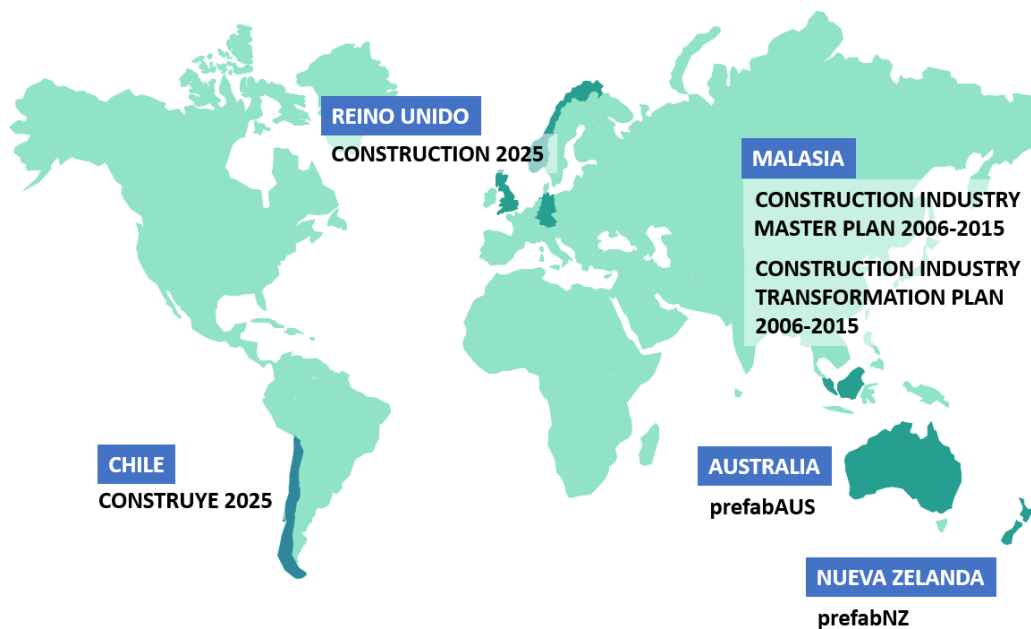


Fuente: Adaptado de NCh833.

## 2.2 ¿Cuál es la tendencia internacional?

En diversos países se observan iniciativas que apuntan a fomentar la construcción industrializada ya que reconocen en ella el potencial para mejorar los estándares de construcción, optimizar los procesos constructivos y reducir los plazos y costos.

Figura 4: Iniciativas de fomento a la Construcción Industrializada

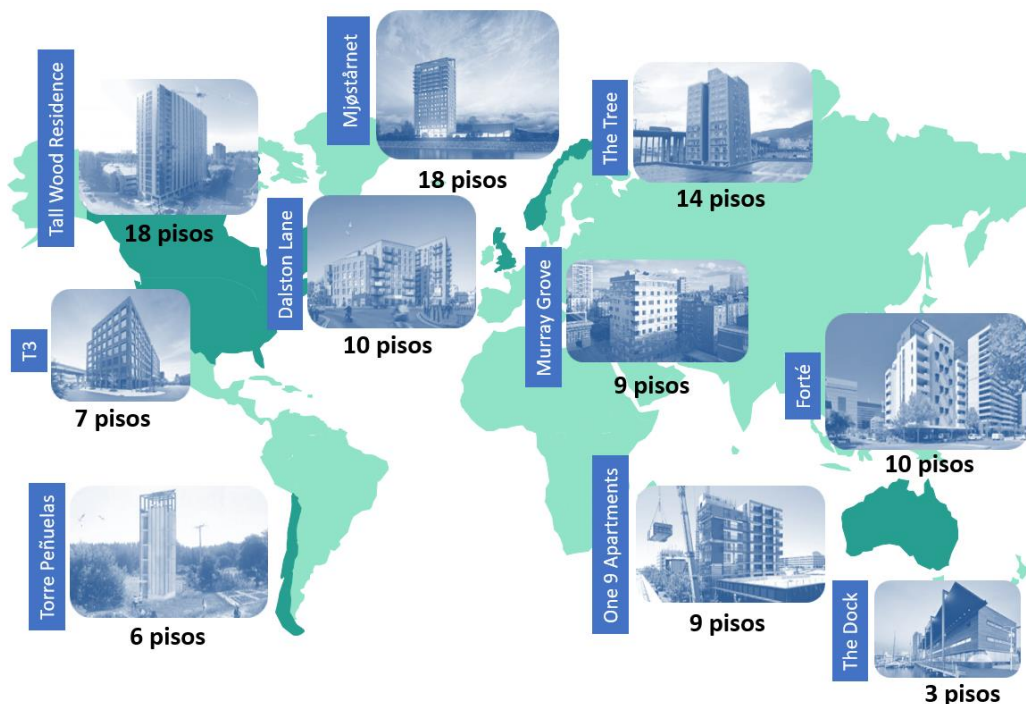


Como regla general, en todos estos países la prefabricación tiene una industria robusta con representantes que pueden producir eficientemente, en grandes volúmenes y con altos estándares de calidad. Por ejemplo, Impresa House en Australia opera con un sistema de armado de paneles cerrados que incrementa la rapidez de la construcción en un 50% gracias a su sistema completamente off-site con apoyo de tecnología CNC. En Suecia, la empresa Randek es pionera en la industria de maquinaria y sistemas de prefabricación para la confección de casas prefabricadas.

Los principales productores de casas en 36 países están utilizando maquinaria y sistemas de esta compañía. La empresa Clayton, en Estados Unidos es la constructora de viviendas prefabricadas y casas modulares más grande de ese país, produciendo cerca de 40.000 viviendas al año en sus 40 fábricas.

Desde el punto de vista de las tipologías constructivas, la experiencia internacional indica que hay una tendencia a construir en altura con madera. En la actualidad Canadá tiene el edificio construido en madera más alto del mundo, llegando a los 53m ([Tall Wood Residence](#)). En etapa de construcción se encuentra el [Mjøstårnet](#) (Noruega) el cual alcanzará los 85,4m. Además, son variados los proyectos que se tienen en carpeta, como en Tokio que se planea alcanzar los 350m o en Chicago, que se pretende llegar a los 244m.

Figura 5: Referentes de construcción en altura con madera alrededor del mundo



### 2.3 Políticas públicas y contexto nacional

Actualmente, existen diversos programas e iniciativas gubernamentales que promueven la construcción sustentable y la eficiencia energética, la industrialización de la construcción, etc. Se pueden nombrar los Ministerios de Vivienda y Urbanismo, de Energía, de Medio Ambiente, de Economía, Ministerio de Obras Públicas, CORFO, etc.

Desde CORFO, el programa Construye 2025 busca transformar al sector de la construcción desde la perspectiva de la sustentabilidad y la productividad. La Hoja de Ruta de este proyecto, contiene 15 iniciativas que serán el foco de su implementación entre las que se destaca: Prefabricación e industrialización de viviendas; Gestión de residuos de la construcción; Eficiencia hídrica en la construcción y Promoción de edificaciones sustentables. El objetivo es generar una industria más productiva disminuyendo en un 20% los costos de producción, aumentar en un 20% las edificaciones

sustentables y disminuir en un 30% las emisiones de CO<sub>2</sub>eq. al 2030 (Programa estratégico nacional productividad y construcción sustentable, 2016).

Desde el ámbito del MINVU, por ejemplo, se puede mencionar PEM Madera 2015/2025 el cual es un programa que junto con CORFO pretenden impulsar el desarrollo de la industria de la construcción, aumentar el uso de la madera, darle valor agregado y sumarle tecnología; o también la Política Forestal, en la cual se pretende aumentar la productividad forestal y duplicar la construcción en madera de viviendas, industria e infraestructura al 2035 (Programa Estratégico Mesoregional. Industria de la madera de alto valor, 2016)

Por otro lado, el Ministerio de Energía en su Política Energética “Energía 2050” establece cuatro pilares fundamentales: Seguridad y calidad el suministro; Energía como motor de desarrollo; Energía compatible con el Medio Ambiente y Eficiencia; y Educación Energética. Por lo anteriormente descrito, los dos últimos están directamente relacionados con el uso de la madera en la construcción, ya que el programa tiene como objetivos: Reducir al menos en 30% los GEI al 2030, desacoplar el crecimiento del país del crecimiento en el consumo energético, que todas las edificaciones nuevas tengan estándares OCDE de construcción eficiente y cuenten con sistemas de control y gestión inteligente de la energía (Ministerio de Energía, 2015).

Por su parte el Ministerio de Medio Ambiente se compromete en su Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022 (Ministerio del Medio Ambiente, 2017) a reducir un 30% su intensidad de emisiones GEI, respecto del año 2007, en un intento por desacoplar el crecimiento económico de las emisiones de GEI. También en el Plan de adaptación al cambio climático para ciudades 2018-2022 declara que las ciudades se ven afectadas cada vez más seguidos y con mayor intensidad por eventos climáticos extremos y destaca que las personas de mayor edad, a su vez, se ven particularmente afectadas por las olas de calor en las ciudades de clima templado, especialmente al carecer de estándares térmicos, diseño y materialidad en viviendas y construcciones que impidan soportar temperaturas extremas de forma permanente. Otro aspecto importante que se comenta es que la contaminación atmosférica proveniente de las ciudades contribuye con un 70% a 80% al fenómeno de cambio climático.

#### **2.4 Necesidad detectada**

El déficit habitacional actual en Chile se estima entre 390.000 (Observatorio Urbano, 2017) y 508.000 viviendas (Cámara Chilena de la Construcción, 2017)

Si se toma en cuenta la distribución presentada en el Informe de CChC (2017) de los Requerimientos Habitacionales, se tiene que el 90,5% del déficit se concentra en la Zona Centro y Zona Sur<sup>1</sup>, zonas con fuerte aptitud forestal en la actualidad y en crecimiento.

### **3. ALCANCES Y OBJETIVOS**

Para este estudio, se tuvieron en cuenta los siguientes objetivos y alcances:

---

<sup>1</sup> Estas zonas están descritas en el punto 4 y abarcan desde la región de Coquimbo hasta la región de Los Lagos

### 3.1 Objetivo y alcance general

Generar estadísticas compilatorias de edificación a distintos niveles respecto a la materialidad de estructuras en Chile y su proyección en el tiempo con el fin de establecer políticas públicas que beneficien el Sector de la Construcción y que ayude a paliar el déficit habitacional actual de manera sustentable. Generar indicadores relevantes de los costos de construcción referenciales de tipologías de viviendas arquitectónicamente representativas del parque habitacional del país en distintas materialidades.

### 3.2 Objetivos y alcances específicos

- Mostrar la evolución de la construcción en el país.
- Mostrar la evolución del uso de los principales materiales estructurales de construcción.
- Definir el porcentaje de uso de madera en la actualidad y su evolución en el tiempo, su presencia en las distintas regiones de Chile y según características específicas de cada localidad.
- Determinar el comportamiento del uso de los principales materiales estructurales de construcción, etc.
- Mostrar costos representativos de la construcción en madera en comparación con otras materialidades.
- Realizar un análisis de los costos referenciales que se utilizan para evaluar el Programa de Protección del Patrimonio Familiar (PPPF) del MINVU.
- Mostrar un análisis del comportamiento de la construcción frente a hitos.

## 4. METODOLOGÍA

Por conveniencia metodológica y para facilitar la presentación de resultados, se desarrolla el estudio en dos partes complementarias 1) Levantamiento de información estadística importantes para la Construcción y 2) Establecimiento de parámetros y costos referenciales para las distintas materialidades.

### 4.1 Levantamiento de información estadística importante para la Construcción

Se realizó un estudio estadístico de levantamiento de información con enfoque cuantitativo a través de la recolección y de análisis de datos de acuerdo a ciertas lógicas y estándares de validez y confiabilidad que se explican a continuación.

a. Se usaron las Bases de Datos del Formulario Único de Estadísticas de Edificación del INE disponibles públicamente para descarga en <https://www.ine.cl/estadisticas/economicas/construccion/edificaci%C3%B3n-superficie-autorizada>. Existe un archivo para cada año desde el 2002 hasta el 2017 (visitado por última vez el 13/03/2019)

b. Se depuró cada Base de Datos para obtener la información relevante para esta investigación, tomando en cuenta el siguiente orden y lógicas:

i. Para cada obra de construcción se tomó en cuenta la materialidad predominante según la clasificación de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (MINVU, 2018) escogiendo la que tenga mayor porcentaje de presencia.

ii. En caso de no poder definirse una materialidad predominante, ya que no existía un solo material con mayor presencia, se priorizó solo uno según la jerarquización de la calidad del material indicado en el Instructivo de Formulario Único de Edificación (INE, 2018)

- c. Se compiló la información en un mismo archivo de formato Excel. Dependiendo de cada caso, se usaron tres unidades de medición: m<sup>2</sup>, cantidad de obras, y/o porcentaje.
- d. Se generaron Tablas y Gráficos de resumen relacionados con los Objetivos Específicos antes mencionados.
- e. Se agruparon los materiales en los siguientes grupos:
  - i. Hormigón: que incluye los proyectos de hormigón.
  - ii. Albañilería de Ladrillo: que incluye a los proyectos de Albañilería de Ladrillo artesanal y Albañilería de Ladrillo máquina.
  - iii. Albañilería de bloque: que incluye a los proyectos de Albañilería de Bloque de cemento.
  - iv. Madera: que incluye los proyectos de madera.
  - v. Acero Galvanizado: que incluye los proyectos de Panel Ferro cemento.
  - vi. Otros: que incluye el resto de los materiales no nombrados anteriormente.
- f. Se concluyó y se verificó respecto a la Hipótesis principal y las Hipótesis secundarias.

Los niveles de desglose en el estudio son los siguientes:

- a) Nacional: Que abarca todo el país
- b) Macrozonal: Que abarca cuatro zonas: Zona Norte, correspondiente a las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta y Atacama; Zona Centro, correspondiente a las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y Maule; Zona Sur, correspondiente a las regiones de Biobío, Araucanía, Los Ríos y Los Lagos; Zona Austral, correspondiente a las regiones de Aysén y Magallanes y la Antártica chilena.
- c) Regional: Que abarca las 15 regiones actuales. Para el análisis anterior al 2008 se consideró que las comunas de General Lagos, Putre, Arica y Camarones pertenecen a la actual región de Arica y Parinacota y las comunas de Corral, Lanco, Los Lagos, Máfil, Mariquina, Paillaco, Panguipulli, Valdivia, Futrono, La Unión, Lago Ranco y Río Bueno pertenecen a la actual región de Los Ríos.
- d) Comunal: Que abarca comunas específicas de particular interés.  
Otras fuentes de análisis fueron las siguientes:
  - a) Informes Anuales de Edificación, disponibles en <https://www.ine.cl/estadisticas/economicas/construccion/edificaci%C3%B3n-superficie-autorizada>, los cuales cuentan con publicaciones para los años 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2014, 2016 y 2017 (visitado por última vez el 13/03/2019).
  - b) Censo 2017

#### **4.2 Establecimiento de parámetros y costos referenciales para las distintas materialidades**

En vista de que actualmente no se ha masificado el uso de la madera como material estructural en edificaciones de más de dos pisos y que existen barreras de entrada para que Arquitectos, Ingenieros y Constructores se les facilite considerarla en sus proyectos (deficiencias en rotulados de los productos, desconocimiento de cuidados y mantenciones, desconocimiento en métodos de cálculo estructural, etc.) es que no existen parámetros ni costos de construcción referenciales que permitan estimar en etapas tempranas del proyecto la inversión que se debería costear y, por lo tanto, se hace difícil de comparar con otras materialidades. Por ello, se establecerán costos referenciales de Tipologías representativas y se hará una revisión de los Precios Unitarios del PPPF del MINVU, para

validar y rectificar los datos y proponer mejoras para asegurar una mejor representatividad de costos de construcción reales.

### Establecimiento de costos referenciales de tipologías representativas

Se realizó un estudio de enfoque cuantitativo que estableció parámetros y costos referenciales de distintas viviendas representativas que fueron presupuestadas para distintas materialidades y emplazadas en distintas zonas de Chile con supuestos y limitaciones que más adelante se indican. Además de esto, se consideró el análisis de Precios Referenciales de Precios Unitarios del Programa de Protección del Patrimonio Familiar en atención a la completa base de datos, presencia en cada una de las regiones del país y su extendido uso por Contratistas y Empresas Constructoras. La lógica y metodología de análisis fue la siguiente:

Para el estudio de los parámetros y costos referenciales de distintas viviendas representativas de distintas materialidades y emplazadas en distintas zonas de Chile se utilizaron tipologías de viviendas representativas facilitadas por la División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional (DITEC) del MINVU, de estos proyectos, y junto con información recopilada del análisis del Levantamiento de Información Estadística del Sector de la Construcción según la presencia de distintas tipologías de viviendas y materialidades a lo largo del país, se generó una Matriz de casos, la que se detalla a continuación:

Tabla 1: Matriz de casos a estudiar para establecimiento de costos referenciales

		1 Piso	2 Piso Adosada	2 Pisos Pareada	3 Piso	4 Piso	5 Piso	6 Piso
ZONA NORTE	HORMIGÓN						1	1
	LADRILLO	1	1	1	1	1		
	BLOQUE CEMENTO	1	1	1				
	MADERA	1	1	1	1	1	2	1
	MIXTO BLOQUE CEMENTO AC. GALV.		1					
ZONA CENTRO	HORMIGÓN				1	1	1	1
	LADRILLO	1	1	1	1	1		
	BLOQUE CEMENTO	1	1	1				
	MADERA	1	1	1	1	1	2	1
	AC. GALVANIZADO	1						
	MIXTO LADRILLOS MADERA			1				
	MIXTO LADRILLO AC. GALV.		1					
ZONA SUR	HORMIGÓN						1	1
	LADRILLO	1	1	1	1	1		
	AC. GALVANIZADO	1	1	1				
	MADERA	1	1	1	1	1	2	1
	MIXTO LADRILLO MADERA			1				
ZONA AUSTRAL	HORMIGÓN							
	LADRILLO	1	1	1				
	AC. GALVANIZADO	1	1	1				
	MADERA	1	1	1	1	1	2	1

Proyecto MINVU

Ante Proyectos CIM

Adaptación CIM Proyectos MINVU

Los Proyectos MINVU, son casos donde se mantuvo exactamente la tipología arquitectónica y materialidad del proyecto original; los Anteproyectos CIM, son proyectos en tipologías arquitectónicas que se consideran replicables a nivel público o privado, de materialidad estructural madera y que han sido validadas estructuralmente por un Ingeniero Civil; las Adaptaciones de proyectos MINVU son tipologías arquitectónicas tomadas de los Proyectos MINVU y que se adaptaron a otra materialidad o se les realizó alguna modificación menor.



Las Zonas Norte, Centro Sur y Austral, abarcan las mismas regiones que las indicadas anteriormente. Las Tipologías son 7 y se sus plantas se adjuntarán en Anexo I

Estas estimaciones de precios, tienen los siguientes alcances y consideraciones: Se consideró un valor de UF del 17 de diciembre del 2018 (\$27.565,79); se supone que los proyectos pertenecerían al programa DS49; Se estima el mismo valor de Instalaciones Sanitarias para cada tipología arquitectónica, independiente de su materialidad, según proyectos similares; Se considera Instalación de Gas para las tipologías 1, 2 y 3; se consideran las tipologías 4, 5, 6 y 7 como edificios Full electric; se consideran los mismos Gastos Generales para cada tipología en las cuatro zonas; en los cielos de los baños se considera pintura; se considera cerámica blanca en muros y pisos de baños y en zona de salpicadura de cocina; se considera que todos los terrenos están urbanizados; para las tipologías 1, 2 y 3 se considera un proyecto de 110 viviendas construidas en forma paralela en dos frentes de trabajo y comparten Administrador de Obra en Gastos Generales; para las tipologías 4, 5, 6 y 7 se considera un proyecto de 4 edificios construidos en forma paralela.

### **Revisión de Precios Unitarios del Programa de Protección al Patrimonio Familiar**

Para la revisión de costos referenciales del Programa de Protección al Patrimonio Familiar

a. Se seleccionaron 51 partidas considerado solamente aquellas homologables a viviendas nuevas, se proponen 7 partidas no contempladas en el listado original y que resultan importantes para la construcción de viviendas de entramado.

b. Se dividió el país en 4 zonas: Zona Norte: de Arica y Parinacota a Atacama, Zona Centro: de Coquimbo a Maule, Zona Sur: de Biobío a Los Lagos, Zona Austral: de Aysén a Magallanes.

c. Se realizaron Análisis de Precios Unitarios de cada partida seleccionada anteriormente para las 4 zonas mencionadas. En cada zona se estableció una ciudad capital donde se supuso que se suministrarían los materiales.

d. Se realizó un análisis de los Factores de Corrección con los cuales MINVU pondera los precios base según zonas geográficas específicas. La metodología de este análisis es el siguiente:

Se seleccionaron aleatoriamente 20 de los 72 factores de corrección. Cada factor estudiado se comparó con los resultados que se obtuvieron al aumentar los costos de una partida, trabajo o tarea producto del análisis de traslado de material y personal. Luego, se compararon los resultados obtenidos del estudio con los costos netos de las partidas presentadas en los presupuesto PPPF.

Para realizar una estimación cuantitativa se calcula por una parte un valor por km recorrido de vehículo utilizado para el transporte de materiales, el costo de traslado de personal y el costo de alojamiento del personal, dependiendo de la distancia.

Una vez conocida la distancia entre la Ciudad Capital y la localidad, se analizan 5 APU por región, seleccionados de forma aleatoria, los cuales permitirán comparar a validez de lo usado en los PPPF.

e. Se concluye respecto a la validez respecto a si los Precios Referenciales son representativos para las distintas regiones.

Este análisis consideró el valor de la UF del 17 de diciembre de 2018 (\$27.565,79); se tomaron los proyectos del CIM "Oasis de Chañaral" para la Zona Norte y Centro y el proyecto del CIM "Porvenir" para la Zona Sur y Austral; no fue posible conseguir los antecedentes de la región de Antofagasta.

## **5. RESULTADOS**

A continuación se presentarán los resultados del estudio:

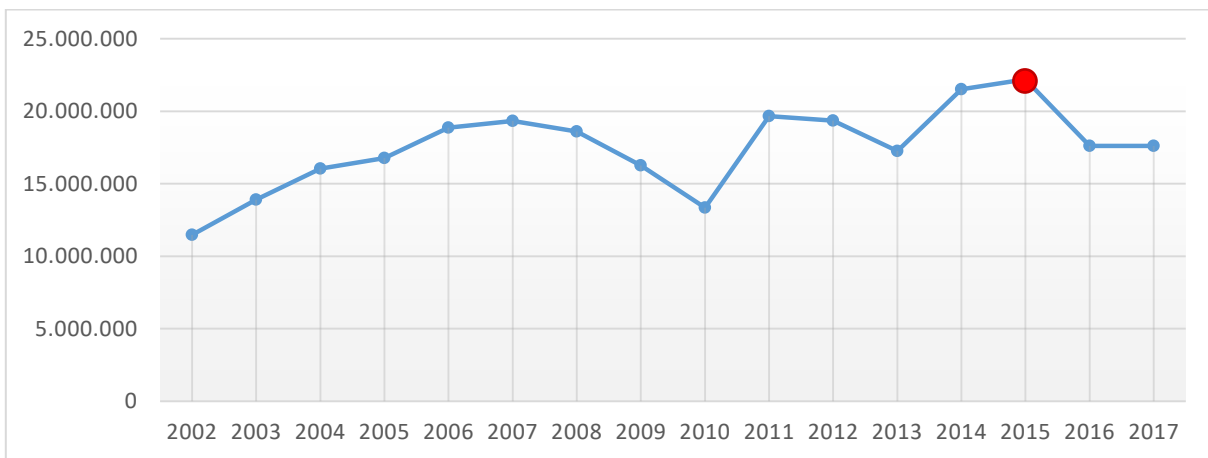
### 5.1 Levantamiento de información estadística del Sector de la Construcción

A continuación se mostrará una serie de Tablas y Gráficos que muestran información estadística del Sector de la Construcción relevante:

#### Evolución de la construcción en el país

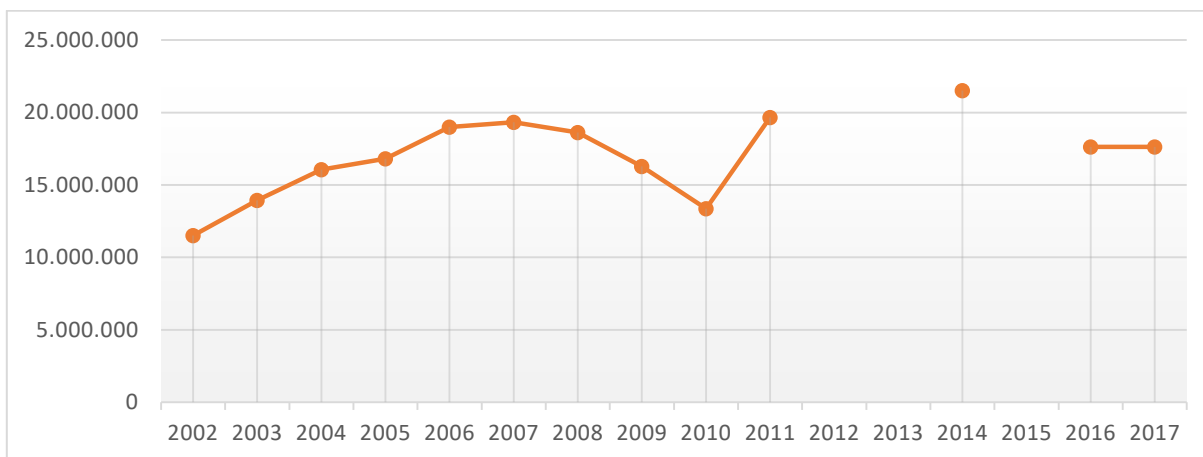
Respecto a la evolución de la superficie aprobada para construcción en el país, el análisis de las Bases de Datos muestra un comportamiento que tuvo un peak de 20.180.477 m<sup>2</sup> el año 2015, mientras que los años que presentan la menor cantidad de m<sup>2</sup> autorizados son 2002 y 2010, con 10.080.333 y 12.038.168 m<sup>2</sup>, respectivamente. El acumulado para todos los años es 243.540.395 m<sup>2</sup>.

Gráfico 3: Superficie autorizada (m<sup>2</sup>) cada año. 2002 a 2017



Haciendo un análisis similar en base a los Informes Anuales de Edificación, se obtiene el siguiente gráfico:

Gráfico 4: Superficie (m2) autorizada según Informes Anuales de Edificación del INE



Si bien, existe una diferencia de resultados, esto podría ser atribuido a diferencia metodológica y de interpretación de los datos. Se destaca, sin embargo, que los resultados no varían significativamente y las tendencias explicadas anteriormente y más adelante de este informe, son las mismas.

El primer gráfico, presenta un peak el 2015 con 22.211.620 m2 autorizados. Los años que presentan menor cantidad de m2 autorizados son 2002 y 2010, con 11.465.291 y 13.358.542, respectivamente. Se presenta una cantidad de m2 autorizados acumulados de 279.855.544

En el segundo gráfico el peak se presenta el 2014 con 21.512.552 m2 autorizados, sin embargo, no se presenta información para el 2015 por inexistencia del informe en lo publicado por INE. Los menores valores son el 2002 y 2010, al igual que el primer gráfico, con 11.509.804 y 13.359.046, respectivamente. Dado lo mencionado antes, no se puede hacer referencia a una cantidad acumulada ya que no existen Informes Anuales para los años 2012, 2013 y 2015.

### Comportamiento de la construcción según distintos destinos

Con respecto al análisis de la superficie autorizada acumulada entre 2002 y 2017 según 4 destinos (Vivienda; Industria, Comercio y Establecimientos Financieros (ICEF); Educación; Otros servicios), se muestran los siguientes casos:

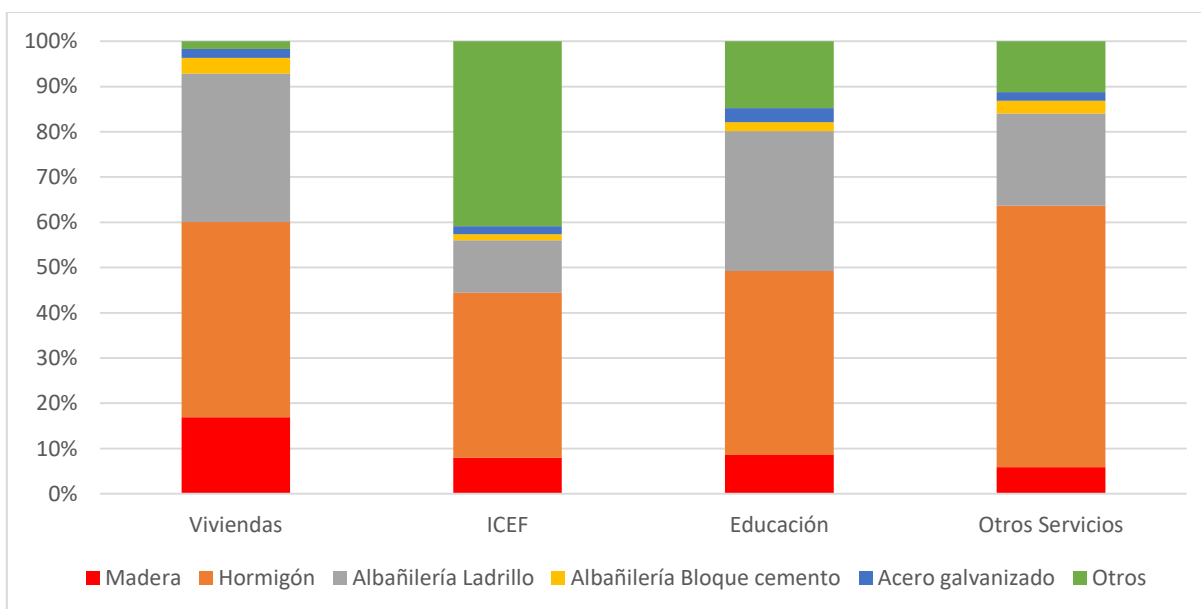
- La superficie autorizada para Viviendas representa el 62% de la superficie autorizada total, seguida por ICEF con 26% y Otros Servicios con 6%. Educación representa 5%.
- Hormigón es la principal materialidad para todos los destinos
- Según se observa en el Gráfico 5: Gráfico 5 El destino donde la madera tiene mayor participación es vivienda, con 17%. Este análisis considera la superficie autorizada entre 2002 y 2017.

Tabla 2: Distribución de superficie autorizada según materialidad predominante y destino. Superficie acumuladas 2002 a 2017

	Viviendas		ICEF		Educación		Otros Servicios	
<b>Madera</b>	29.472.76	17%	5.877.73	8%	1.230.06	9%	1.069.73	6%
	6		6		2		6	

<b>Hormigón</b>	74.973.169	43%	26.761.359	36%	5.810.117	41%	10.487.401	58%
<b>Albañilería Ladrillo</b>	57.112.641	33%	8.510.062	12%	4.410.829	31%	3.693.640	20%
<b>Albañilería Bloque cemento</b>	6.023.848	3%	1.006.802	1%	292.033	2%	522.466	3%
<b>Acero galvanizado</b>	3.466.465	2%	1.325.128	2%	437.697	3%	334.886	2%
<b>Otros</b>	2.877.277	2%	30.004.060	41%	2.112.204	15%	2.043.160	11%
<b>Total general</b>	<b>173.926.166</b>	<b>100 %</b>	<b>73.485.147</b>	<b>100 %</b>	<b>14.292.942</b>	<b>100 %</b>	<b>18.151.289</b>	<b>100 %</b>
<b>Porcentaje</b>	<b>62%</b>		<b>26%</b>		<b>5%</b>		<b>6%</b>	

Gráfico 5: Porcentaje de participación de cada materialidad para los 4 destinos.



### Comportamiento de la construcción según número de pisos de los principales materiales

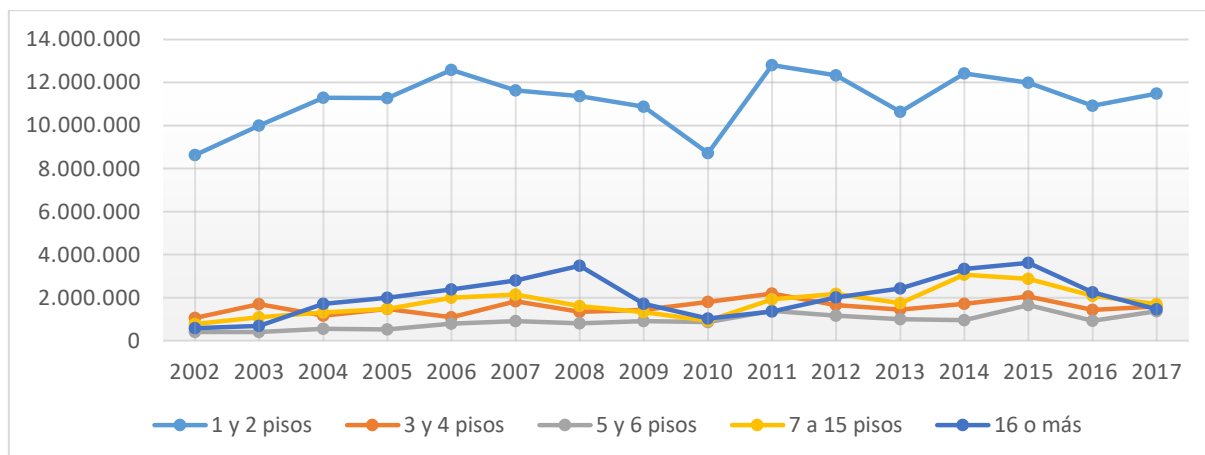
Como se mostró anteriormente, las edificaciones se pueden agrupar en 4 destinos principales: Vivienda, ICEF, Educación y Otros servicios. El destino Vivienda abarca el 62,15% de la superficie autorizada (173.926.166 m<sup>2</sup>) y, por lo tanto, al ser el principal destino de edificación se ahondará en su análisis evaluando su comportamiento según número de pisos tanto. También se evaluará para todos los destinos. Se agrupará en 1 y 2 pisos, 3 y 4 pisos, 5 y 6 pisos, 7 a 15 pisos y 16 o más pisos:

### Evaluación para todos los destinos

Al evaluar el comportamiento de las construcciones según número de pisos para todas las materialidades, se observa un comportamiento tendiente en todos los casos al aumento de m<sup>2</sup> autorizados.

- En 1 y 2 pisos muestra una tendencia a la baja a un ritmo de 95.293 m<sup>2</sup> por año
- En 3 y 4 pisos muestra una tendencia al alza a un ritmo de 30.997 m<sup>2</sup> por año
- En 5 y 6 pisos muestra una tendencia al alza a un ritmo de 61.100 m<sup>2</sup> por año
- En 7 a 15 pisos muestra una tendencia al alza a un ritmo de 84.113 m<sup>2</sup> por año
- En 16 o más pisos muestra una tendencia al alza a un ritmo de 81.468 m<sup>2</sup> por año

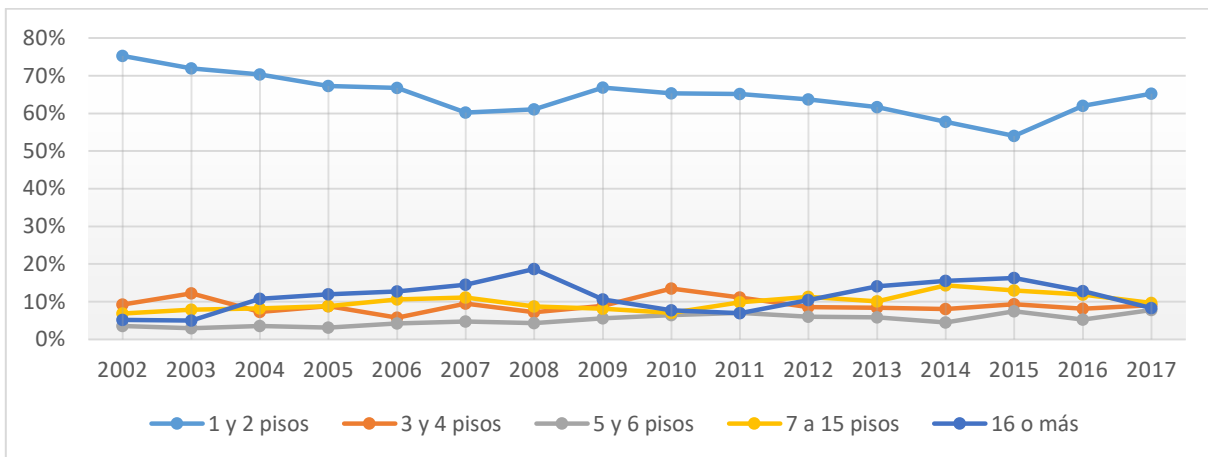
Gráfico 6: Superficie autorizada (m<sup>2</sup>) para cada año, según agrupación en n° de pisos



Al evaluar los datos de manera porcentual, se tienen los siguientes resultados:

- En 1 y 2 pisos muestra una tendencia a la baja a un ritmo de 0,8% por año
- En 3 y 4 pisos muestra una leve tendencia a la baja
- En 5 y 6 pisos muestra una leve tendencia al alza a un ritmo de 0,3% por año
- En 7 a 15 pisos muestra una leve tendencia al alza a un ritmo de 0,3% por año
- En 16 o más pisos muestra una leve tendencia al alza a un ritmo de 0,3% por año

Gráfico 7: Superficie autorizada (m2) expresada en porcentaje para cada año, según agrupación en n° de pisos

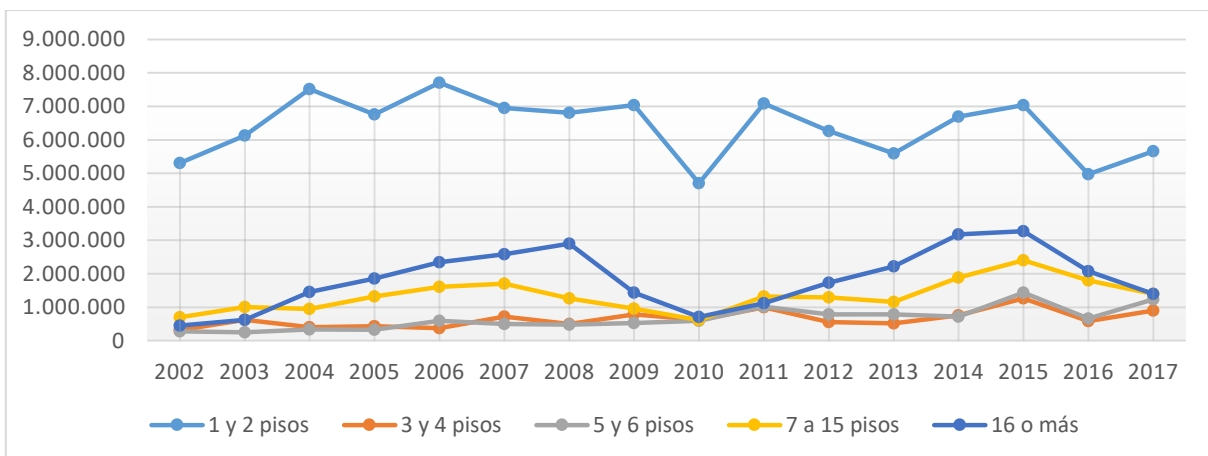


### Evaluación para destino Vivienda

Al evaluar el comportamiento de las construcciones según número de pisos para todas las materialidades, se observa un comportamiento tendiente al aumento de m2 autorizados excepto para la categoría 1 y 2 pisos. Se detallan a continuación:

- En 1 y 2 pisos muestra una tendencia a la baja a un ritmo de 52.022 m2 por año
- En 3 y 4 pisos muestra una tendencia al alza a un ritmo de 32.807 m2 por año
- En 5 y 6 pisos muestra una tendencia al alza a un ritmo de 58.589 m2 por año
- En 7 a 15 pisos muestra una tendencia al alza a un ritmo de 53.351 m2 por año
- En 16 o más pisos muestra una tendencia al alza a un ritmo de 78.986 m2 por año

Gráfico 8: Superficie autorizada (m2) para cada año, según agrupación en n° de pisos en destino Vivienda

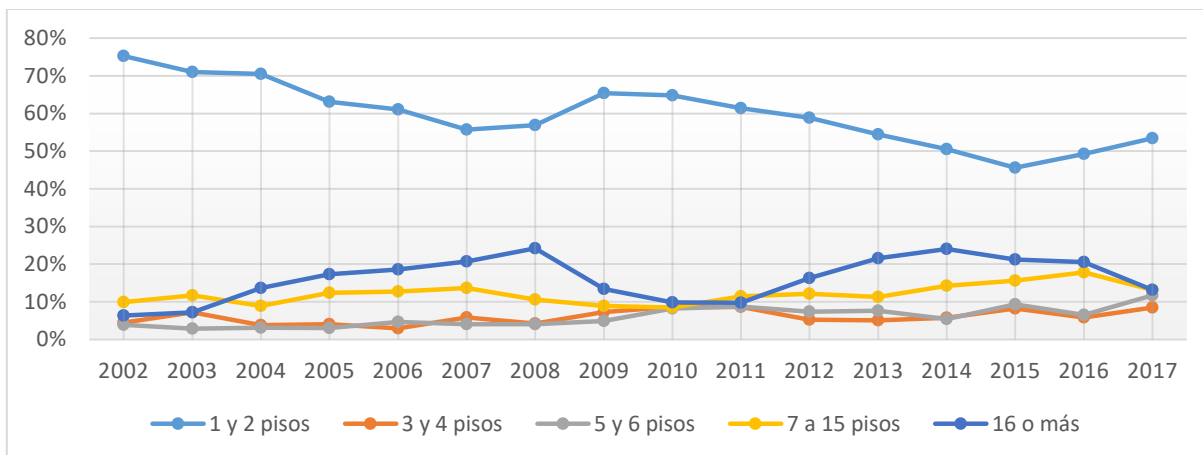


Al evaluar los datos de manera porcentual, se observa un comportamiento tendiente al aumento excepto para la categoría 1 y 2 pisos. Se detallan a continuación:

- En 1 y 2 pisos muestra una tendencia a la baja a un ritmo de 1,5% por año

- En 3 y 4 pisos muestra una tendencia al alza a un ritmo de 0,2% por año
- En 5 y 6 pisos muestra una tendencia al alza a un ritmo de 0,5% por año
- En 7 a 15 pisos muestra una tendencia al alza a un ritmo de 0,3% por año
- En 16 o más pisos muestra una tendencia al alza a un ritmo de 0,5% por año

Gráfico 9: Superficie autorizada (m<sup>2</sup>) expresada en porcentaje para cada año, según agrupación en n° de pisos en destino Vivienda

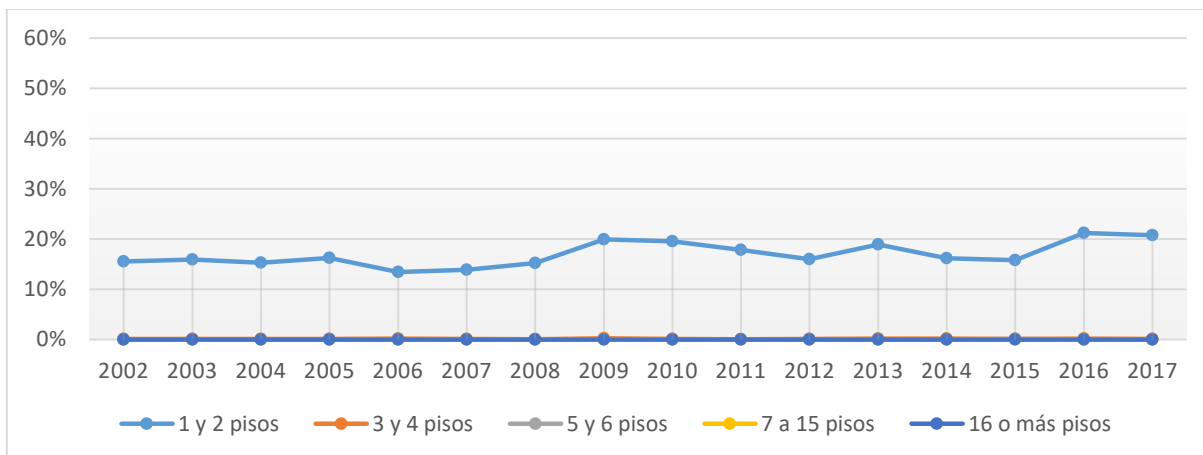


Haciendo un análisis más detallado a este último gráfico, se desglosará según materialidades predominantes.

### Madera

Se observa un comportamiento tendiente al aumento de m<sup>2</sup> autorizados en 1 y 2 pisos a un ritmo de 0,3% por año. Para las otras categorías la variación es despreciable y prácticamente no existe presencia de la madera.

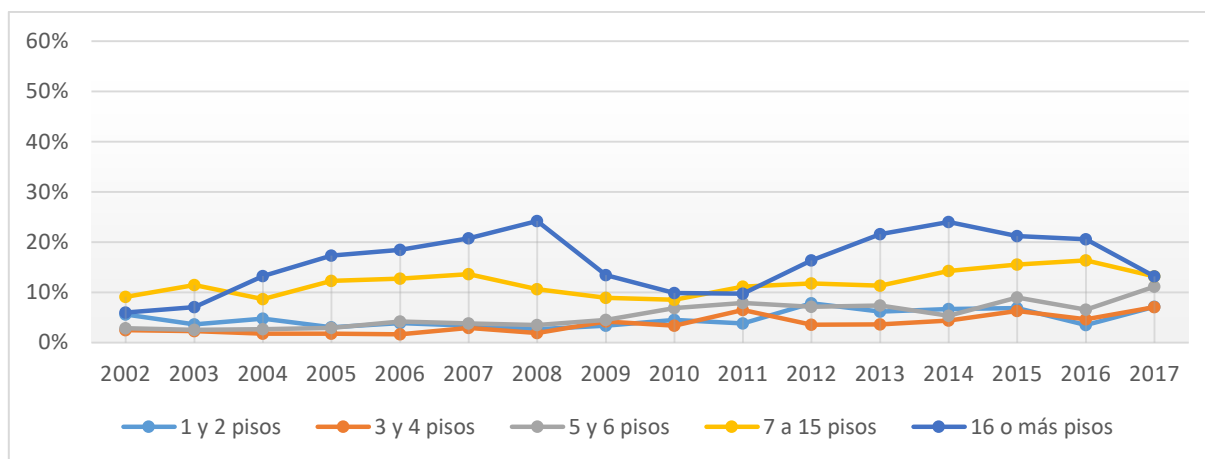
Gráfico 10: Superficie autorizada (m<sup>2</sup>) expresada en porcentaje para cada año, según agrupación en n° de pisos en destino Vivienda para materialidad predominante Madera



### Hormigón

Se observa una tendencia al alza en todas las categorías. En 1 y 2 pisos aumenta 0,6% por año. En 3 y 4 pisos 0,3% por año. En 5 y 6 pisos 0,5% por año. En 7 a 15 pisos 0,3% por año. En 16 o más pisos 0,6% por año.

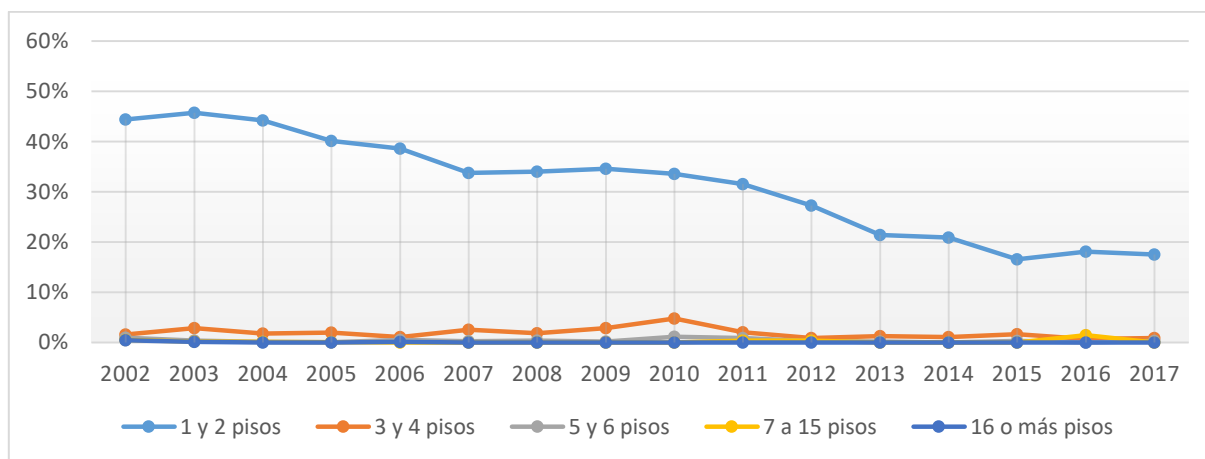
Gráfico 11: Superficie autorizada (m2) expresada en porcentaje para cada año, según agrupación en n° de pisos en destino Vivienda para materialidad predominante Hormigón



### Albañilería de ladrillo

Se observan caídas en todas las categorías, a excepción de 7 a 15 pisos donde la variación es despreciable. Sin embargo, solo la variación en 1 y 2 pisos es importante, ya que representa un ritmo de 2,1%. En las otras categorías es de menos de 0,1% por año.

Gráfico 12: Superficie autorizada (m2) expresada en porcentaje para cada año, según agrupación en n° de pisos en destino Vivienda para materialidad predominante Albañilería ladrillo

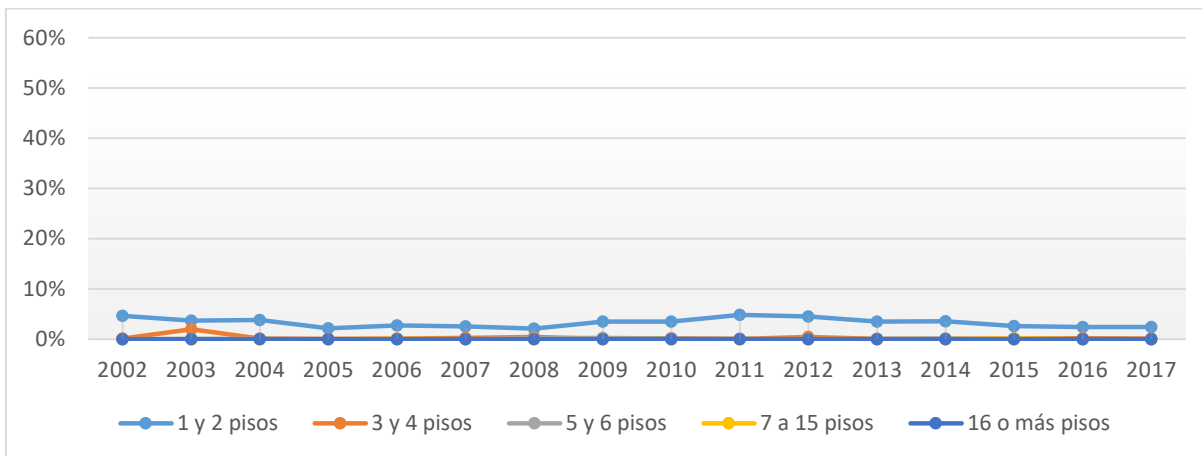




**Albañilería de bloque de cemento**

Se observan leves caídas en las categorías de 1 y 2 pisos y 3 y 4 pisos. En las otras categorías no hay variaciones relevantes

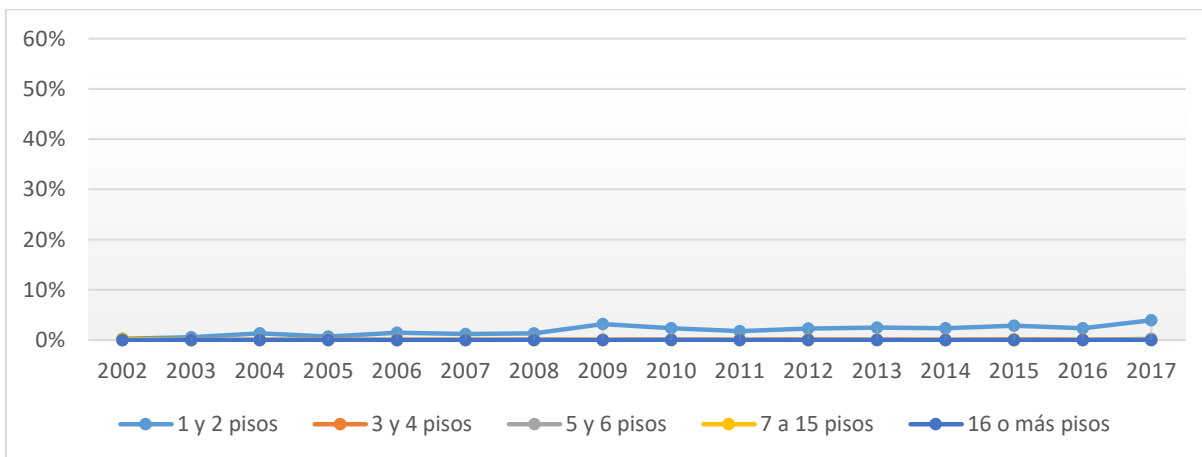
Gráfico 13: Superficie autorizada (m2) expresada en porcentaje para cada año, según agrupación en n° de pisos en destino Vivienda para materialidad predominante albañilería bloque cemento



**Acero galvanizado**

Se observa leve aumento en la categoría de 1 y 2 pisos (0,2% por año). Las otras categorías no muestran variaciones relevantes.

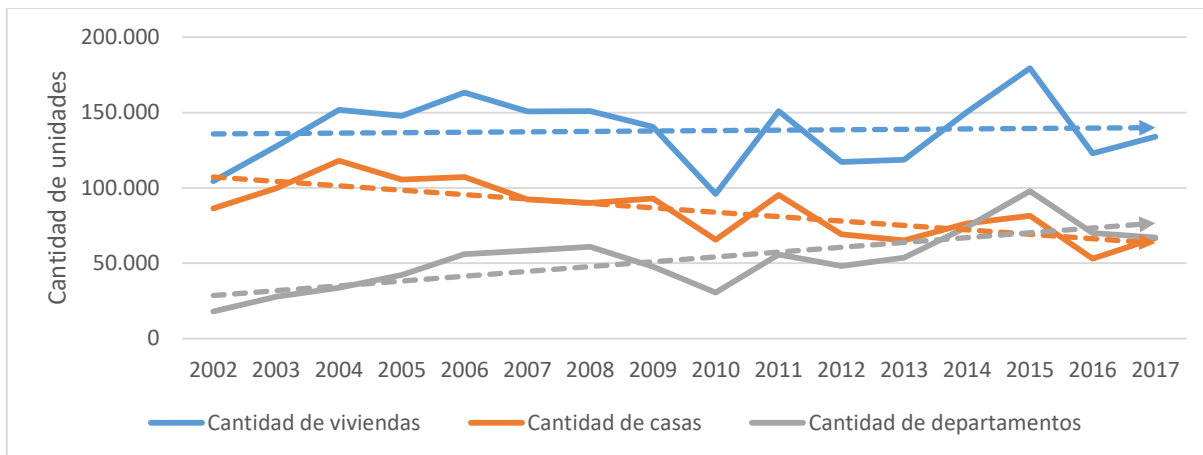
Gráfico 14: Superficie autorizada (m2) expresada en porcentaje para cada año, según agrupación en n° de pisos en destino Vivienda para materialidad predominante acero galvanizado



**Cantidad de viviendas autorizadas cada año y superficie promedio**

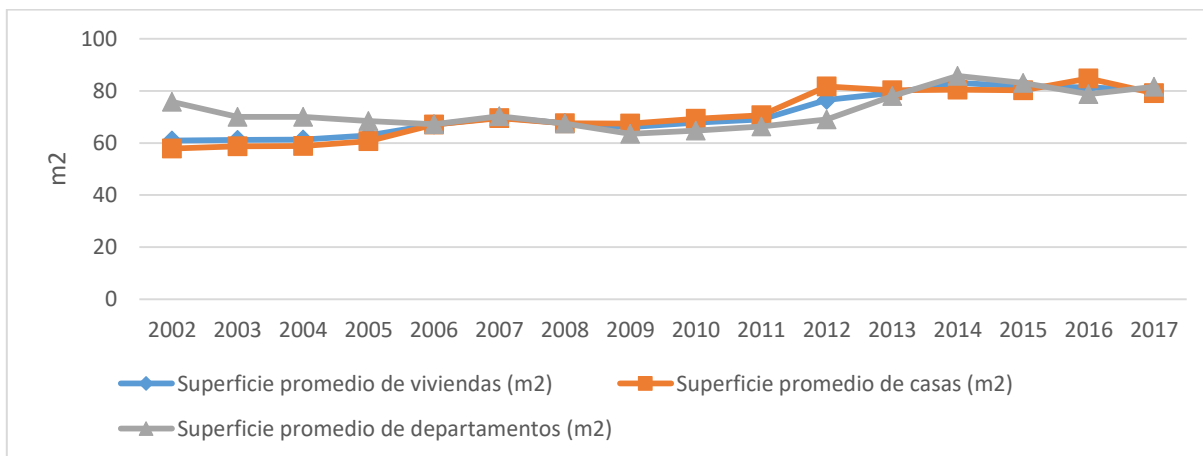
El análisis muestra una tendencia a la baja en la cantidad de casas y un alza en la cantidad de departamentos.

Gráfico 15: Cantidad de viviendas autorizadas por año



Respecto a la superficie promedio de viviendas, se muestra una tendencia al alza tanto en departamentos como en viviendas, aunque los últimos años muestran un periodo de estabilidad, desde el 2014 hasta el 2017.

Gráfico 16: Superficie promedio de viviendas (m2)

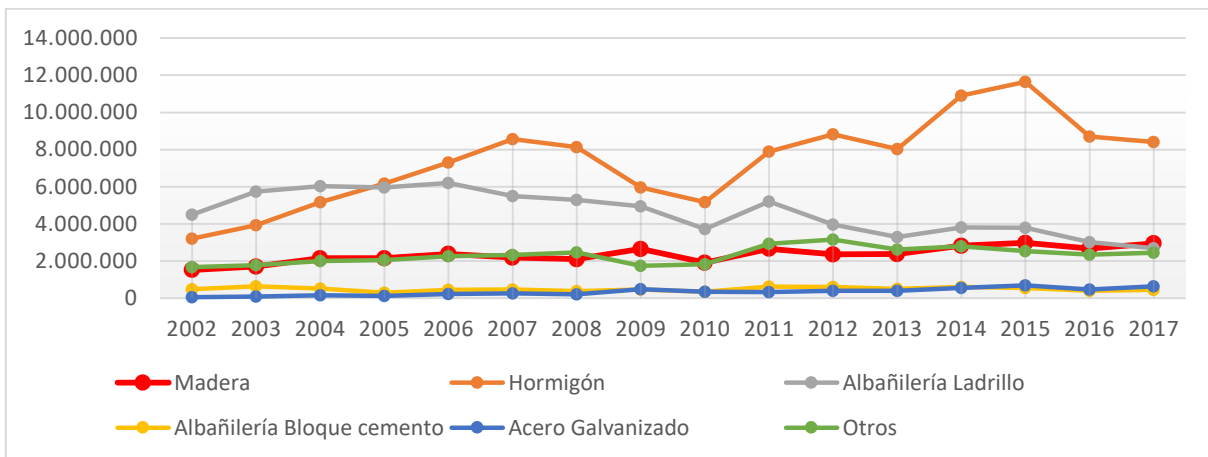


### Evolución en el tiempo de las principales materialidades predominantes

Se observa que a excepción de la albañilería de ladrillo, todas las otras materialidades presentan aumento de superficie autorizada. Se presentan los siguientes casos:

- Madera muestra un aumento de 74.789 m2 autorizados por año
- Hormigón muestra un aumento de 379.695 m2 autorizados por año
- Albañilería ladrillo muestra una disminución de 199.938 m2 autorizados por año
- Albañilería Bloque cemento muestra un aumento de 2.002 m2 autorizados por año
- Acero galvanizado muestra un aumento de 37.676 m2 autorizados por año

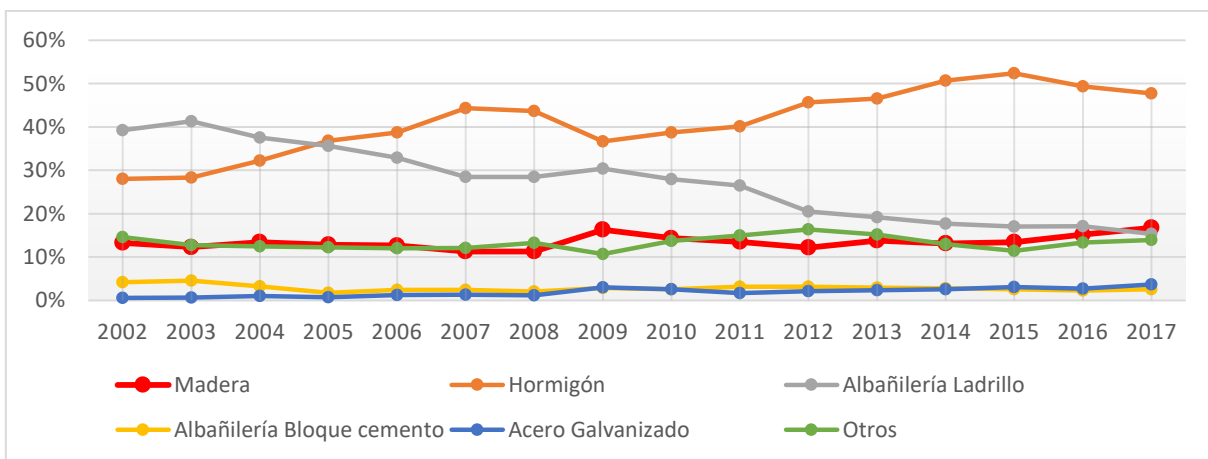
Gráfico 17: Superficie autorizada (m2) cada año según materialidad predominante



Al evaluar los datos de manera porcentual, se observa un comportamiento tendiente al aumento excepto para las materialidades de Albañilería de ladrillo y Albañilería de bloque cemento. Se detallan a continuación:

- Madera muestra una tendencia al alza a un ritmo de 0,2% por año
- Hormigón muestra una tendencia al alza a un ritmo de 1,4% por año
- Albañilería de ladrillo muestra una tendencia a la baja a un ritmo de 1,8% por año
- Albañilería de bloque cemento muestra una tendencia a la baja a un ritmo de 0,1% por año
- Acero galvanizado muestra una tendencia al alza a un ritmo de 0,2% por año

Gráfico 18: Superficie autorizada expresada en porcentaje para cada año según materialidad predominante



### Distribución geográfica de las principales materialidades predominantes

Como fue mencionado en la Metodología, se harán análisis a nivel regional y macrozonal. También, debido a su particular relevancia, se ahondará en la Zona Centro y Zona Sur.

**Distribución geográfica a nivel regional y macrozonal**

Con respecto al análisis de la distribución geográfica de superficie autorizada para las principales materialidades predominantes, se tienen los siguientes casos:

- Hormigón es la materialidad predominante desde la región de Arica y Parinacota hasta la región Metropolitana. La región donde más m2 se han autorizado y también, donde porcentualmente tiene mayor presencia es en la Región Metropolitana con 56.465.162 m2, equivalentes al 56,80%.
- Albañilería de ladrillo es la materialidad predominante desde la región de O’Higgins hasta la región de Biobío. La región donde más m2 se han autorizado es la región Metropolitana, con 23.022.534 m2, lo que representa 23,16%. La región en la que tiene mayor predominancia es en la región del Maule, con 8.778.302 m2 autorizados, lo que representa 58,87%.

Para el caso de la Madera esta se muestra como la materialidad predominante para las regiones de Biobío hasta Magallanes. La región donde más m2 se han autorizado es la región de Biobío con 7.745.837 lo que representa el 26,28%. La región en la que tiene mayor predominancia es la Región de Los Ríos con 2.524.046 m2, lo que representa 62,69%. Esta es la mayor representatividad de una materialidad predominante en una región. Lo anterior puede verse en los gráficos Gráfico 19 y Gráfico 20.

Gráfico 19: Superficie autorizada (m2) para cada región según materialidad predominante

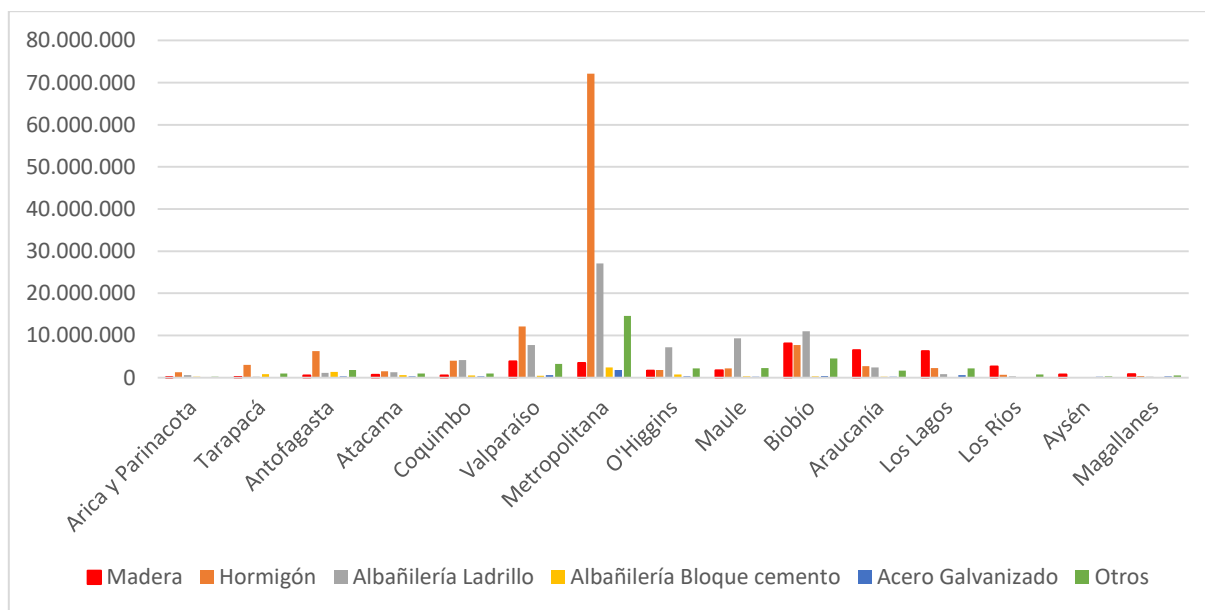
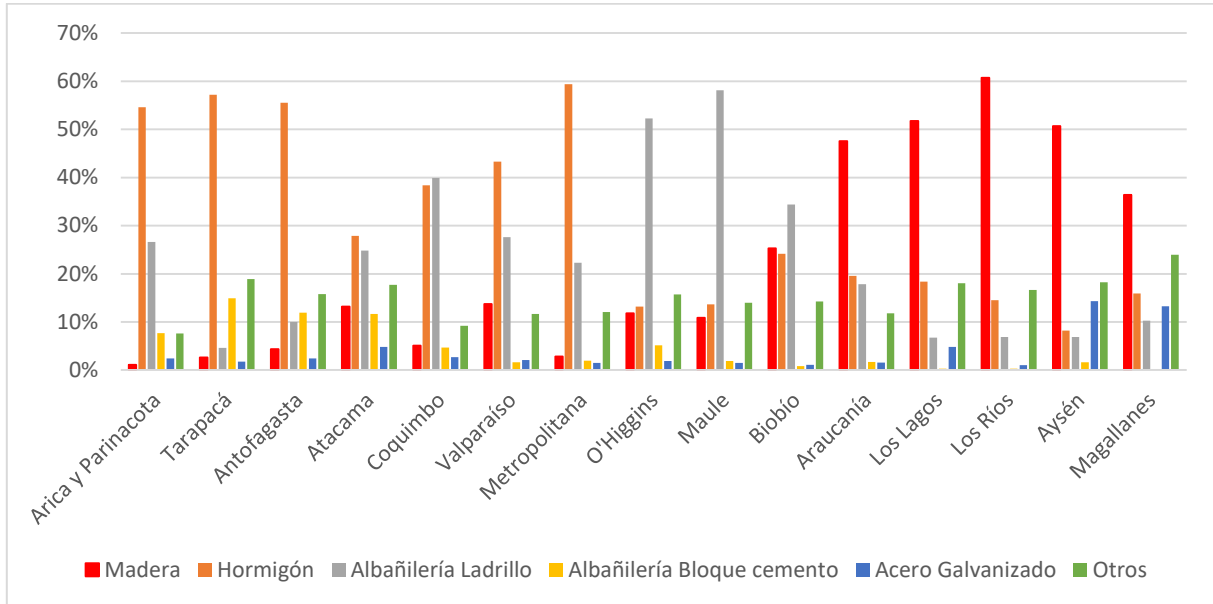
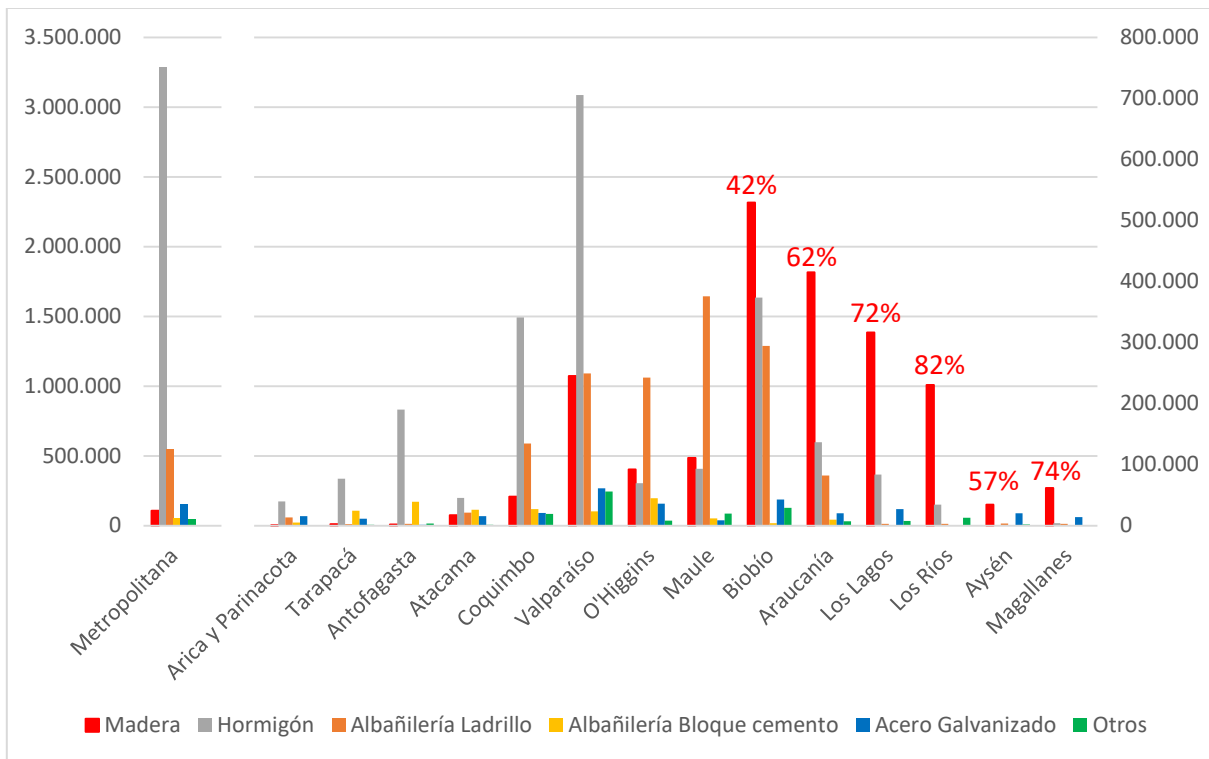


Gráfico 20: Superficie autorizada expresada en porcentaje para cada región según materialidad predominante



No obstante a la distribución anterior, se tiene que para el destino Vivienda el año 2017 la región de Biobío muestra que la madera presenta mayor elección que el hormigón tal como lo indica el Gráfico 21

Gráfico 21: Superficie autorizada para destino Vivienda (m2) para cada región según materialidad predominante año 2017



Por otro lado, haciendo el análisis de distribución geográfica de las obras autorizadas, se tienen los siguientes casos:

- Albañilería de ladrillo es la materialidad predominante para las regiones de Arica y Parinacota, Atacama, Coquimbo, Metropolitana, O'Higgins y Maule. La región donde más obras se han autorizado de esta materialidad es la región Metropolitana con 56.255, lo que representa el 52,66%. La región donde tiene mayor representatividad es O'Higgins, con 42.450 obras, lo que representa el 68,51%.
- Albañilería Bloque cemento es la materialidad predominante para las regiones de Tarapacá y Antofagasta. La región donde más obras se han autorizado de esta materialidad es Antofagasta con 5.273, lo que representa el 42,69%. La región donde tiene mayor representatividad es Tarapacá, con 4.385 obras, lo que representa el 50,76%.

Para el caso de la Madera, esta se muestra como la materialidad predominante para las regiones de Valparaíso, Araucanía, Los Lagos, Los Ríos, Aysén y Magallanes. La región donde más m2 se han autorizado es la región de Biobío con 93.118 lo que representa 63,48%. La región en la que tiene mayor predominancia es Los Lagos con 46.063 obras lo que representa 90,34%. Muy cerca está la región de Los Ríos, en el que la Madera corresponde al 90,18%, con 19.825 obras.

Lo anterior puede verse en los gráficos Gráfico 22 y Gráfico 23.

Gráfico 22: Cantidad de obras autorizada para cada región según materialidad predominante

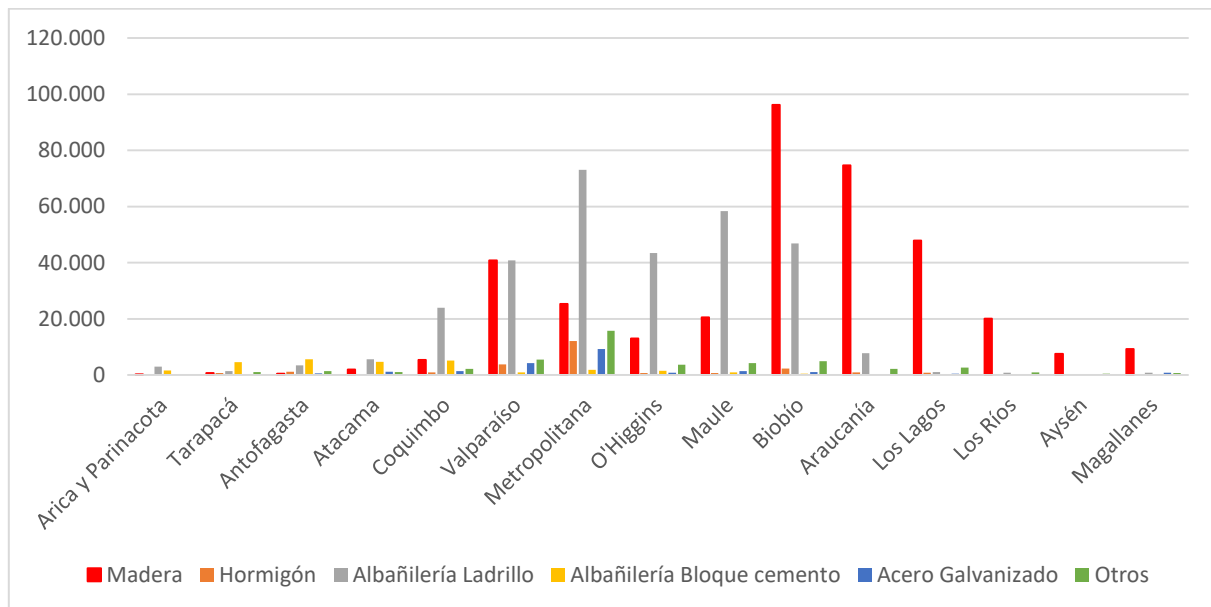
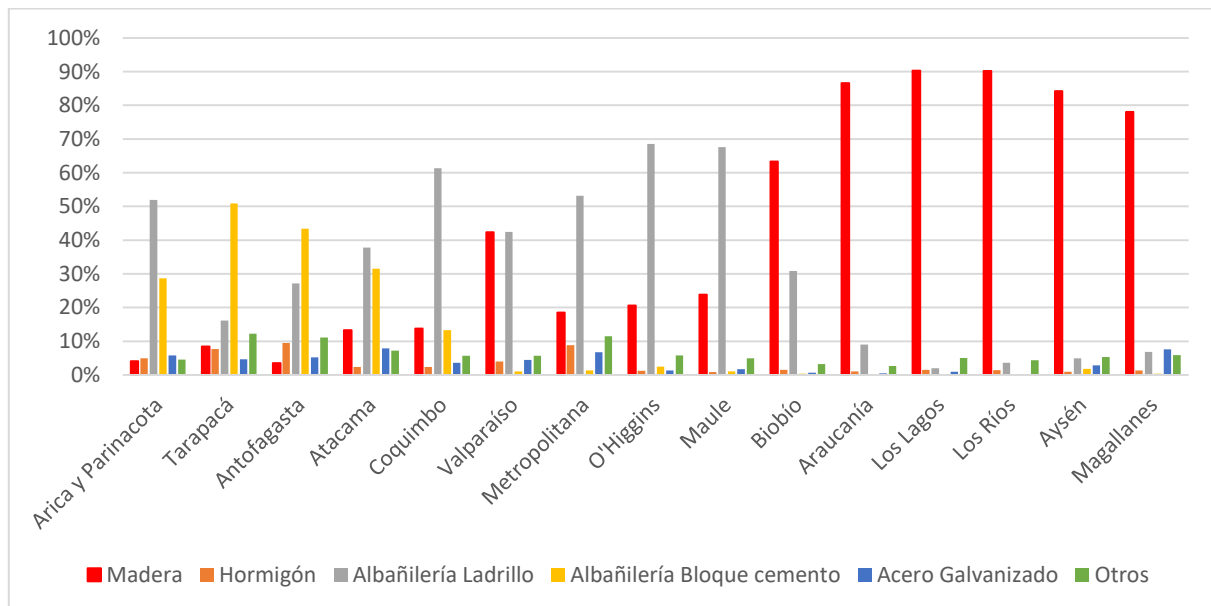


Gráfico 23: Cantidad de obras autorizada expresada en porcentaje para cada región según materialidad predominante



Haciendo el análisis de distribución geográfica de la superficie autorizada en las 4 zonas, se tienen los siguientes casos:

- Hormigón es la materialidad predominante en la Zona Norte y Zona Centro. La zona donde tiene mayor cantidad de m2 autorizados es la Zona Centro con 74.391.104 lo que representa 45,98%.

La Zona Norte es en la que el Hormigón tiene la mayor representatividad con 48,99% con 10.297.100 m2 autorizados.

Madera es la materialidad predominante en la Zona Sur y Zona Austral. La zona donde tiene la mayor cantidad de m2 es la Zona Sur con 22.296.049 lo que representa 38,91%. La Zona Austral es la que tiene mayor representatividad con 1.480.046 m2 autorizados lo que representa 42,97%. Lo anterior puede verse en los gráficos Gráfico 24 y Gráfico 25.

Gráfico 24: Superficie autorizada (m2) para cada Zona según materialidad predominante

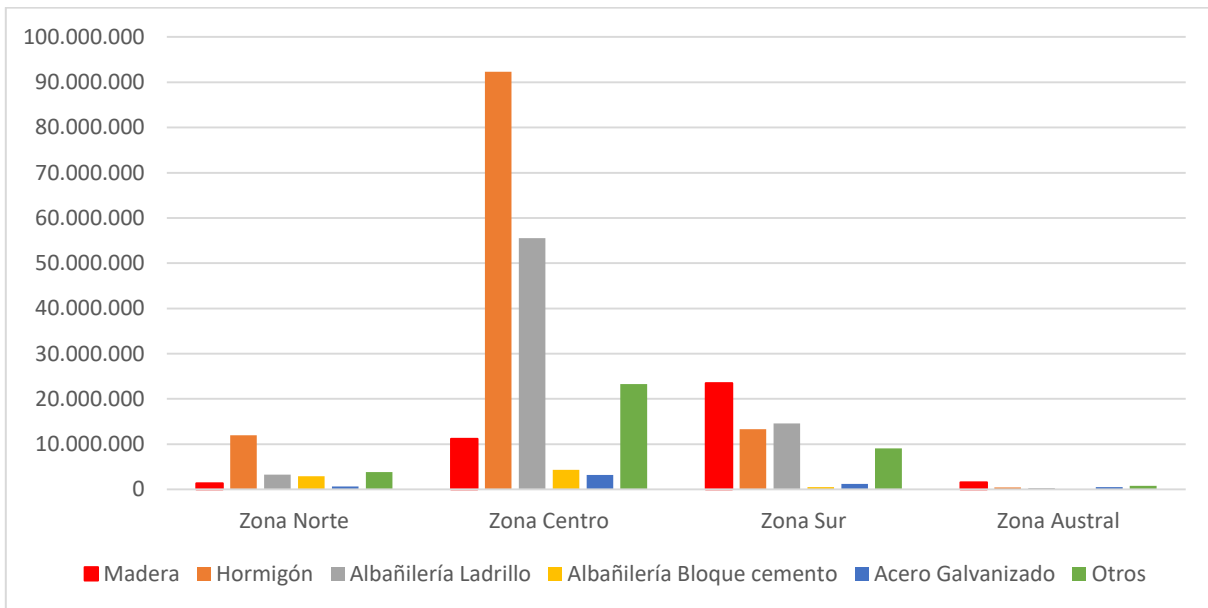
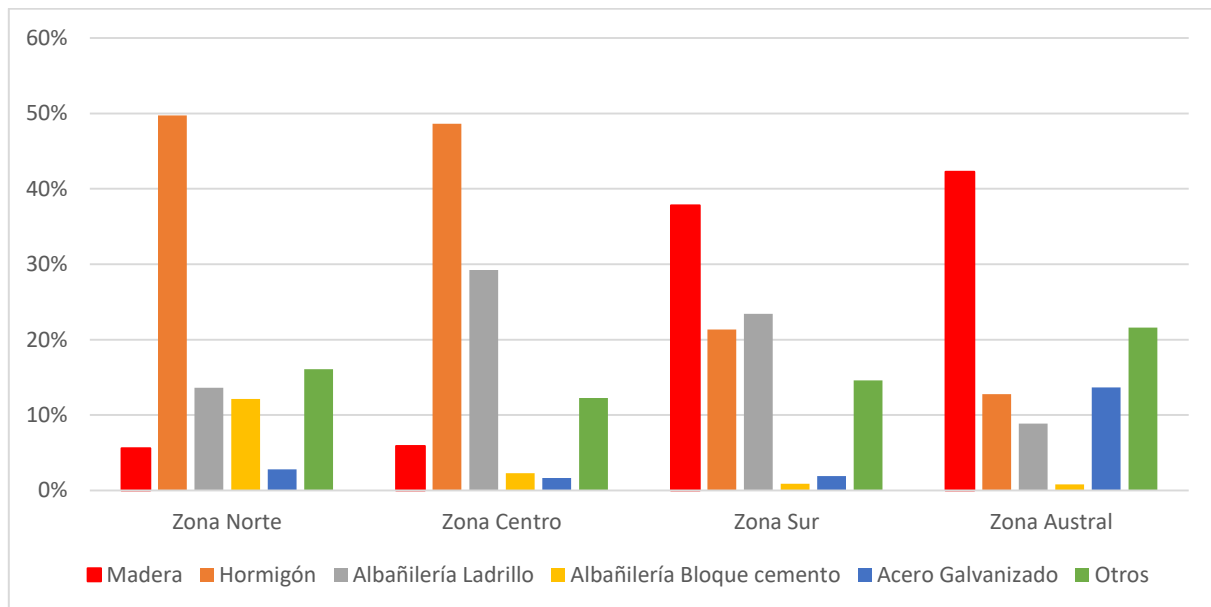




Gráfico 25: Superficie autorizada expresada en porcentaje para cada Zona según materialidad predominante



### Análisis particulares

A continuación se harán análisis de casos que, por su particular importancia, son destacables:

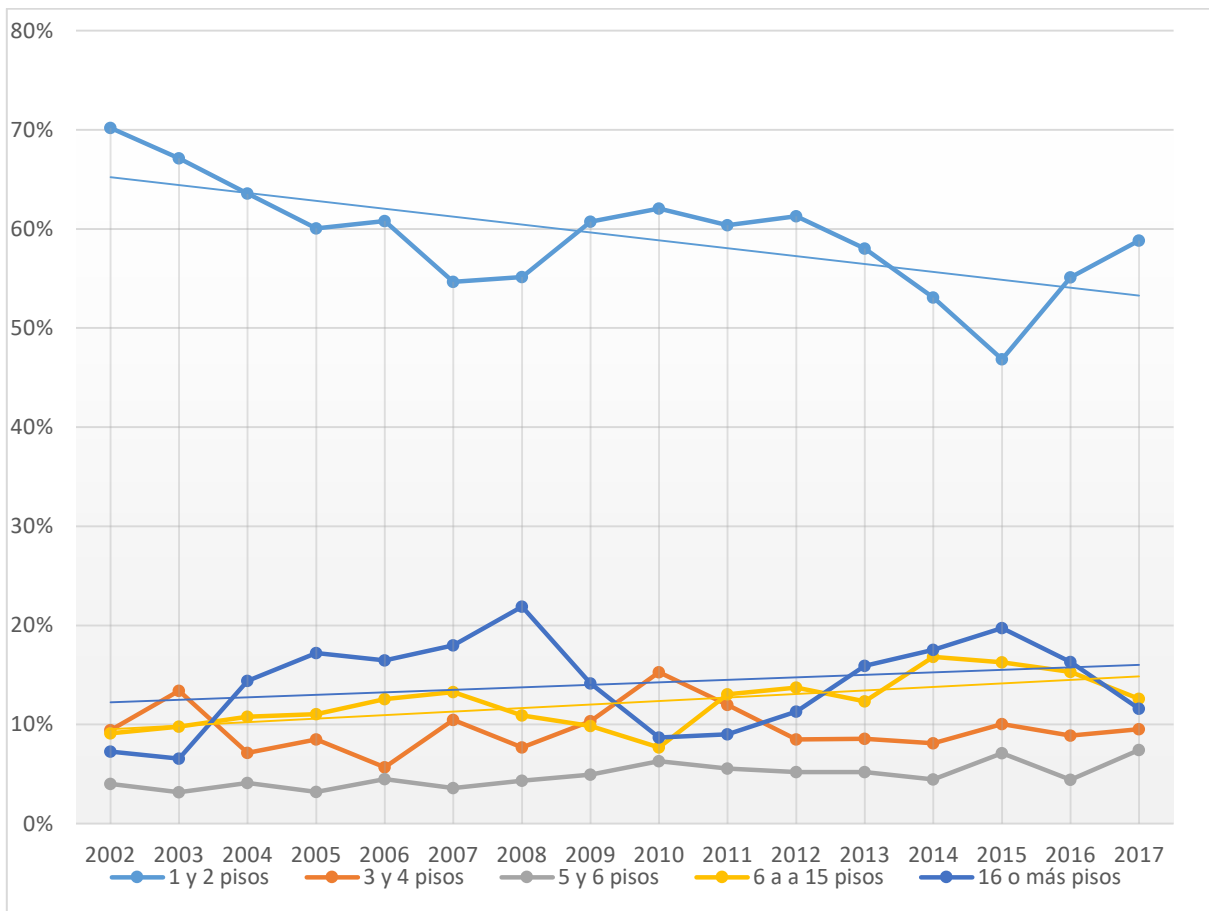
#### *Análisis Zona Centro y Zona Sur, según número de pisos, materialidad y evolución en el tiempo*

Como fue comentado en la sección 4: Necesidad detectada, La Zona Centro y la Zona Sur son las que presentan una mayor necesidad de edificación dado que concentran el 90,5% de los requerimientos habitacionales. Por lo tanto, se hará un análisis de la tendencia según la superficie autorizada para distinta agrupación de pisos en estas dos zonas.

#### Zona Centro

La Zona Centro presenta una tendencia a disminuir la superficie autorizada de 1 y 2 pisos con respecto a otras configuraciones de cantidad de pisos. Por el contrario, se presenta una sostenida tendencia a edificaciones en 6 a 15 pisos y 16 o más pisos.

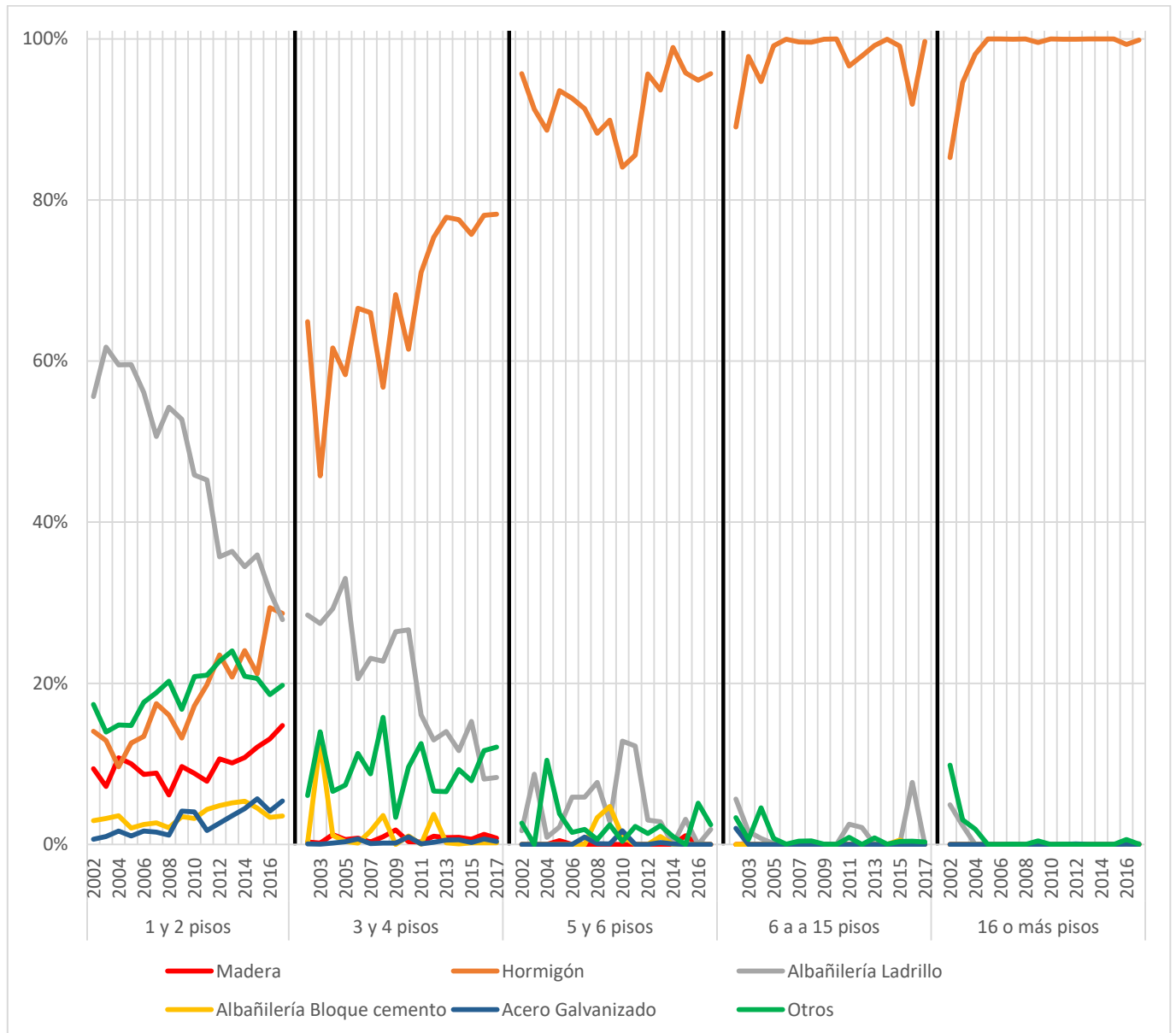
Gráfico 26: Distribución de superficie autorizada expresada en porcentaje según número de pisos para la Zona Centro



Con respecto a la preferencia de materialidades para cada configuración de cantidad de pisos, se tiene que:

- En 1 y 2 pisos existe una fuerte tendencia a la baja para edificaciones con materialidad predominante de Albañilería de ladrillo. La Madera, el Hormigón y Otras materialidades tienden al alza.
- En 3 y 4 pisos las edificaciones con materialidad predominante de Albañilería de ladrillo tienen a la baja. El Hormigón tiende al alza. Los otros materiales tienden a mantenerse estables.
- En 5 y 6 pisos las edificaciones con materialidad predominante de Hormigón tienden al alza. El resto de las materialidades se mantienen a la baja.
- En 7 o más pisos el Hormigón es la única materialidad predominante con valores cercanos al 97%.

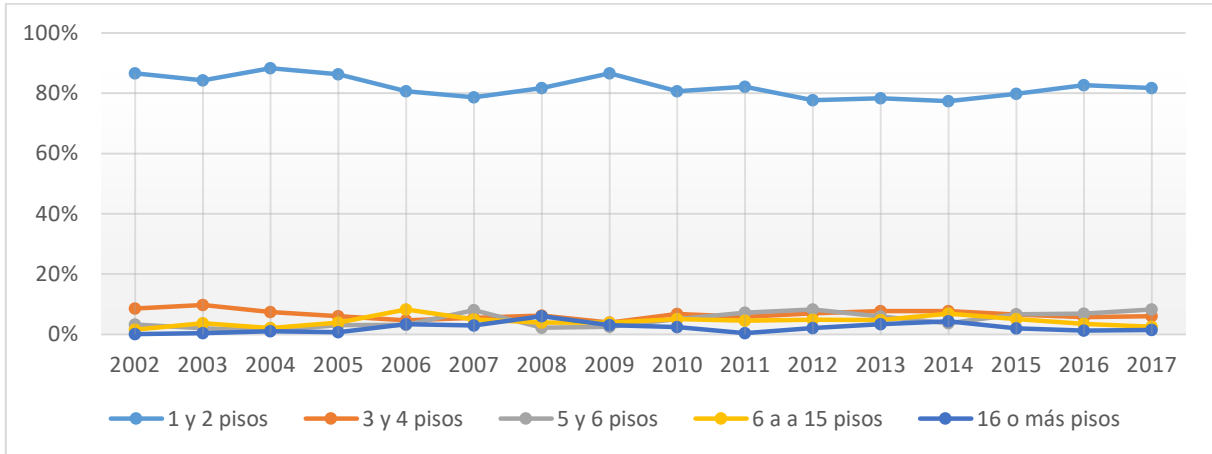
Gráfico 27: Distribución de superficie autorizada según materialidad y número de pisos en la Zona Centro



### Zona Sur

La Zona Sur presenta una leve tendencia a disminuir la superficie autorizada de 1 y 2 pisos, sin embargo, las otras configuraciones no presentan una tendencia estable y muestran porcentajes de presencia comparativamente bajos entre 0 y 10%.

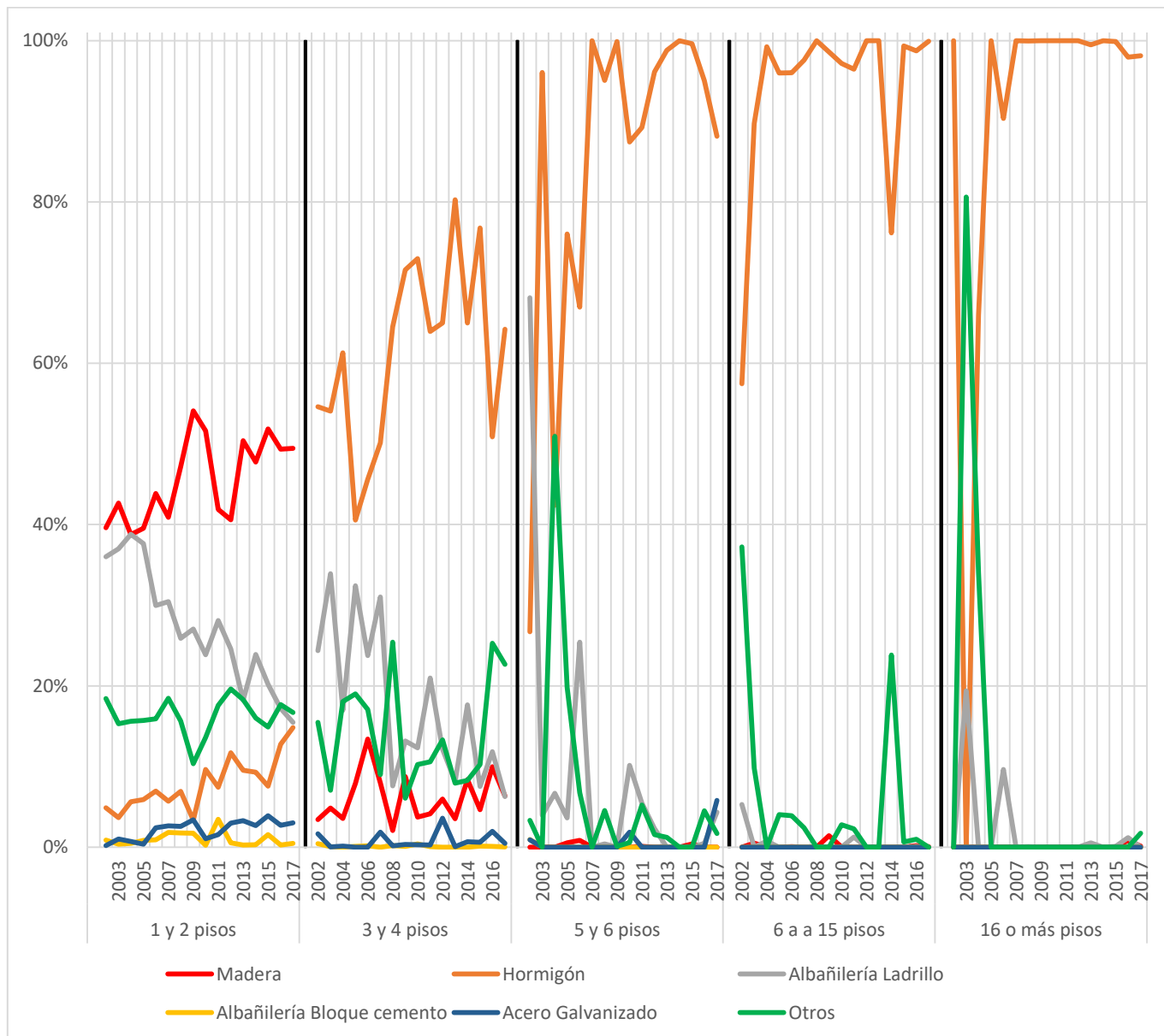
Gráfico 28: Distribución de superficie autorizada expresada en porcentaje según número de pisos para la Zona Sur



Con respecto a la preferencia de materialidades para cada configuración de cantidad de pisos, se tiene que:

- En 1 y 2 pisos las edificaciones con materialidad predominante de Madera han sido la mayoría y muestran un alza en el tiempo. Hormigón también presenta una leve alza. La Albañilería de ladrillo presenta una sostenida caída en el tiempo, sin embargo, se destaca que sigue siendo la segunda materialidad predominante con mayor superficie construida en este segmento, después de la Madera.
- Para el resto de los pisos, la materialidad predominante tiende a ser hormigón

Gráfico 29: Distribución de superficie autorizada según materialidad y número de pisos en la Zona Sur



## 5.2 Establecimiento de parámetros y costos referenciales para las distintas materialidades

Como fue mencionado en la Metodología, por un lado se estableció una Matriz de casos de tipologías representativas y por otro lado se hizo un análisis a las partidas del PPPF. Se presentarán separadamente ambas:

### **Estudio de costos referenciales de Tipologías representativas**

Para el Estudio de costos referenciales de las Tipologías representativas, se tuvo el apoyo de DECON UC, el cual es un centro perteneciente a la Escuela de Construcción Civil de la Pontificia Universidad Católica de Chile que tiene como finalidad servir de nexo entre la actividad académica y de I+D de la Escuela y las necesidades científicas y tecnológicas de los sectores productivos y de servicio del país (Dirección de Extensión en Construcción, 2019). Los informes generados por DECON, los antecedentes que se le pusieron a disposición y los posteriores resultados que generaron, son la base de este capítulo del estudio, no obstante de que hay resultados que fueron analizados posteriormente. En particular, DECON desarrolló los resultados para los casos que se presentan en el Anexo II: Resultados Matriz de casos estudiada. Posteriormente se complementaron estos resultados bajo el supuesto de la tecnología industrializada presente actualmente en el mercado. Es por lo anterior, que en adelante se harán diferencias en las tecnologías utilizadas como “no industrializado”, “semiindustrializado” o “industrializado”, habiendo sido DECON el autor de los resultados “no industrializado” y “semiindustrializado” y, en base a ello, CIM desarrolló el análisis del caso “industrializado”.

Para lo anterior, se entenderá como “no industrializado” aquella construcción llevada a cabo con tecnología constructiva y de montaje tal que los materiales son dispuestos en su posición definitiva de forma tradicional por los trabajadores y no existe ningún grado de prefabricación. “Semiindustrializado” considera un grado de industrialización tal que una empresa especialista y subcontratada realiza estructuras correspondientes a los paneles verticales u horizontales, incluyendo en este solo la estructura soportante de madera y las placas arriostrantes para luego ser montados en obra con apoyo de camión grúa. “Industrializado” considera un sistema constructivo tal que una empresa especializada participa en el proceso de diseño en conjunto con el especialista de cálculo estructural, la empresa constructora y la empresa inmobiliaria. Para este nivel de industrialización, dicha empresa especialista intenta incluir la mayor cantidad de componentes posibles en los panelizados, entendiéndose como tal, la mayor cantidad de placas, aislaciones, barreras y membranas, placas, herrajes y anclajes además de optimizar el proceso de carga, transporte y descarga de los paneles. Dicha empresa especializada también es la encargada de supervisar en obra el montaje de los paneles, el cual se realiza con apoyo de camión grúa.

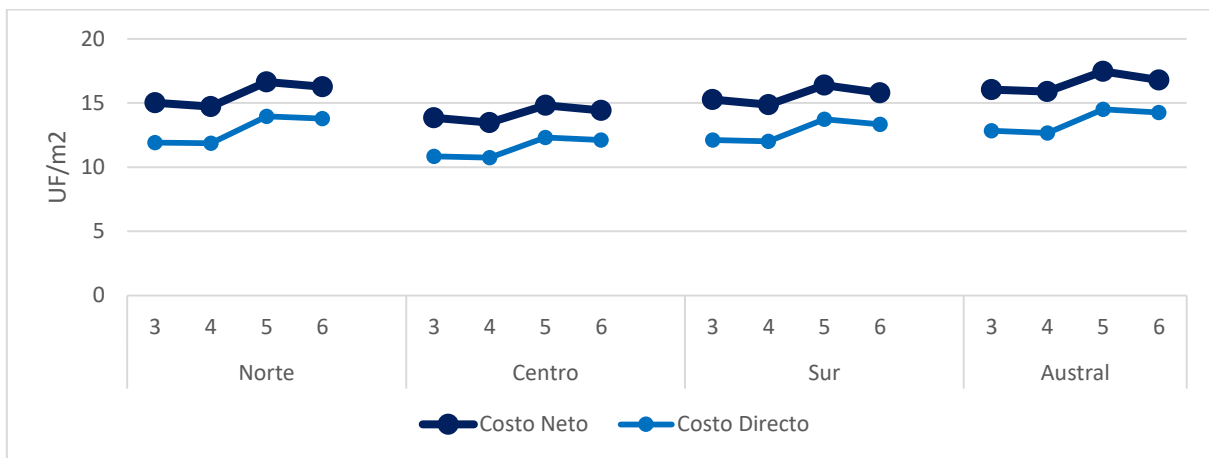
Para este estudio se entenderá como Costos Netos aquellos que incluyen Costos Directos de construcción, Gastos Generales y Utilidades. Los casos que presupuestan edificaciones tipo “vivienda”, consideran la ejecución simultánea de 110 viviendas en dos frentes de trabajo y comparten los costos del profesional Administrador de Obra. Los casos que presupuestan edificaciones tipo “Edificios”, consideran la ejecución simultánea de 4 edificios construidos en forma paralela en dos frentes de trabajo y comparten los costos del profesional Administrador de Obra. A continuación se presentará el análisis para los casos de madera industrializada en las 4 zonas.

#### ***Madera industrializada***

Como se puede observar en el Gráfico 30, los costos netos y los costos directos muestran las mismas tendencias y existe una relación directa entre ellos. Se remarca también la caída de los costos netos en la medida que se pasa de 3 a 4 pisos y de 5 a 6 pisos explicado mayormente por costos que se mantienen constantes o relativamente constantes pero que se prorratan en una mayor superficie en la medida que se aumenta el número de pisos. Ejemplo de lo anterior serían las fundaciones y la estructura de techumbre. A pesar de lo anterior, existe un fenómeno adicional al analizar la variación entre 4 y 5 pisos. Como se explicará más adelante, esto es debido a los requerimientos normativos

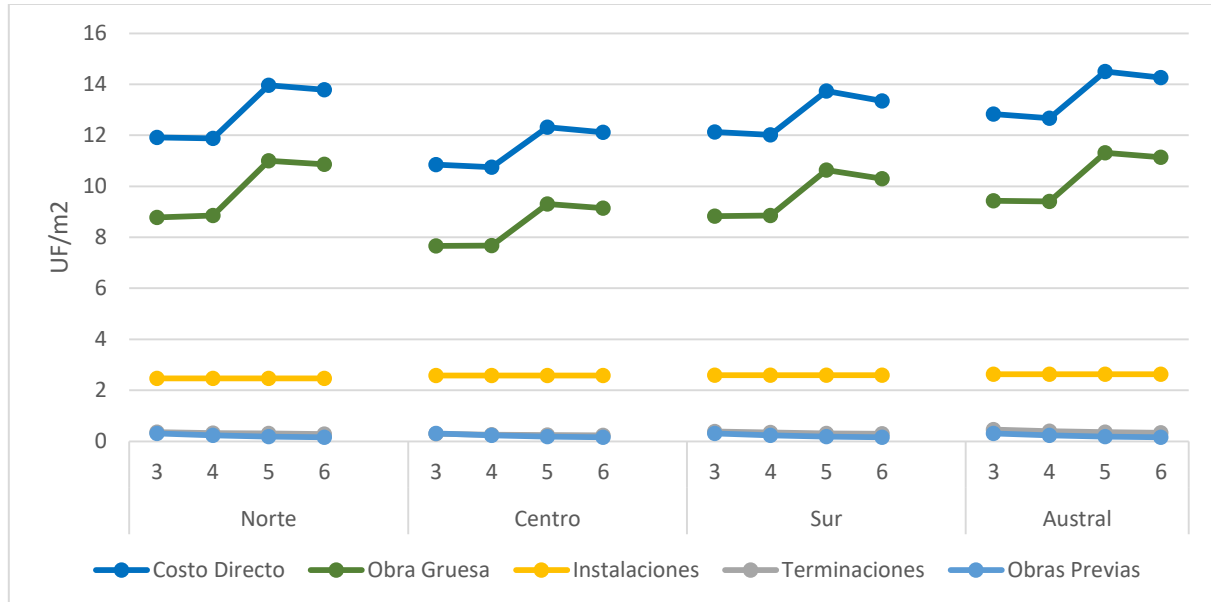
y la necesidad del cambio de filosofía de diseño estructural para pasar de 4 a 5 pisos, generando un aumento de aproximadamente 11%.

Gráfico 30: Costos Netos y costos directos (UF/m<sup>2</sup>) según materialidad, cantidad de pisos y Zonificación



Con el objetivo de explicar en mayor detalle los costos involucrados en el costo directo, se presenta el Gráfico 31, de donde se desprende la gran incidencia del ítem “Obra Gruesa” el cual presenta una directa relación con el costos directo. Este ítem aporta en promedio con un 77% del costo directo. El siguiente ítem en incidencia es “Instalaciones” el cual muestra un comportamiento sostenido independiente de la cantidad de pisos dado que su costo varía proporcionalmente a la superficie construida al variar el número de pisos. Este ítem representa un 19%. Los ítems “Terminaciones” y “Obras Previas” muestran una baja incidencia, aunque se vuelve a destacar que al ser un análisis que considera construcción industrializada, todos los costos de placas están incluidos en el ítem “Obra Gruesa”.

Gráfico 31: Costos Obras Previas, Obra Gruesa, Terminaciones e Instalaciones (UF/m<sup>2</sup>) según materialidad, cantidad de pisos y Zonificación



Se hará un análisis de los ítems más importantes.

### Análisis de Obra Gruesa

El cambio de número de pisos para pasar de 4 y 5 pisos produce un aumento de costos en el ítem “Obra Gruesa” de aproximadamente 11%, variación que se debe a dos razones. La primera razón está relacionada con requerimientos normativos; la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones señalan a través de distintos artículos los requerimientos que deberán cumplir los distintos elementos de construcción de los edificios según el destino de este, debido a lo anterior, se tienen los siguientes escenarios:

Tabla 3: Resistencia al fuego requerida para los elementos de construcción de edificios.

Elementos de construcción									
Número de pisos	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
6 pisos	F-180	F-120	F-120	F-120	F-120	F-30	F-60	F-120	F-60
5 pisos	F-150	F-120	F-90	F-90	F-90	F-15	F-30	F-90	F-60
3 y 4 pisos	F-120	F-90	F-60	F-60	F-60	-	F-15	F-60	F-30
1 y 2 pisos	F-120	F-90	F-60	F-60	F-30	-	-	F-30	F-15

Donde se tiene que:

Elementos verticales

- (1) Muros cortafuego
- (2) Muros zona vertical de seguridad y caja de escalera
- (3) Muros caja ascensores
- (4) Muros divisorios entre unidades (hasta la cubierta)



- (5) Elementos soportantes verticales
- (6) Muros no soportantes y tabiques

Elementos verticales y horizontales

- (7) Escaleras

Elementos horizontales

- (8) Elementos soportantes horizontales
- (9) Techumbre incluido cielo falso

Para cumplir lo anterior, se consideran en este análisis los siguientes materiales:

*Tabla 4: Soluciones constructivas para cumplir requerimiento al fuego*

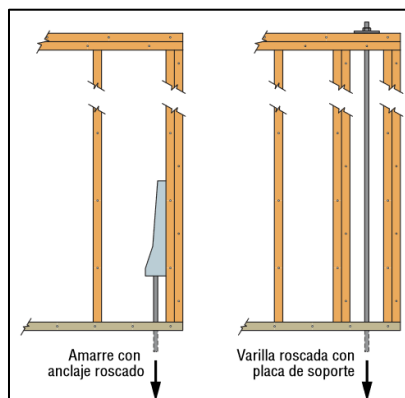
Cantidad de pisos	Muros perimetrales	Muros divisorios	Techumbre	Entrepiso
3 y 4	1 YC RF 15 1 OSB 11,1 por lado	1 YC RF 15 por lado 1 OSB 11,1 por lado	2 YC RF 12,5	2 YC RF 15
5 y 6	2 YC RF 15 1 OSB 11,1 por lado 1 fibrocemento 10 exteriormente	2 YC RF 15 por lado 1 OSB 11,1 por lado	2 YC RF 15	3 YC RF 15

*(Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2018)*

Es este cambio en los materiales, con su consecuente aumento de costos lo que explica en parte el salto que se genera entre 4 y 5 pisos afectando a las partidas de panelizado vertical y panelizado horizontal.

La segunda razón corresponde a una razón estructural. Por un lado, el cambio en el sistema de anclaje, que es el encargado de restringir el volcamiento del muro produce un efecto importante de variación en los costos aunque también, pero en menor medida, influye la mayor cantidad de placas arriostrantes necesarias. Respecto al cambio de tecnología, hasta 4 pisos se consideró la tecnología de Hold-down (HD), que consiste en generar un amarre con anclaje roscado entre el primer piso y las fundaciones y entre cada uno de los pisos superiores en los muros estructurales. En 5 y 6 pisos se vuelve necesaria la tecnología Anchor Tiedown System (ATS) debido a un incremento considerable en los volcamientos de los muros que hacen que el sistema HD no sea factible de utilizar, el sistema ATS consiste en una barra roscada que amarra de forma continua desde las fundaciones hasta el entramado horizontal del cielo de último piso en cada extremo de los muros estructurales.

Figura 6: Amarre con anclaje roscado (HD) y anclaje con varilla roscada (ATS)

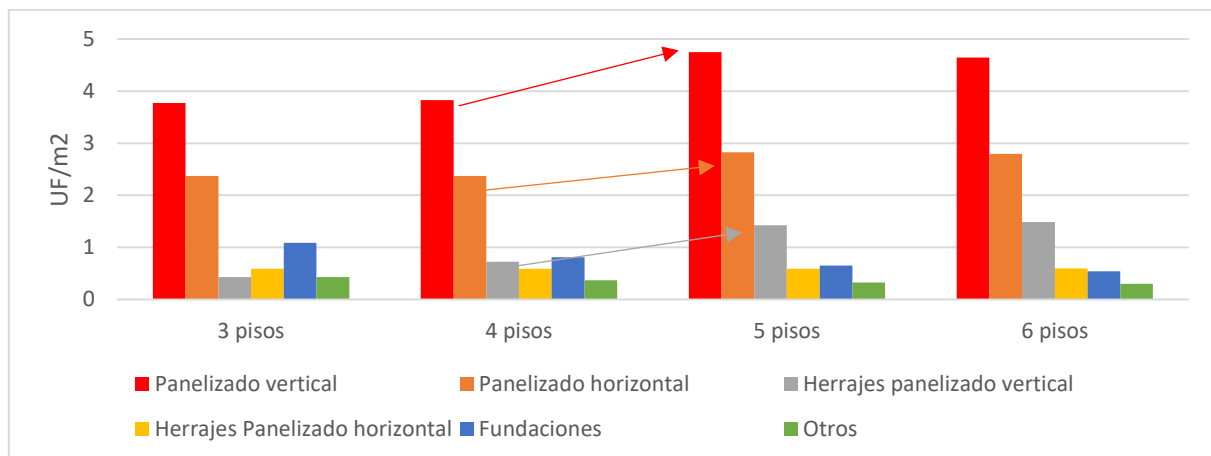


(Simpson Strong-Tie, 2018)

Es este segundo cambio, que incluye el cambio de tecnología y la mayor cantidad de placas, con sus consecuentes aumentos de costos lo que explica en parte el salto que se genera entre 4 y 5 pisos afectando a las partidas de panelizado vertical y herrajes de panelizado vertical.

Como puede ser visto en el Gráfico 32, el Panelizado vertical, Panelizado horizontal y los Herrajes de Panelizado vertical son los que representan los mayores costos, incidiendo los tres en el 80% y el 85% del costo de Obra Gruesa para 4 y 5 pisos, respectivamente.

Gráfico 32: Costos detallados de Obra gruesa (UF/m<sup>2</sup>) (promedio de las cuatro zonas)



Las partidas que están incluidas en los ítems de Panelizado vertical, Panelizado horizontal y Herraje panelizado vertical se detallan a continuación:

Panelizado vertical: Yeso cartón St 15mm; Yeso cartón RH 12,5mm; Panel de madera industrializado; Puertas (sin quincallería); Ventanas (sin quincallería), Smart panel e=9,5mm.

Panelizado horizontal: Entramado de madera industrializado; Yeso cartón RF 15mm.

Herraje panelizado vertical: Herrajería (Hold Down o ATS según corresponda).

### *Análisis de Obras Previas*

Las Obras Previas necesarias para ejecutar edificaciones entre 3 y 6 pisos pueden ser prácticamente las mismas. He ahí que a mayor cantidad de pisos, su influencia (UF/m<sup>2</sup>) sea indirectamente proporcional. Su porcentaje de incidencia en el Costo Directo es en promedio 1,6%.

### *Análisis de Terminaciones*

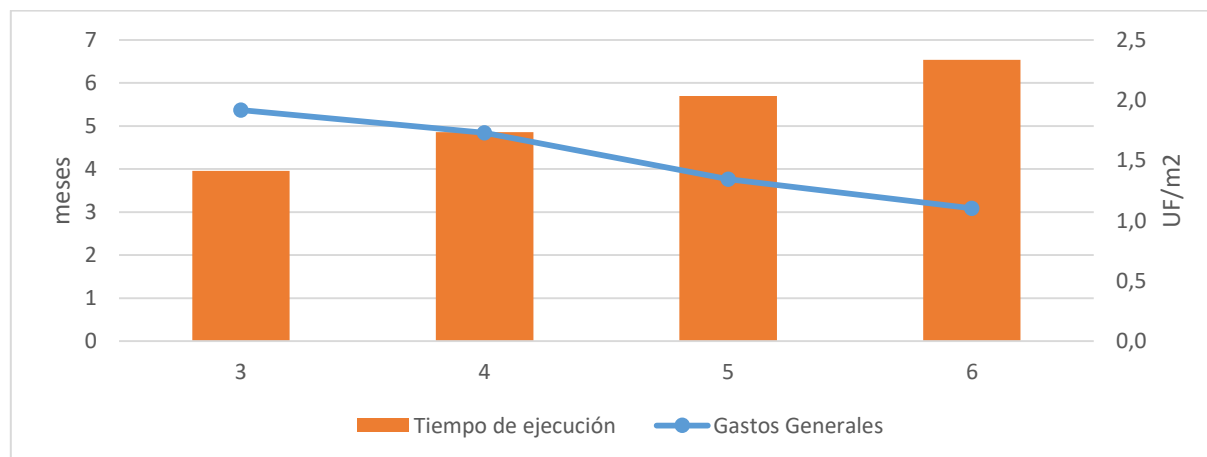
En cada una de las zonas se observa un leve descenso en la medida que se aumenta la cantidad de pisos. Esto se explica ya que las partidas de zincalume y fieltro asfáltico se mantienen constantes para los casos en distinta cantidad de pisos y, por lo tanto, a mayor superficie construida, su costo se prorratea por un número mayor. Notar que las partidas como yeso cartón, fibrocemento o Smartpanel están incluidas en el ítem Obra Gruesa. Su incidencia en el Costo Directo es en promedio 2,5%.

### *Análisis de Gastos Generales y tiempos de ejecución*

El análisis de Gastos Generales tuvo como insumo principal las planillas de cálculo facilitadas por DECON. A partir de ellas, se varió el tiempo de ejecución considerando lo ya descrito para una metodología de construcción industrializada. Este análisis considera los costos de sueldos y salarios; maquinarias y herramientas; combustibles; gastos de operación; seguros y gastos financieros; materiales de seguridad; instalación de faenas; fletes; gastos generales indirectos. El tiempo de ejecución considera la ejecución de todas las partidas involucradas en la obra y se consideran independientes de la Zona de ejecución del proyecto.

Como se muestra en el Gráfico 33, los Gastos Generales (UF/m<sup>2</sup>) son decrecientes en la medida que la cantidad de pisos aumenta.

Gráfico 33: Tiempos de ejecución y costos de Gastos Generales (UF/m<sup>2</sup>)



Por otro lado, se tiene que la mayor incidencia de los Gastos Generales está dada por el concepto de Sueldos y Salarios, con alrededor de 40%, siguen los conceptos de Maquinarias y herramientas con 32% y Gastos de operación con 11%.

**Madera “no industrializada”, “semiindustrializada y otras materialidades**

Según lo ya descrito, la evaluación de las alternativas “no industrializada” y “semiindustrializada” en madera es resultado de los informes generados por DECON, así también para las otras materialidades.

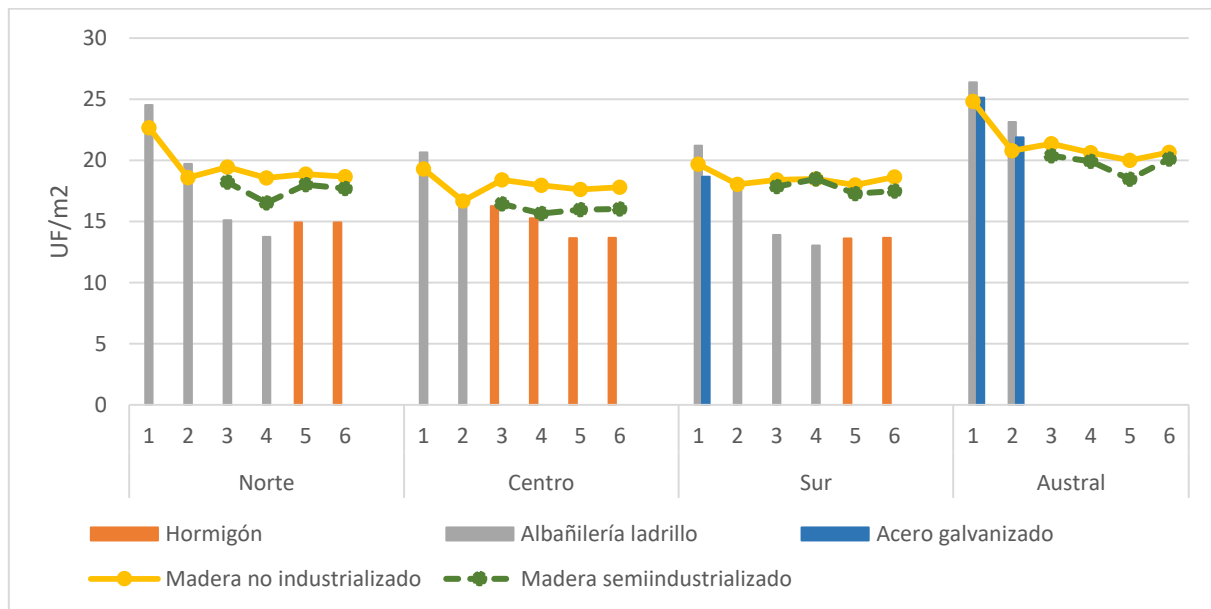
La elección de las materialidades estudiadas en cada zona se desarrolló en función de lo explicado en el capítulo 4: Establecimiento de costos referenciales de tipologías representativas. con el sentido de hacer lo más representativo posible este análisis a las tendencias allí descritas, así por ejemplo, las soluciones en materialidad de albañilería de ladrillo están presentes en todas las zonas, el hormigón armado solo en opciones de mediana altura y el acero galvanizado solo en la zona sur y austral. La madera fue incluida en todas las alternativas por conveniencia metodológica al buscarse robustecer las conclusiones respecto a esta materialidad de construcción principalmente.

Los resultados a nivel de costo directo son mostrados en el Gráfico 34: Costos Netos (UF/m2) distintas materialidades no industrializado y semiindustrializado Gráfico 34. Dicha gráfica demuestra en el escenario de 1 y 2 pisos la alta competitividad de la madera en un modelo de construcción no industrializado en todas las zonas del país respecto la principal alternativa: la albañilería de ladrillo y también respecto al acero galvanizado.

Los resultados para 3 y 4 pisos muestran distintos análisis para cada zona. En las zonas norte y sur, la madera, ya sea en un modelo de construcción no industrializado o semiindustrializado muestra no ser competitiva, ya que resultan costos entre 4,34 UF/m2 (en 3 pisos, zona norte, no industrializado) y 5,46 (en 4 pisos, zona sur, no industrializado) UF/m2 más altos que las alternativas en otras materialidades. En la zona centro muestra ser competitiva en la versión semiindustrializada. En la zona centro, la madera tiene competitividad aunque muestra costos levemente superiores que el hormigón.

Para 5 y 6 pisos la madera no se muestra competitiva en las opciones no industrializado y semiindustrializado.

Gráfico 34: Costos Netos (UF/m2) distintas materialidades no industrializado y semiindustrializado

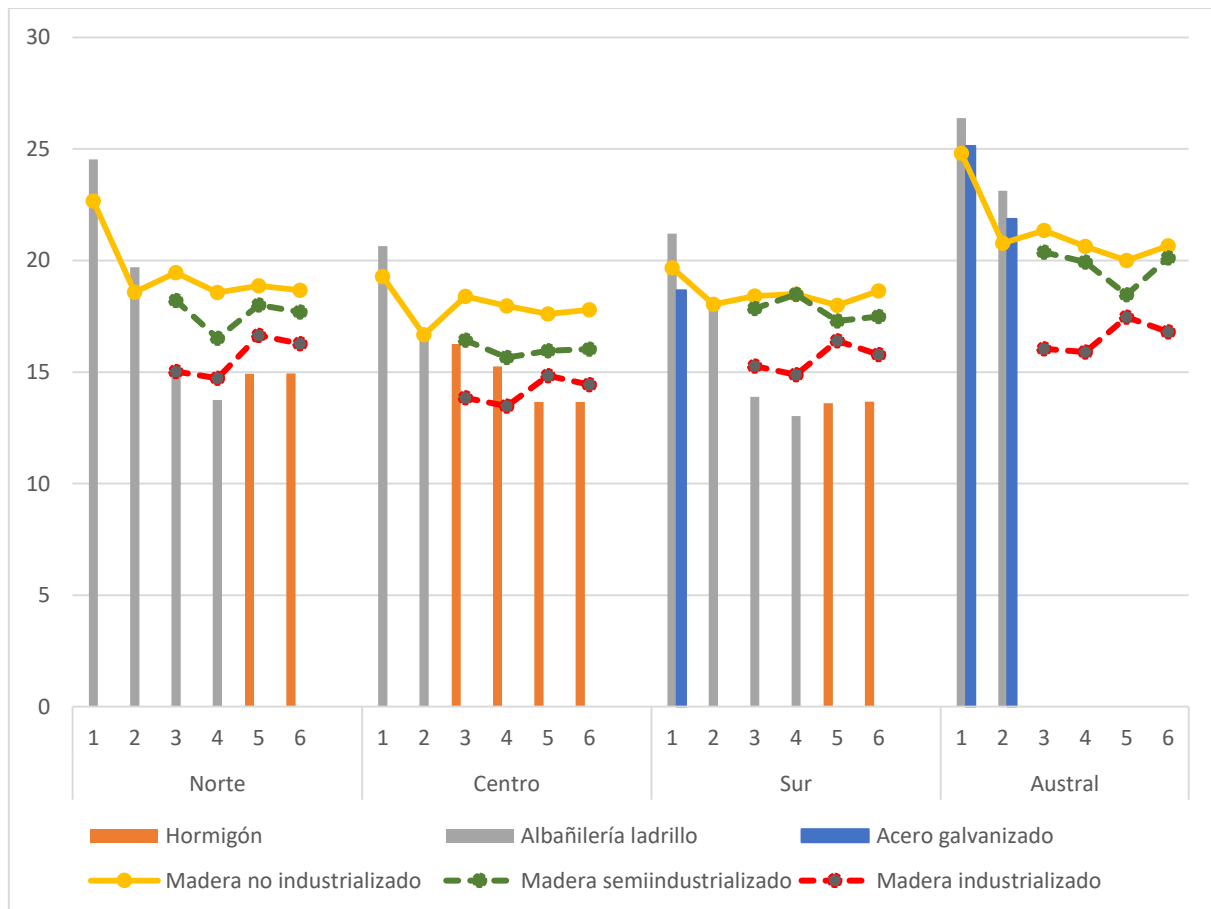


**Compilado de alternativas de industrialización y materialidades**

Teniendo en consideración los resultados de las soluciones industrializadas y no industrializadas, se tiene el Gráfico 35, el cual muestra los costos netos.

Se destaca que las distintas tipologías en madera, alcanzan un nivel de competitividad importante sobre todo en las zonas norte y centro, mientras que en la zona sur su competitividad disminuye, ya que los costos se ven fuertemente influidos por el alza de precios de los materiales y mano de obra en esa zona, además de estar alejada de las industrializadoras más modernas ubicadas principalmente en la Región Metropolitana que son las que podrían participar en la ejecución de edificación en mediana altura. A pesar de ello, existen empresas prefabricadoras con experiencia en la construcción en madera en esa zona, pero sin la capacidad industrial para abarcar un proyecto de tal envergadura. Dado lo anterior, se ve una importante posibilidad de mejora en este sentido ya que podría evaluarse la posibilidad de crear una empresa de este tipo con lo que se esperaría que bajen los costos de las dos principales partidas que, como ya fue mencionado, afectan el costo directo: Panelizado vertical y Panelizado horizontal.

Gráfico 35: Costos Netos (UF/m<sup>2</sup>) en distintas materialidades y grados de industrialización



En el Anexo II: Resultados Matriz de casos estudiada se presentan los resultados para el resto de las materialidades, las cuales no fueron incluidas en esta sección, por tener baja participación en el parque de construcción actual.

### **Revisión de costos referenciales del Programa de Protección al Patrimonio Familiar**

Como ya fue mencionado, las partidas escogidas para hacer el Análisis de los Precios Referenciales del PPPF fueron 51 y, adicionalmente, se agregaron 7 partidas convenientes para la representatividad de la construcción de viviendas en madera.

A continuación se presentarán los principales resultados y en el Anexo I: Resultados de análisis PPPF, se incluye la tabla de resultados completa.

- Para la Zona Norte los resultados indican que el PPPF considera precios bajo lo real
- Para la Zona Centro los resultados indican que el PPPF considera precios sobre lo real
- Para la Zona Sur los resultados indican que el PPPF considera precios sobre lo real
- Para la Zona Austral los resultados indican que el PPPF considera precios bajo lo real.

En particular, para la Mano de Obra y Materiales se pueden hacer los siguientes comentarios:

- La Mano de Obra en todas las zonas los costos reales son más altos que lo indicado por los Precios Referenciales del PPPF. También, el porcentaje de Leyes Sociales es más alto y, respecto a esto, se sugiere que se genere una estandarización para todas las zonas del país y que se actualice acorde a la normativa actual.
- Respecto a los Materiales los costos son más altos que lo indicado por los Precios Referenciales del PPPF, lo que provoca una diferencia de hasta 24,5%

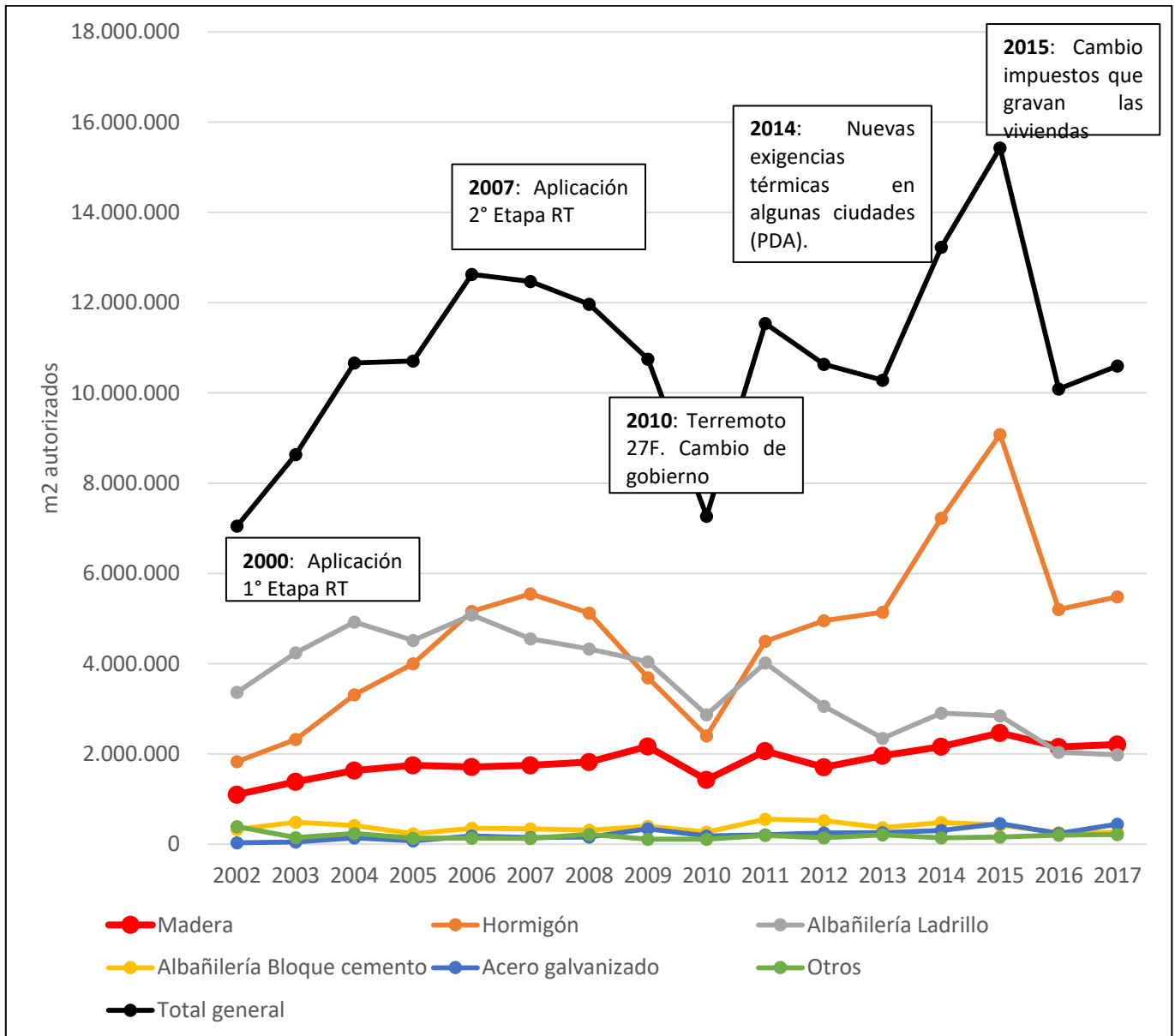
Respecto al análisis de los Factores de Corrección por localidad:

- El primer comentario que se puede notar es que el PPPF solo tiene en consideración el costo por transporte de materiales. Sin embargo, el estudio hecho por DECON considera mayores costos involucrados, como lo es el transporte de materiales, el traslado de mano de obra y el alojamiento dependiendo de las características de la zona.
- Derivado de dicho comentario es que los Factores de Corrección en la mayoría de los casos son mayores que los indicados en los PPPF por lo que se propone analizar los factores según la metodología indicada por DECON.

### **5.3 Análisis respecto a hitos específicos**

A continuación se hará un análisis de años específicos en los cuales se observa un comportamiento importante de los indicadores mostrados en el capítulo 5.1

Gráfico 36: Hitos que afectan la construcción de Viviendas



**2007**

El 2007 se presentó el primer peak de superficie autorizada, con 16.476.957 m2. A partir del año siguiente se produjo un descenso hasta el 2010.

El hito más importante que podría haber incidido en la edificación es la entrada en vigencia de segunda etapa de Reglamentación Térmica. Esta amplió la aplicación de exigencias de aislamiento térmico a muros exteriores y pisos ventilados.

## **2010**

El año 2010 muestra la superficie autorizada más baja a excepción del primer año de estudio (2002). En dicho año se presenta el valle de una baja parte el 2008 y se mantiene por tres años consecutivos. Por otro lado, luego del 2010 se presenta la mayor alza de un año al siguiente del periodo de estudio (4,8 millones de m<sup>2</sup> autorizados más entre 2010 y 2011).

Evaluando las materialidades, el 2010 la Madera presenta un valle importante (la menor superficie autorizada en el periodo de estudio, excepto en 2002 y 2003) y presenta el mayor aumento, de un año a otro entre 2010 y 2011 (1.033.086 m<sup>2</sup> autorizados). El Hormigón también presenta un valle (la menor superficie autorizada en el periodo de estudio, excepto en 2002, 2003 y 2004) y presenta un aumento importante (el segundo mayor en su periodo de estudio, después del periodo 2013-2014). Albañilería de Ladrillo también presenta un valle importante (le menor superficie autorizada, excepto contra 2013, 2016 y 2017) y entre 2010 y 2011 el aumento porcentual, respecto al año anterior mayor del periodo de estudio (30,3%)

Los hitos más importantes que podrían haber incidido en la edificación son dos: 1) Terremoto el 27 de febrero y, 2) Cambio de gobierno.

## **2015**

El 2015 la superficie autorizada presenta el peak absoluto en el periodo de estudio (19,7 millones de m<sup>2</sup> y 20,2 millones de m<sup>2</sup>, respectivamente).

El hito más importante que podría haber incidido en la edificación es el 2014 la aprobación de la reforma tributaria que introdujo cambios en los impuestos que gravan a las viviendas (bajó el costo máximo de construcción para acceder al Crédito Especial que rebaja el 65% del IVA de UF 4.500 a UF 2.000; modifica el impuesto a timbres y estampillas para viviendas no DFL2; entre otros) y que tuvo su primer año de aplicación el 2015.

## **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

La superficie de construcción autorizada se concentra en el destino Vivienda, concentrando el 62%, seguid por ICEF con el 26%.

Porcentualmente la superficie autorizada en 1 y 2 pisos ha ido decreciendo sostenidamente en contra de otras agrupaciones de pisos. Si el análisis es hecho solo para el destino vivienda, esta tendencia se acentúa. Este análisis para superficie autorizada en 3 y 4 pisos indica que ha ido decreciendo levemente en contra de otras agrupaciones de pisos. Si el análisis es hecho solo para el destino vivienda, la tendencia es al leve aumento. Para el caso de 5 y 6 pisos ha ido aumentando sostenidamente en representación contra otras agrupaciones de pisos. Si el análisis es hecho solo para el destino vivienda, esta tendencia se acentúa. Finalmente, la superficie autorizada en 7 pisos o más ha ido aumentando sostenidamente en representación contra otras agrupaciones de pisos. Si el análisis es hecho solo para el destino vivienda, esta tendencia se acentúa.

La presencia de la Madera como material predominante ha ido aumentando porcentualmente. Llega a 19,7% el 2017. Si se analiza el destino Vivienda la tendencia es similar, llegando a 22,4% este mismo año.



La presencia del Hormigón como material predominante ha ido aumentando. Se destaca que es una materialidad sumamente importante, ya que tiene la mayor presencia de todas llegando el 2017 a 46,39%. Si se analiza el destino Vivienda la tendencia es similar, con un 52,2%.

La presencia de Albañilería de Ladrillo como material predominante ha ido disminuyendo porcentualmente. Entre 2002 y 2005 era el material predominante con más superficie autorizada. El 2016 el Hormigón pasó a ser la materialidad predominante con mayor superficie autorizada. El 2017 es superada por la Madera quedando así relegada como la tercera opción..

La presencia de Albañilería de Bloque y de Acero Galvanizado estadísticamente no es relevante. Se destaca que el Acero galvanizado tiende al alza.

Respecto a la distribución zonal, el Hormigón como material predominante es el que presenta mayor presencia desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región Metropolitana. Entre la Región de O'Higgins y Biobío el material predominante con mayor presencia es Albañilería Ladrillo. Entre la Región de La Araucanía y Magallanes la Madera es el material predominante con mayor presencia. Si la unidad de medida son las obras autorizadas, se tiene que la Albañilería Ladrillo como materialidad predominante tiene la mayor cantidad en las regiones de Arica y Parinacota, Atacama, Coquimbo, Metropolitana, O'Higgins y Maule. Albañilería Bloque cemento como materialidad predominante tiene la mayor cantidad en las regiones de Tarapacá y Antofagasta. Madera como materialidad predominante tiene la mayor cantidad de obras en regiones entre Biobío y Magallanes.

Respecto a los costos de construcción se destaca que las distintas tipologías en madera alcanzan un nivel de competitividad importante sobre todo en las zonas norte y centro, mientras que en la zona sur su competitividad disminuye, ya que los costos se ven fuertemente influidos por el alza de precios de los materiales y mano de obra en esa zona, además de estar alejada de las industrializadoras más modernas ubicadas principalmente en la Región Metropolitana que son las que podrían participar en la ejecución de edificación en mediana altura. A pesar de ello, existen empresas prefabricadoras con experiencia en la construcción en madera en esa zona, pero sin la capacidad industrial para abarcar un proyecto de tal envergadura. Dado lo anterior, se ve una importante posibilidad de mejora en este sentido ya que podría evaluarse la posibilidad de crear una empresa de este tipo con lo que se esperaría que bajen los costos de las dos principales partidas que, como ya fue mencionado, afectan el costo directo: Panelizado vertical y Panelizado horizontal. Por otra parte, se destaca que se condicen los análisis de elección de materialidad para construcción con el análisis de costos en el sentido de que para 1 y 2 pisos, el uso de la madera ha ido en crecimiento a través del tiempo y es la materialidad que presenta menores costos comparada con albañilería de ladrillo y acero galvanizado.

El análisis de las partidas de PPPF muestra resultados disímiles dependiendo de la Zona, así, para la zona norte y austral los resultados indican que los precios referenciales están bajo lo real, pero para las zonas centro y sur están sobre lo real. En particular la mano de obra y mano de obra son en general más altos y se recomienda que se actualicen y estandarice el cálculo de las Leyes Sociales. Finalmente, los factores de corrección consideran solo costo por transporte de materiales, sin embargo, el estudio llevado a cabo por DECON considera mayores costos involucrados y

representan de mejor manera el aumento de costos por conceptos de aislamiento y lejanía de las localidades de cada región.

Finalmente, respecto a los hitos que han incidido de alguna forma en la construcción, como la aplicación de las distintas etapas de Reglamentación Térmica, se menciona que la madera ha aumentado su participación constantemente luego de ellas y ha presentado un aumento sostenido y constante desde a lo largo del análisis (2002 a 2017), no viéndose mayormente afectada, no así el hormigón y la albañilería, que presentan grande fluctuaciones y se muestran un alto grado de susceptibilidad a variaciones como reglamentación térmica, cambios en los impuestos o necesidad de reconstrucción post catástrofe.

## 7. REFERENCIAS

- American Institute of Timber Construction. (2003). *Superior Fire Resistance*.
- APA. (2016). *Sustainable Buildings, Sustainable Future. Wood and the Environment. Form No. F305B*. Washington.
- Cámara Chilena de la Construcción. (2017). *Balance de Vivienda Social y Entorno Urbano 2017*. Santiago.
- Canadian Wood Council. (2004). *Energy and the Environment in Residential Constructions, Sustainable Building Series*. Ottawa.
- Ministerio de Energía. (2015). *Energía 2050. Política Energética de Chile*.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2018). *Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones*.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2017). *Plan de Acción Nacional de Cambio Climático*.
- Observatorio Urbano. (2017). *Déficit Habitacional según componente*.
- Programa Estratégico Mesoregional. Industria de la madera de alto valor. (2016). *Hoja de Ruta*.
- Programa estratégico nacional productividad y construcción sustentable. (2016). *Informe final Fase 3. Hoja de ruta PyCS 2025*.
- Simpson Strong-Tie. (2018). *Conectores para la construcción en madera 2017-2018*.

## 8. ANEXOS

### 8.1 Anexo I: Resultados de análisis PPPF

Tabla 5: Resultados partidas PPPF

	Zona Centro			Zona Norte			Zona Sur			Zona Austral		
	PPPF	Precio Real	Variación (%)	PPPF	Precio Real	Variación (%)	PPPF	Precio Real	Variación (%)	PPPF	Precio Real	Variación (%)
1 Excavación con máquina	0,099	0,084	-15,15%	0,105	0,089	-15,24%	0,06	0,073	21,67%	0,086	0,09	4,65%
2 Emplantillado	2,886	1,964	-31,95%	1,855	1,707	-7,98%	1,937	2,147	10,84%	2,672	1,718	-35,70%
3 Hormigón 255 k/cem/m3 H-15	3,927	2,458	-37,41%	3,222	3,135	-2,70%	3,074	2,657	-13,57%	4,232	3,171	-25,07%
4 Hormigón 255 k/cem/m3 H-15 + Aditivo impermeabilizante	4,022	2,638	-34,41%	3,24	3,37	4,01%	3,089	2,856	-7,54%	4,249	3,405	-19,86%
5 Hormigón 255 k/cem/m3 H-15 + 20% B.D.	3,925	2,458	-37,38%	3,302	3,176	-3,82%	-	2,657		-	3,212	
6 Hormigón 255 k/cem/m3 H-20 + Aditivo impermeabilizante	4,23	2,751	-34,96%	3,459	3,516	1,65%	3,294	2,98	-9,53%	4,619	3,552	-23,10%
7 Hormigón 255 k/cem/m3 H-20	4,12	2,602	-36,84%	3,439	3,322	-3,40%	3,277	2,816	-14,07%	4,6	3,358	-27,00%
8 Hormigón 255 k/cem/m3 H-20 con Aditivo	4,23	2,751	-34,96%	3,459	3,516	1,65%	3,294	2,98	-9,53%	4,619	3,552	-23,10%
9 Hormigón (H-20 con Bombeo)	-	2,902		-	3,713		-	3,129		-	3,749	
10 Hormigón 340 k/cem/m3 H-25 con aditivo	4,424	2,872	-35,08%	3,751	3,672	-2,11%	3,477	3,112	-10,50%	-	3,709	
11 Radier hormigón 7cm	0,248	0,263	6,05%	0,274	0,314	14,60%	0,503	0,278	-44,73%	0,557	0,295	-47,04%
12 Radier hormigón 10cm	0,322	0,327	1,55%	0,351	0,392	11,68%	0,574	0,349	-39,20%	0,66	0,386	-41,52%
13 Fierro 8mm	0,052	0,044	-15,38%	0,041	0,053	29,27%	0,05	0,045	-10,00%	0,064	0,055	-14,06%
14 Fierro 10mm	0,052	0,044	-15,38%	0,041	0,053	29,27%	0,048	0,045	-6,25%	0,064	0,055	-14,06%

Tabla 6: Resultados partidas PPPF

	Zona Centro			Zona Norte			Zona Sur			Zona Austral		
	PPPF	Precio Real	Variación (%)	PPPF	Precio Real	Variación (%)	PPPF	Precio Real	Variación (%)	PPPF	Precio Real	Variación (%)
15 Fierro 12mm	0,052	0,044	-15,38%	0,041	0,053	29,27%	0,048	0,045	-6,25%	0,063	0,055	-12,70%
16 Moldaje de madera para sobrecimiento (3 usos)	0,394	0,284	-27,92%	0,371	0,362	-2,43%	0,336	0,287	-14,58%	0,304	0,377	24,01%
17 Moldajes (terciado 15mm)	-	0,286		-	0,365		-	0,289		-	0,379	
18 Cama de ripio compactada e=10cm	0,086	0,052	-39,53%	0,074	0,064	-13,51%	0,074	0,055	-25,68%	0,081	0,066	-18,52%
19 Relleno interior estabilizado compactado	0,807	0,513	-36,43%	0,861	0,472	-45,18%	0,743	0,553	-25,57%	0,794	0,283	-64,36%
20 Albañilería armada ladrillo Santiago 7e o Titán 29x14x7,1	1,061	0,765	-27,90%	0,927	1,044	12,62%	1,128	0,664	-41,13%	-	1,159	
21 Albañilería armada ladrillo Santiago 9e o Extra titán	1,241	0,867	-30,14%	0,905	1,228	35,69%	0,964	0,977	1,35%	-	1,369	
22 Albañilería armada ladrillo Santiago 11e o Extra titán	1,184	0,918	-22,47%	1,2	1,316	9,67%	0,861	1,028	19,40%	-	1,51	
23 Albañilería armada bloques de cemento 40x20x20	-	1,08		0,884	1,316	48,87%	0,859	1,158	34,81%	-	2,047	
24 Albañilería armada bloques de cemento 40x20x15	-	1,025		0,813	0,825	1,48%	0,762	0,918	20,47%	-	1,175	
25 Colocación de escalerillas ACMA diámetro 4,2mm	-	0,017		-	0,02		-	0,019		-	0,022	
26 Estructura perfiles galvanizados serie 60 0,85mm	0,415	0,363	-12,53%	0,891	0,695	-22,00%	-	0,388		0,559	0,678	21,29%
27 Estructura perfiles galvanizados serie 90 1,00mm	0,442	0,532	20,36%	0,947	0,775	-18,16%	-	0,59		0,689	0,753	9,29%
28 Estructura techumbre pend. 40%, cerchas a 90cm perfil galvanizado	0,441	0,517	17,23%	0,38	0,621	63,42%	0,337	0,54	60,24%	0,483	0,688	42,44%
29 Conteneras Volcometal perfil w	0,205	0,164	-20,00%	0,14	0,083	-40,71%	0,108	0,075	-30,56%	0,133	0,08	-39,85%

Tabla 7: Resultados partidas PPPF

	Zona Centro			Zona Norte			Zona Sur			Zona Austral			
	PPPF	Precio Real	Variación (%)	PPPF	Precio Real	Variación (%)	PPPF	Precio Real	Variación (%)	PPPF	Precio Real	Variación (%)	
30	Cubierta zinc alum onda estándar 0,5mm	0,306	0,527	72,22%	0,332	0,685	106,33%	0,327	0,666	103,67%	0,408	0,444	8,82%
31	Envigado de piso, pino 2" x 6"	0,353	0,52	47,31%	0,314	0,466	48,41%	0,346	0,399	15,32%	0,362	0,547	51,10%
32	Envigado de piso, pino IPV 2" x 6"	0,358	0,52	45,25%	0,314	0,567	80,57%	0,297	0,561	88,89%	0,347	0,668	92,51%
33	Envigado de piso, pino 2" x 8"	0,42	0,599	42,62%	0,401	0,692	72,57%	0,41	0,567	38,29%	0,446	0,73	63,68%
34	Envigado de piso, pino IPV 2" x 8"	0,427	0,637	49,18%	0,401	0,805	100,75%	0,359	0,702	95,54%	0,418	0,82	96,17%
35	Placa OSB estructural de pino 15,1mm para entramado de madera	0,356	0,291	-18,26%	0,31	0,339	9,35%	0,385	0,28	-27,27%	0,345	0,367	6,38%
36	Placa terciado estructural de pino 15,1mm para entramado de madera	-	0,311		-	0,347		-	0,303		-	0,388	
37	Estructura techumbre pend. 40%, cerchas a 90cm madera	0,421	0,483	14,73%	0,311	0,625	100,96%	0,225	0,512	127,56%	0,68	0,721	6,03%
38	Costaneras 2"x2"	0,22	0,164	-25,45%	0,148	0,19	28,38%	0,231	0,154	-33,33%	0,225	0,196	-12,89%
39	Viga metálica 100 x 100 x 3	-	1,586		-	1,752		-	1,586		-	0,196	
40	Cubierta fibrocemento onda estándar	0,381	0,276	-27,56%	0,327	0,343	4,89%	0,395	0,255	-35,44%	0,311	0,315	1,29%
41	Malla ACMA tipo AT56-50H (malla estructural)	0,553	0,209	-62,21%	0,045	0,214	375,56%	-	0,181		-	0,231	
42	Revestimiento fibrocemento 8mm	0,358	0,469	31,01%	0,331	0,5	51,06%	0,384	0,469	22,14%	0,306	0,497	62,42%
43	Revestimiento siding fibrocemento	0,555	0,578	4,14%	0,404	0,735	81,93%	0,626	0,647	3,35%	0,522	0,739	41,57%
44	Revestimiento solución térmica exterior (EIFS)	1,461	1,563	6,98%	1,075	1,878	74,70%	0,875	1,683	92,34%	1,287	1,989	54,55%

Tabla 8: Resultados partidas PPPF

	Zona Centro			Zona Norte			Zona Sur			Zona Austral		
	PPPF	Precio Real	Variación (%)	PPPF	Precio Real	Variación (%)	PPPF	Precio Real	Variación (%)	PPPF	Precio Real	Variación (%)
45 Revestimiento yeso cartón 15mm	0,283	0,187	-33,92%	0,248	0,234	-5,65%	0,242	0,893	269,01%	0,342	0,251	-26,61%
46 Revestimiento solución térmica interior (yeso cartón/ poliestireno expandido)	1,084	1,13	4,24%	0,965	1,298	34,51%	0,736	1,144	55,43%	0,753	1,406	86,72%
47 Revestimiento yeso cartón 12,5mm RH	-	0,38		0,331	0,349	5,44%	-	0,389		-	0,459	
48 Revestimiento yeso cartón 12,5mm RF	-	0,315		0,273	0,308	12,82%	-	0,322		-	0,363	
49 Poliestireno expandido 100mm	0,032	0,205	540,63%	0,205	0,241	17,56%	0,184	0,209	13,59%	0,192	0,259	34,90%
50 Lana de vidrio 50mm3 (11 kg/m3) rollo libre 0,6x24m	0,18	0,143	-20,56%	0,173	0,153	-11,56%	0,154	0,143	-7,14%	0,12	0,157	30,83%
51 Lana de vidrio 80mm3 (11 kg/m3) rollo libre 0,6x24m	-	0,194		-	0,357		-	0,194		-	0,363	
52 Lana de vidrio 120mm3 (11 kg/m3) rollo libre 0,6x24m	-	0,211		-	0,228		-	0,211		-	0,233	
53 Filtro 15lb	0,051	0,074	45,10%	0,049	0,084	71,43%	0,033	0,074	124,24%	0,045	0,089	97,78%
54 Lámina de polietileno 0,10mm	0,046	0,043	-6,52%	0,039	0,053	35,90%	0,029	0,044	51,72%	0,026	0,051	96,15%
55 Membrana hidrófuga	0,062	0,095	53,23%	0,063	0,107	69,84%	0,066	0,095	43,94%	0,057	0,104	82,46%
56 Poliestireno expandido 50mm	0,086	0,115	33,72%	0,121	0,16	32,23%	0,078	0,114	46,15%	0,107	0,13	21,50%
57 Termo eléctrico 150L	7,939	9,546	20,24%	12,161	10,159	-16,46%	7,078	10,05	41,99%	10,48	10,735	2,43%
58 Calefon 10L	5,115	4,796	-6,24%	4,213	4,91	16,54%	4,461	4,85	8,72%	5,19	6,124	18,00%

## 8.2 Anexo II: Resultados Matriz de casos estudiada

Tabla 9: Resultados (UF/m2) de matriz de casos

Zona	Materialidad	Pisos	Costo Neto por superficie
Zona Norte	Madera	1	22,7
Zona Norte	Albañilería Bloque cemento	1	24,0
Zona Norte	Albañilería Ladrillo	1	24,5
Zona Centro	Albañilería Ladrillo	1	20,6
Zona Centro	Acero galvanizado	1	18,1
Zona Centro	Albañilería Bloque cemento	1	20,9
Zona Centro	Madera	1	19,3
Zona Sur	Albañilería Ladrillo	1	21,7
Zona Sur	Acero galvanizado	1	19,3
Zona Sur	Madera	1	20,4
Zona Austral	Albañilería Ladrillo	1	26,3
Zona Austral	Acero galvanizado	1	25,1
Zona Austral	Madera	1	24,7
Zona Norte	Albañilería Ladrillo	2	20,0
Zona Norte	Albañilería Bloque cemento	2	19,3
Zona Norte	Madera	2	18,9
Zona Centro	Albañilería Ladrillo	2	17,0
Zona Centro	Albañilería Bloque cemento	2	17,3
Zona Centro	Madera	2	16,3
Zona Centro	Mixto Albañilería Ladrillo - Madera	2	16,7
Zona Sur	Albañilería Ladrillo	2	16,2
Zona Sur	Acero galvanizado	2	15,1
Zona Sur	Madera	2	15,6
Zona Sur	Mixto Albañilería Ladrillo - Madera	2	17,7
Zona Austral	Albañilería Ladrillo	2	21,4
Zona Austral	Acero galvanizado	2	19,4
Zona Austral	Madera	2	20,4
Zona Norte	Albañilería Ladrillo	3	15,2
Zona Norte	Madera	3	18,2
Zona Centro	Albañilería Ladrillo	3	13,9



Zona Centro	Hormigón	3	<b>16,3</b>
Zona Centro	Madera	3	<b>16,4</b>
Zona Sur	Albañilería Ladrillo	3	<b>13,7</b>
Zona Sur	Madera	3	<b>17,8</b>
Zona Austral	Madera	3	<b>20,4</b>
Zona Norte	Albañilería Ladrillo	4	<b>14,1</b>
Zona Norte	Madera	4	<b>16,5</b>
Zona Centro	Albañilería Ladrillo	4	<b>13,1</b>
Zona Centro	Hormigón	4	<b>15,3</b>
Zona Centro	Madera	4	<b>15,6</b>
Zona Sur	Albañilería Ladrillo	4	<b>13,2</b>
Zona Sur	Madera	4	<b>18,5</b>
Zona Austral	Madera	4	<b>19,9</b>
Zona Norte	Albañilería Ladrillo	2	<b>22,5</b>
Zona Norte	Albañilería Bloque cemento	2	<b>21,9</b>
Zona Norte	Madera	2	<b>19,9</b>
Zona Norte	Mixto Albañilería ladrillo cemento - Galvanizado	2	<b>23,1</b>
Zona Centro	Albañilería Ladrillo	2	<b>18,9</b>
Zona Centro	Albañilería Bloque cemento	2	<b>19,2</b>
Zona Centro	Madera	2	<b>17,6</b>
Zona Centro	Mixto Albañilería ladrillo cemento - Galvanizado	2	<b>20,2</b>
Zona Sur	Albañilería Ladrillo	2	<b>25,4</b>
Zona Sur	Acero galvanizado	2	<b>24,1</b>
Zona Sur	Madera	2	<b>23,0</b>
Zona Austral	Albañilería Ladrillo	2	<b>25,4</b>
Zona Austral	Acero galvanizado	2	<b>24,1</b>
Zona Austral	Madera	2	<b>23,0</b>
Zona Norte	Hormigón	5	<b>14,9</b>
Zona Norte	Madera	5	<b>18,0</b>
Zona Norte	Madera	5	<b>16,6</b>
Zona Centro	Hormigón	5	<b>13,7</b>
Zona Centro	Madera	5	<b>16,0</b>
Zona Centro	Madera	5	<b>15,1</b>
Zona Sur	Hormigón	5	<b>13,6</b>
Zona Sur	Madera	5	<b>17,3</b>
Zona Sur	Madera	5	<b>16,3</b>
Zona Austral	Madera	5	<b>18,5</b>

Zona Austral	Madera	5	<b>16,7</b>
Zona Norte	Hormigón	6	<b>14,9</b>
Zona Norte	Madera	6	<b>17,7</b>
Zona Centro	Hormigón	6	<b>13,7</b>
Zona Centro	Madera	6	<b>16,0</b>
Zona Sur	Hormigón	6	<b>13,7</b>
Zona Sur	Madera	6	<b>17,5</b>
Zona Austral	Madera	6	<b>20,1</b>