

Centro UC de Innovación en Madera

INFORME

**Análisis de Costos de viviendas para edificación en
madera en dos tipologías de 5 pisos en la Zona Central**

**PARA
USO INTERIO CENTRO UC DE INNOVACIÓN EN MADERA**

29 de julio de 2019

1. Título del Proyecto. Análisis de Costos de viviendas para edificación en madera en dos tipologías de 5 pisos en la Zona Central	2. Cuerpo del informe 14 hojas (incluye portada)
3. Autor(es) Danny Pavez Gallegos – Jefe de Proyectos	4. Contrato/Orden de Compra -
5. Nombre y dirección de la organización investigadora Nombre: Centro UC de Innovación en Madera (CIM). Dirección: Vicuña Mackenna N° 4860, Macul, Santiago	6. Fecha del informe 29 de julio de 2019
7. Antecedentes de la Institución Mandante Nombre: - Dirección: -	8. Contraparte técnica -
9. Resumen El presente Informe tiene por objetivo presentar los resultados y explicar la metodología de cálculo del Estudio de costos referenciales para edificación en madera realizado por el Centro UC de Innovación en Madera, DECON UC y el Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Para el análisis, se consideran dos tipologías de 5 pisos con estructura soportante de madera, con sistema marco plataforma, construidas en la zona central del país y ejecutadas con sistema industrializado panelizado y el uso de sistema Anchor Tiedown System (ATS). Los resultados muestran que ambas tipologías muestran costos Netos de 14,8 UF/m ² , pero presentan Costos Directos y plazos de ejecución distintos dados por el tamaño de las obras y los materiales utilizados.	

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 DE COSTOS DE VIVIENDAS PARA EDIFICACIÓN EN MADERA EN DOS TIPOLOGÍAS DE 5 PISOS EN LA ZONA CENTRAL**” desarrollado durante el período **MAYO/2019** a **JUNIO/2019**.

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

Los alcances de este estudio están definidos explícitamente en la Sección Alcances del presente informe. Las conclusiones de este informe 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 constituye el resultado de una asesoría que incluyó la realización de ensayos, calibraciones, inspecciones técnicas acotadas únicamente a las piezas, partes, instrumentos o procesos analizados, lo que en ningún caso permite al solicitante afirmar que sus productos han sido certificados por CIM.

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	5
2. INTRODUCCION.....	5
3. MeTODOLOGÍA	5
3.1 Explicación	5
3.2 Consideraciones.....	5
4. RESULTADOS	7
4.1 Vivienda vulnerable	7
4.2 Vivienda emergente.....	10
5. CONCLUSIONES.....	13

1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente Informe tiene por objetivo presentar los resultados y explicar la metodología de cálculo del Estudio de costos referenciales para edificación en madera realizado por el Centro UC de Innovación en Madera, DECON UC y el Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Para el análisis, se consideran dos tipologías de 5 pisos con estructura soportante de madera, con sistema marco plataforma, construidas en la zona central del país y ejecutadas con sistema industrializado panelizado y el uso de sistema Anchor Tiedown System (ATS).

Los resultados muestran que ambas tipologías muestran costos Netos de 14,8 UF/m², pero presentan Costos Directos y plazos de ejecución distintos dados por el tamaño de las obras y los materiales utilizados.

Los antecedentes muestran la sensibilidad de los costos al nivel de industrialización de los proyectos de construcción, siendo los resultados válidos para un nivel de industrialización tal que se cuente con una empresa especialista en el montaje y optimización de este tipo de construcción.

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, llevaron a cabo un proyecto que definió costos de construcción referenciales para distintas materialidades a lo largo de Chile.

Para ello, MINVU puso a disposición del proyecto tipologías representativas del parque habitacional nacional con el objetivo de que se evaluaran los costos en distintas zonas de Chile. 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.

3. METODOLOGÍA

3.1 Explicación

Para llevar a cabo el análisis, se consideran las Tipologías dispuestas por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo para ello y la zonificación geográfica desarrollada para este Estudio. Luego, se lleva a cabo un presupuesto de las tipologías y en distintas materialidades, considerando para la madera distintos niveles de industrialización.

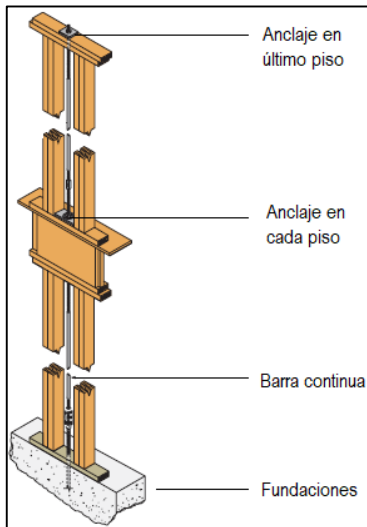
3.2 Consideraciones

Para la estimación de los Gastos Generales, se considera un proyecto de 4 edificios construidos en forma simultánea.

Los resultados más adelante mostrados consideran una metodología de construcción tipo panelizada, donde una empresa especialista subcontratada se encarga de optimizar la producción, transporte y montaje de paneles verticales y horizontales que formarán los muros y losas de las edificaciones.

La metodología de análisis estructural está basada en el sistema Anchor Tiedown System (ATS), el cual consiste en barras continuas desde las fundaciones hasta el cielo del último piso y anclada a cada uno de los pisos, brindando así la capacidad de carga y resistencia al vuelco necesarias para la construcción en madera en varios pisos.

Figura 1: Esquema sistema ATS



En el presente informe se estudian dos tipologías de edificación enfocadas en dos tipos de vivienda: vivienda vulnerable y vivienda emergente. A continuación se muestran las principales características de estas:

Vivienda vulnerable:

Superficie construida: 266 m² por planta; 1.332 m² en la edificación de 5 pisos.
4 departamentos por planta.

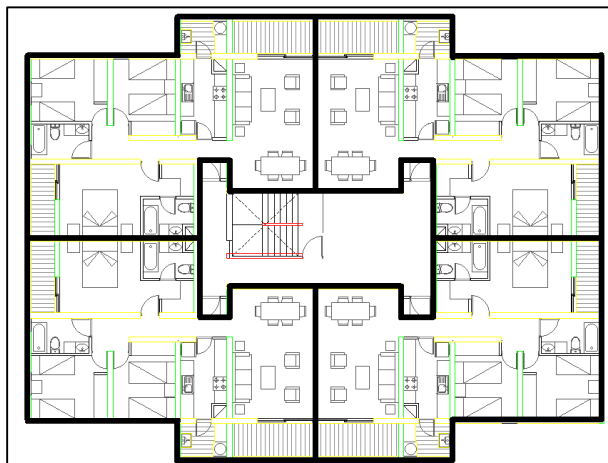
Figura 2: Planta edificación vivienda vulnerable



Vivienda emergente:

Superficie construida: 437 m² por planta; 2.183 m² en la edificación de 5 pisos.
4 departamentos por planta.

Figura 3: Planta edificación vivienda emergente



4. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados del estudio:

4.1 Vivienda vulnerable

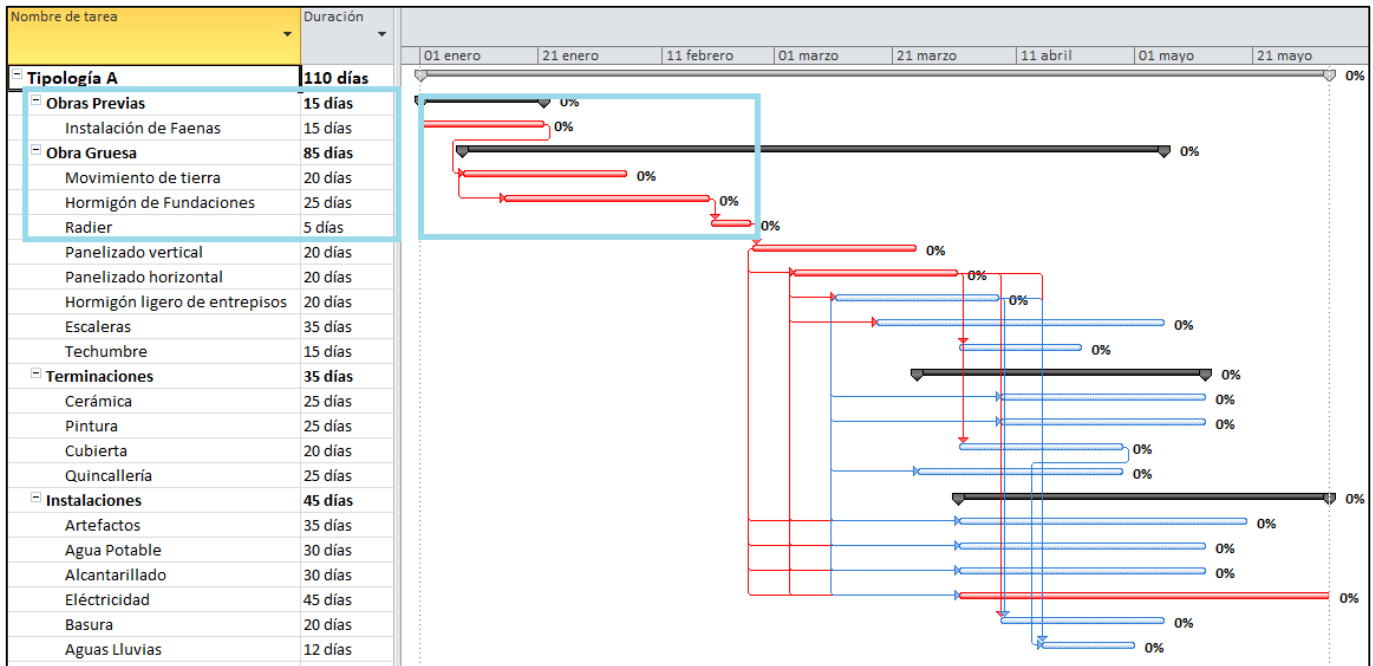
Tabla 1: Presupuesto detallado vivienda vulnerable

Corr.	Ítem	Unidad	Cantidad	P.U.	P.T. (UF)	
1.	Obras Previas				250	2%
1.1	Instalación de faenas	gl	1,0	250,0	250	
2.	Obra Gruesa				12.387	76%
2.1	Movimiento de Tierra	m3	111,3	0,1	9	
2.2	Hormigón fundaciones	m3	78,3	3,3	259	
2.3	Radier	m2	263,1	0,3	90	
2.4	Enfierradura	kg	12.107,1	0,0	518	
2.5	Panelizado vertical	m2	1.865,5	3,1	5.809	
2.6	Panelizado Horizontal	m2	1.331,5	2,3	3.031	
2.7	Hormigón ligero entrepisos	m2	53,9	2,6	139	

2.8	Escalera	gl	1,0	54,1	54
2.9	Techumbre	m2	288,7	0,3	87
2.10	Herrajes Panelizado vertical	gl	1,0	1.696,7	1.697
2.11	Herrajes Panelizado horizontal	gl	1,0	692,5	693
3.	Terminaciones				329 2%
3.1	Puertas	Incluidos en Panelizado vertical			
3.2	Ventanas	Incluidos en Panelizado vertical			
3.3	Cerámica	m2	307,5	0,4	116
3.4	Pintura	m2	77,7	0,1	8
3.5	Aislación	Incluidos en Panelizado vertical			
3.6	Cubierta	m2	288,7	0,3	90
3.7	Quincallería	u	120,0	1,0	116
4.	Instalaciones				3.431 21%
4.1	Artefactos	gl	1,0	534,0	534
4.2	Agua Potable	gl	1,0	608,3	608
4.3	Alcantarillado	gl	1,0	258,3	258
4.4	Eléctricas	gl	1,0	1.834,5	1.834
4.5	Basura	gl	1,0	97,9	98
4.6	Aguas Lluvias	gl	1,0	97,9	98
	Costo Directo				16.396 100%

Por otro lado, el análisis de los tiempos de ejecución demuestra un plazo total de construcción de 5,5 meses corridos considerando 20 días laborables por mes.

Gran parte de la duración de estos trabajos está destinada a Movimiento de tierra, Hormigón de fundaciones y radier, ocupando más de 35 días hábiles lo que representa más de un tercio del plazo total del proyecto



Por otra parte, se aprecia que las tareas de Instalación de Faenas, Movimiento de tierra, Hormigón de fundaciones, Radier, Panelizado vertical, Panelizado horizontal y Electricidad forman parte de la Ruta Crítica del proyecto. Esto quiere decir que cualquier optimización de los tiempos que pudiera hacerse en estos ítems producirá que los tiempos de ejecución total del proyecto mejoren.

Considerando lo anterior, se realiza un análisis de Gastos Generales, obteniendo un total de 6.631,6 UF para el proyecto de 4 edificios ejecutados de forma simultánea. Eso significa 1.658 UF/edificio, lo que representa un 10,11% del Costo Directo o 301,5 UF/mes. Dichos Gastos Generales se desglosan según la siguiente tabla:

Tabla 2: Análisis de Gastos Generales vivienda vulnerable

RESUMEN		UF	% INCIDEN
1.	SUELDOS Y SALARIOS (REM)	812	40%
2.	MAQ. , HERR. , FLETES. (GE)	640	32%
4.	COMBUSTIBLES (COM)	18	1%
5.	GASTOS DE OPERACIÓN (G.O.)	222	11%
6.	SEGUROS Y FINANCIEROS (SSG)	14	1%
7.	MATERIALES DE SEGURIDAD (MSE)	74	4%
8.	INSTALACION DE FAENAS (MIF)	26	1%
9.	FLETES (SFL)	16	1%
10.	GASTOS GENERALES INDIRECTOS (GOP)	185	9%
		2.006	100%

Se observa que el mayor porcentaje de Gastos Generales está relacionado con Sueldos y Salarios (REM) (40%), seguido por Maquinarias, Herramientas y Fletes (GE) (32%). En el primer ítem están incluidos los costos de la constructora asociados a la contratación del personal durante la duración de la obra. En el segundo ítem se incluyen los costos de distintas maquinarias, incluyendo el uso de camión pluma de 5ton, Minicargador frontal, etc.

Finalmente, considerando los montos de Gastos Generales y considerando un margen de utilidades para la constructora de 10% en base al Costo Directo de la Obra, se tiene que el Costo Neto es de 19.396 UF/edificio o 14,8 UF/m².

En caso de que se considere IVA, el Costo Total asciende a 23.436 UF/edificio o 17,6 UF/m²

Tabla 3: Presupuesto resumido vivienda vulnerable

Ítem		UF	UF/m ²
Costo Directo		16.396	12,3
Gastos Generales	10,11%	1.658	1,2
Utilidades	10%	1.640	1,2
Costo Neto		19.694	14,8
IVA	19%	3.742	2,8
Costo Total		23.436	17,6

4.2 Vivienda emergente

Tabla 4: Presupuesto detallado vivienda emergente

Corr.	Ítem	Unidad	Cantidad	P.U.	P.T. (UF)
1.	Obras Previas				250 1%
1.1	Instalación de faenas	gl	1,0	250,0	250
2.	Obra Gruesa				22.901 83%
2.1	Movimiento de Tierra	m3	1,0	11,5	12
2.2	Hormigón fundaciones	m3	100,0	4,3	427
2.3	Radier	m2	429,6	0,3	147
2.4	Enfierradura	kg	13.093,1	0,0	560
2.5	Panelizado vertical	m2	2.514,0	3,0	7.630
2.6	Panelizado Horizontal	m2	2.147,8	3,0	6.424
2.7	Hormigón ligero entrepisos	m2	85,9	2,6	222
2.8	Escalera	gl	1,0	54,1	54

2.9	Techumbre	m2	502,1	0,5	230
2.10	Herrajes Panelizado vertical	gl	1,0	2.210,6	2.211
2.11	Herrajes Panelizado horizontal	gl	1,0	4.984,2	4.984
3.	Terminaciones				526 2%
3.1	Puertas	Incluidos en Panelizado vertical			
3.2	Ventanas	Incluidos en Panelizado vertical			
3.3	Cerámica	m2	538,2	0,4	203
3.4	Pintura	m2	155,4	0,1	16
3.5	Aislación	Incluidos en Panelizado vertical			
3.6	Cubierta	m2	494,0	0,3	153
3.7	Quincallería	u	160,0	1,0	155
4.	Instalaciones				3.839 14%
4.1	Artefactos	gl	1,0	737,6	738
4.2	Agua Potable	gl	1,0	667,7	668
4.3	Alcantarillado	gl	1,0	283,5	283
4.4	Eléctricas	gl	1,0	1.956,2	1.956
4.5	Basura	gl	1,0	104,7	105
4.6	Aguas Lluvias	gl	1,0	89,4	89
	Costo Directo				27.516 100%

Por otro lado, el análisis de los tiempos de ejecución demuestra un plazo total de construcción de 6,8 meses corridos considerando 20 días laborables por mes.

Gran parte de la duración de estos trabajos está destinada a Movimiento de tierra, Hormigón de fundaciones y radier, ocupando más de 55 días hábiles lo que representa más del 40% del plazo total del proyecto.

Figura 4: Programación de obra vivienda emergente



Por otra parte, se aprecia que las tareas de Instalación de Faenas, Movimiento de tierra, Hormigón de fundaciones, Radier, Panelizado vertical, Panelizado horizontal, Cubierta y Aguas Lluvias forman parte de la Ruta Crítica del proyecto. Esto quiere decir que cualquier optimización de los tiempos que pudiera hacerse en estos ítems producirá que los tiempos de ejecución total del proyecto mejoren.

Considerando lo anterior, se realiza un análisis de Gastos Generales, obteniendo un total de 8.023,3 UF para el proyecto de 4 edificios ejecutados de forma simultánea. Eso significa 2.006 UF/edificio, lo que representa un 7,29% del Costo Directo o 295 UF/mes. Dichos Gastos Generales se desglosan según la siguiente tabla:

Tabla 5: Análisis de Gastos Generales vivienda emergente

RESUMEN		UF	% INCIDEN
1.	SUELDOS Y SALARIOS (REM)	671	40%
2.	MAQ. , HERR. , FLETES. (GE)	534	32%
4.	COMBUSTIBLES (COM)	18	1%
5.	GASTOS DE OPERACIÓN (G.O.)	180	11%
6.	SEGUROS Y FINANCIEROS (SSG)	8	0%
7.	MATERIALES DE SEGURIDAD (MSE)	60	4%
8.	INSTALACION DE FAENAS (MIF)	24	1%
9.	FLETES (SFL)	13	1%
10.	GASTOS GENERALES INDIRECTOS (GOP)	150	9%
		1.658	100%

Se observa que el mayor porcentaje de Gastos Generales está relacionado con Sueldos y Salarios (REM) (40%), seguido por Maquinarias, Herramientas y Fletes (GE) (32%). En el primer ítem están incluidos los costos de la constructora asociados a la contratación del personal durante la duración de la obra. En el segundo ítem se incluyen los costos de distintas maquinarias, incluyendo el uso de camión pluma de 5ton, Minicargador frontal, etc.

Finalmente, considerando los montos de Gastos Generales y considerando un margen de utilidades para la constructora de 10% en base al Costo Directo de la Obra, se tiene que el Costo Neto es de 32.274 UF/edificio o 14,8 UF/m².

En caso de que se considere IVA, el Costo Total asciende a 38.406 UF/edificio o 17,6 UF/m²

Tabla 6: Presupuesto resumido vivienda emergente

Ítem		UF	UF/m ²
Costo Directo		27.516	12,6
Gastos Generales	7,29%	2.006	0,9
Utilidades	10%	2.752	1,3
Costo Neto		32.274	14,8
IVA	19%	6.132	2,8
Costo Total		38.406	17,6

5. CONCLUSIONES

Para el caso de la edificación de Vivienda vulnerable, se tiene que el Costo Directo es 16.396 UF/edificio, lo que representa 12,3 UF/m²; el 76% de este está dado por el ítem Obra Gruesa (12.397 UF). El tiempo de ejecución es de 5,5 meses. Los Gastos Generales son de 1.658 UF, lo que representa un 10,11% del Costo Directo y 301,4 UF/mes; el 40% de los Gastos Generales están dados por Remuneraciones, seguido por Maquinarias, Herramientas y Fletes, representando el 32%.

Para el caso de la edificación de Vivienda emergente, se tiene que el Costo Directo es 27.516 UF, lo que representa 12,6 UF/m²; el 83% de este está dado por el ítem Obra Gruesa (22.901 UF). El tiempo de ejecución es de 6,8 meses. Los Gastos Generales son de 2.006 UF, lo que representa un 7,29% del Costo Directo y 295 UF/mes; el 40% de los Gastos Generales están dados por Remuneraciones, seguido por Maquinarias, Herramientas y Fletes, representando el 32%.

Se considera importante destacar que el costo de las ventanas, puertas, aislaciones, barreras y membranas y placas están incluido en los panelizados verticales y horizontales. He ahí que los costos del ítem Terminaciones pueda considerarse bajo en comparación con el ítem Obra Gruesa.

Notar también que el análisis considera un nivel de industrialización tal que la empresa industrializadora junto con el equipo de arquitectura, cálculo y la constructora es capaces de generar una solución eficiente, tal que todos los componentes posibles de incluir en los panelizados son

considerados en este. A niveles menores de industrialización se consideran menores rendimientos, mayor gasto en mano de obra, aumento en los plazos y gastos generales mayores por lo que los costos son mayores.

Por ausencia de proyecto de instalaciones optimizado a un proceso industrializado, se consideran instalaciones como un monto global con costos de construcción tradicional por lo que deberá ser evaluado para cada caso.