HOJA DE RUTA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA SOCIAL EN MADERA EN URUGUAY

Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial
Banco Interamericano de Desarrollo

Mayo, 2022

HOJA DE RUTA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA SOCIAL EN MADERA EN URUGUAY

Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial
Banco Interamericano de Desarrollo

Mayo, 2022

Equipo consultores BID - MVOT

tallwood

Juan José Ugarte Gurruchaga

Andrés Sierra Martínez
Keren Codriansky Plotkin

BID Banco Interamericano de Desarrollo

Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial

Equipo MVOT:
Marcia Croci Reyes
Carolina Pérez Gomar

Equipo BID:
Verónica Adler
Federico Bruza

Colaboradores:
Allan Cid
Laura Zubillaga
Susana Jara

ÍNDICE:

LISTADO DE TABLAS

LISTADO DE FIGURAS

INTRODUCCIÓN

1

CONTEXTO - METODOLOGÍA

CONSTRUCCIÓN EN MADERA A NIVEL MUNDIAL

Cualidades de la Madera en el Contexto del Cambio Climático

Existen dos factores que han posicionado a la madera como el material constructivo óptimo para el siglo XXI: productividad e impacto en el medio ambiente. Según datos entregados por la ONU[1], se espera un incremento exponencial de la población mundial de un 25% para los próximos 30 años, pasando de 7.700 millones de personas que habían en el 2020, a 9.700 millones para el año 2050, que en conjunto con el aumento de procesos de urbanización y de movimientos migratorios, se traducen en un incremento de la demanda de recursos, especialmente de vivienda, generando un déficit que deberá ser solucionado en un corto período de tiempo.

Por otro lado, cada año se liberan en la atmósfera miles de millones de toneladas de gases de efecto invernadero (GEI), que incrementan la temperatura global aportando negativamente a la crisis climática mundial que vivimos hoy. Para hacer frente estos desafíos mundiales de las próximas décadas es necesario que los países implementen iniciativas que busquen un desarrollo más sostenible. En este sentido, planes como los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas establecen metas claves que deben ser abordadas por todas las naciones para cumplir los objetivos mundiales para 2030, entre las que se encuentra la necesidad de vivienda, construidas con materiales de baja huella de carbono, para una población en crecimiento.

El Banco Mundial estimaba en 2016 una necesidad de 240 millones de unidades de vivienda para el 2030[2], y la forma en la que los diferentes países afronten este déficit será fundamental para garantizar el desarrollo sostenible mundial. Según el último reporte del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) publicado el 2022, a menos de que exista una profunda e inmediata reducción de emisiones de todos los países y sectores, el aumento de temperatura por debajo de los 1.5ºC declarado en el Acuerdo de París es inalcanzable[3]. El mismo documento plantea que existen seis sectores que si se comprometen, podrían al menos reducir a la mitad las emisiones mundiales para el 2030, uno de los cuales es el sector de la construcción. Por lo mismo, el gran volumen de construcciones

1 https://www.un.org/es/global-issues/population

2 World Bank. (2016). Housing for All. Link.

3 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022) Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UKWorld Bank. (2016). Housing for All. Link.

nuevas que se levantarán las próximas décadas como solución al déficit de vivienda debe ser, desde un comienzo, responsable con la crisis ambiental, principalmente porque el sector de la construcción tiene un doble impacto sobre el medioambiente. Por un lado, un gran volumen de generación de residuos tanto por construcción como por demolición que hoy significa alrededor de un tercio de la generación de residuos mundiales, y por otro, un alto uso de energía con un gran impacto en las emisiones de CO_{2EQ} del sector, que hoy en día representa un 36% del uso de energía final mundialmente y el 39% del CO_{2EQ} declarado a nivel global. Además, el 11% de estas emisiones se asocia exclusivamente a la energía involucrada en la producción de materiales de construcción.

La madera tiene un alto potencial de reducción de residuos tanto en sus procesos productivos como en la optimización de la construcción a partir de la prefabricación y el correcto diseño. Lo primero como efecto de un ciclo cerrado de producción donde se pueden crear subproductos de madera a partir de sus desechos, como los tableros de OSB o MDF, entre otros, fabricados a partir de las sobras generadas al producir listones de madera aserrada, y lo segundo, como resultado de una estandarización de la oferta de productos de madera industrializados y un desarrollo tecnológico exponencial de métodos de construcción prefabricada en las últimas décadas.

Otro de los grandes beneficios ecológicos de la madera es lo que se conoce como "secuestro de carbono", proceso que inicia en la etapa de forestación cuando los árboles absorben dióxido de carbono en su proceso de fotosíntesis y lo almacenan en su interior durante años, hasta que el árbol muere. Sin embargo, cuando los arboles son tratados para producir madera, el carbono se mantiene almacenado en su interior por el tiempo que dure el elemento. Además, la madera tiene una baja energía incorporada, porque la mayor parte de la energía utilizada en su proceso de producción se consume durante el crecimiento natural del árbol que utiliza energía solar[4]. Por ambas razones, la huella de carbono de la madera es considerablemente baja o incluso negativa. La producción de una tonelada de madera absorbe 1,8 toneladas de CO_{2EQ}, en contraposición, con la emisión de 0,9 ton de CO_{2EQ} y 1,24 ton de CO_{2EQ} de la producción de una tonelada de hormigón y acero, respectivamente[5]. Por último -partiendo de la base de una gestión forestal sustentable, certificada, por ejemplo a través de entidades internacionales como PEFC[6] y FSC[7]- se trata de un material renovable, cuya producción será sostenible en el tiempo.

Finalmente, sus propiedades mecánicas son destacables al tener flexibilidad y bajo peso -lo que la hacen un material óptimo para resistir sismos y reducir el volumen de las fundaciones-; tiene una alta capacidad aislante -siendo capaz de aislar el calor hasta seis veces más que el ladrillo, quince veces más que el hormigón y cuatrocientas veces más que el acero[8]-; en piezas de gran volumen tiene alta resistencia frente al fuego -con un tiempo de colapso mucho mayor que las estructuras de acero por ejemplo- y, finalmente, ofrece la posibilidad de trabajar en faenas secas, lo que aumenta la velocidad de construcción y disminuye los costos.

Madera en la Construcción Mundial

La madera ha sido un material utilizado por el hombre en el entorno construido desde los comienzos de la historia, destacando por su larga tradición constructiva en este material países como Japón, Noruega, Suiza y Estados Unidos. La construcción en madera más antigua que se conoce hoy en día, el Templo de la Ley Floreciente, una pagoda de cinco pisos en Nara, Japón, tiene más de 1.400 años, y el análisis de las piezas de madera utilizadas en su estructura sugiere que fueron cortadas en el año 594. Otros ejemplos de antiguas estructuras en madera son cerca de 30 iglesias en Noruega que datan de los siglos XI y XIII y que se mantienen hoy en día con su estructura original. En Estados Unidos, en tanto, existe registro de viviendas construidas en madera desde el siglo XVII, existiendo más de 100 que aún se conservan en pie. Ahora bien, en las últimas décadas la industria ha evolucionado gracias al desarrollo de nuevas tecnologías que permiten la industrialización de la producción, el desarrollo de elementos de madera de ingeniería, la creación de sistemas constructivos más eficientes, la prefabricación de elementos y componentes, y por ende, la masificación de la utilización de la madera en la construcción. Es así, como las cifras han aumentado, sobretodo en los países desarrollados, donde la proporción de construcción de viviendas nuevas en madera puede alcanzar el 70%[8] como lo es el caso de Escocia, o sobre el 85% en Estados Unidos9 para casas y edificios de vivienda.

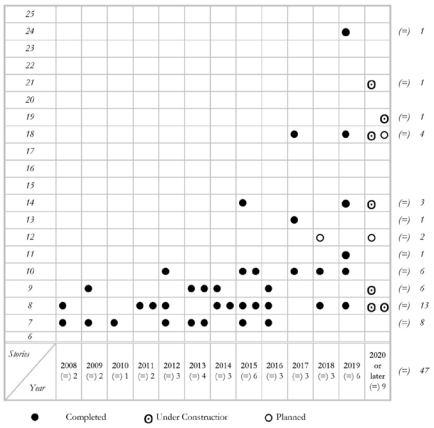

Figura 1. Edificios de madera sobre 6 piso a nivel mundial. Fuente: Wiegand & Ramage, 2021

4 Dangel, U. (2017). Turning point in timber construction: A new economy. Birkhauser Basel. Alemania.

5 www.kaltimber.com y Mahasenan, N., Smith, S., & Humphreys, K.,. (2203) The Cement Industry and Global Climate Change: Current and Potential Future Cement Industry CO2 Emissions.

6 Programme for the Endorsement of Forest Certification (Programa para el Reconocimiento de Certificación Forestal).

7 Forest Stewardship Council (Consejo de Administración Forestal).

8 Madera 21, CORMA. ¿Por qué Madera?.(s.f). www.madera21.cl

Figura 2. Proyecto Mjøstårnet en Brumunddal, Noruega. Fuente: www.floornature.es

Producto de la alta necesidad de vivienda y el aumento de los procesos de urbanización descritos anteriormente, en las últimas décadas ha existido un anhelo por masificar la construcción en madera no sólo en extensión sino que también en altura. Es así como entre los años 2008 y 2020 se construyeron más de 50 edificios de madera entre 7 y 24 pisos de altura10, como muestra la Figura 1. Esto ha sido posible gracias a que diferentes gobiernos han implementado políticas públicas para facilitar el desarrollo de edificios de madera en altura, desde aproximadamente la década de 1990, como la actualización de regulaciones y la implementación de diversos incentivos en distintos niveles administrativos11. En el Capítulo 2 de este documento, se presenta un trabajo de benchmark internacional entre el caso base de Uruguay, y los casos de Chile, Canadá y Finlandia, donde se abordan temáticas de políticas públicas y programas, normativas y regulaciones, gobernanza y espacios colaborativos, entre otros, que describen el desarrollo de la construcción en madera de dichos países.

9 NHBC. (2012) Housing Market Report.

10 US Census Bureau, MCD, R. C. B. (2018). Characteristics of New Housing.

11 Wiegand, E., & Ramage, M. (2021). The impact of policy instruments on the first generation of Tall Wood Buildings. Building Research & Information, 0(0), 1–21.

CONSTRUCCIÓN EN MADERA EN URUGUAY

Si bien Uruguay no es un país con una larga tradición de construcción en madera, la industria forestal tiene gran relevancia nacional, contribuyendo al 4% del PIB nacional, lo que se traduce en más de 2.100 millones de dólares. Esto surge a partir de la implementación de la Ley Forestal en Uruguay en 1987, momento en el que la producción de la industria forestal nacional comienza a crecer exponencialmente, registrando un aumento de unas 200 mil hectáreas en la década de 1990 a cerca de 1 millón de hectáreas en el año 2020, incentivando el uso de la madera tanto para construcción como para carpinterías. Además, el sector genera de forma directa alrededor de 18.000 empleos, cifra que sube a más de 25.000 empleos cuando se consideran los efectos indirectos e inducidos[12].

En cuanto a la industria de la construcción en Uruguay, existe registro de al menos 14 proyectos de vivienda de interés social en madera, que suman un más de 260 unidades construidas en las últimas décadas. Estas se enmarcan en iniciativas individuales de gobiernos departamentales específicos, algunas en convenios con otras agencias o instituciones estatales.

En esta línea, el Gobierno de Uruguay, a través del Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial (MVOT) asegura en su Plan Quinquenal de Vivienda 2020-2024 que en este periodo debe ofrecer 105.545 soluciones habitacionales, las que incluyen construcción de viviendas nuevas, relocalizaciones, reparaciones, mejoramiento de barrios, entre otros. En el mismo documento, el MVOT plantea como uno de sus objetivos "*Promover el uso de la madera de origen nacional en soluciones constructivas tendientes a aumentar la oferta de vivienda pública, reduciendo los tiempos de ejecución y los costos de obra*". En esta linea, el gobierno a implementado una serie de iniciativas para fomentar el uso de la madera en la construcción, entre ellas, la creación de la Comisión Honoraria de la Madera (CHM) según la Ley de Presupuesto Nacional 2020-2024, una mesa colaborativa integrada por actores del sector privado, público, académico y profesional que busca desarrollar un plan para fomentar el uso del recurso forestal uruguayo.

El Capítulo 2 de este informe describe en profundidad el contexto de la edificación en madera en Uruguay, incluyendo iniciativas y programas en desarrollo, descripción de la industria forestal, y otros.

12 Sociedad de Productores Forestales (SPF). (2020) La Contribución del Complejo Forestal a la Economía Uruguaya: El crecimiento del sector forestal en las últimas décadas.

METODOLOGÍA HOJA DE RUTA

En el marco de la gestión de la presente Administración, el Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial de Uruguay (MVOT) ha establecido diversos programas que permitan alcanzar una solución habitacional a amplios sectores de la población. Dentro de ellos, se ha propuesto promover el uso de la madera de origen nacional en soluciones constructivas tendientes a aumentar la oferta de vivienda pública, reduciendo los tiempos de ejecución y los costos de obra.

Para materializar aquello el MVOT, con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo, ha liderado la confección de la presente "Hoja de Ruta para la Construcción de Vivienda Social en Madera" (HDR). La definición de sus contenidos esenciales y partes componentes se trabajó en un modelo de co-creación, y por lo mismo se ha nutrido de una amplia participación intersectorial, que incluye distintos ministerios y servicios del sector público, representantes del sector privado -privilegiando al mundo PYME-, sectores profesionales y técnicos, el mundo académico y la opinión y aportes de los futuros usuarios.

Para la definición de la línea de base y la identificación de barreras y desafíos para alcanzar este objetivo, se consideraron aquellos relevados por la Comisión Honoraria de la Madera. A saber: (i) Actualización de leyes, normativas y reglamentos; (ii) Formación de capacidades de profesionales, técnicos y obreros; (iii) Investigación y desarrollo de elementos y sistemas constructivos; (iv) Transferencia tecnológica hacia el sector MIPYME; (v) Abastecimiento de madera estructural; (vi) Superación de barreras culturales y de mercado; (vii) Estructurar modelos de gobernanza multi actores.

Como metodología para llevar a adelante este trabajo de planificación estratégica, se utilizó la propuesta realizada por el "Modelo Delta", que fuera concebida por el profesor del MIT, Arnoldo Hax[13]. Esta se basa en las siguientes cinco tareas estratégicas:

1. Segmentación de Constituyentes y Proposición de Valor.
2. Capacidades Existentes y Deseadas.
3. Definición Misión- Visión para Hoja de Ruta.
4. Agenda Hoja de Ruta: Ejes, acciones y Objetivos.
5. Gestión de la Agenda: Indicadores y Métrica.

13 The Delta Model: Reinventing Your Business Strategy. Arnoldo Hax, Springer 2010. Hacia la gran universidad chilena: un modelo de transformación estratégica. Arnoldo Hax y Juan José Ugarte, Ediciones UC 2014.

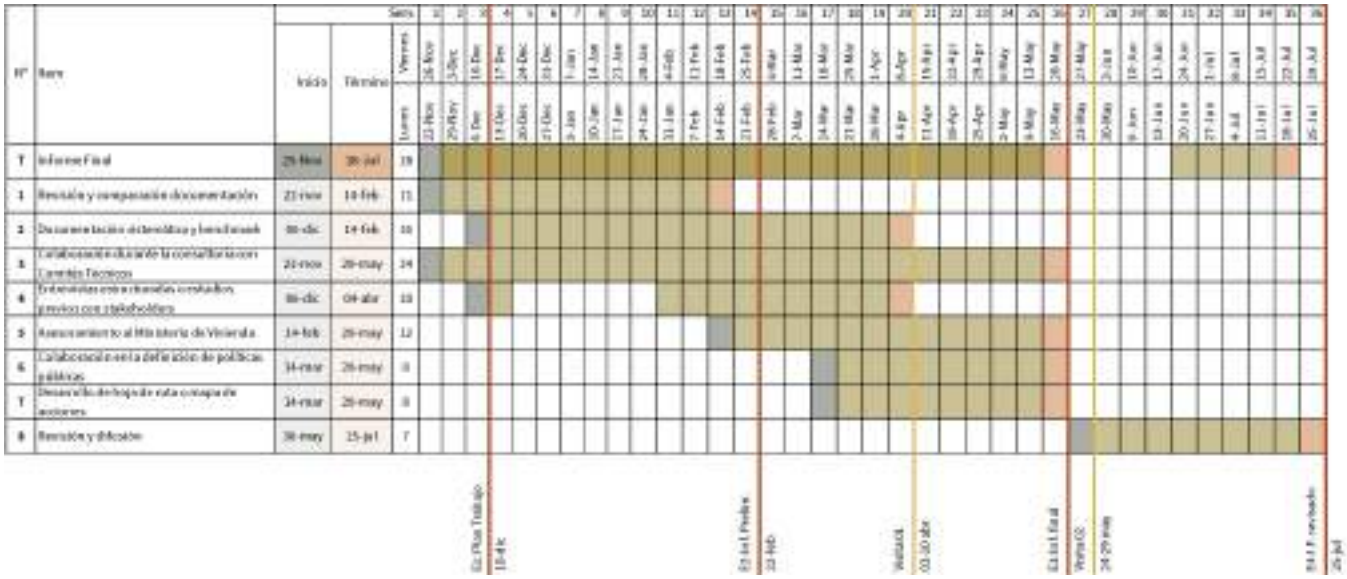

Figura 3. Carta Gantt co construcción de la Hoja de Ruta para la construcción de vivienda social en madera. Fuente: Elaboración propia

Siguiendo este modelo, un paso clave fue la segmentación de los distintos "constituyentes o *stakeholders*", para lo que se trabajó en base a cinco grandes grupos de referencia, todos ellos vinculados en algún aspecto a la temática de la edificación de viviendas de madera. Estos son: el sector público, representado por los ministerios de Vivienda (MVOT), Agricultura (MGAP), Industrias (MIEM), Ambiente (MA) y Economía (MEF), junto a las agencias y direcciones respectivas; el sector privado, representados por el mundo forestal, de procesamiento de maderas y de construcción industrializada; el sector académico, proveniente de las facultades universitarias de arquitectura, ingeniería, química, entre otros, las carreras técnicas y los laboratorios Latu y Latitud; el sector técnico-profesional, representados por las asociaciones de arquitectos, ingenieros, desarrolladores y técnicos; y el sector de la sociedad civil, representados por asistentes sociales que han participado de este tipo de proyectos y vecinos que habitan casa de madera. Para esto, se planificaron diversas actividades, tanto en formato virtual como presencial, cuyos resultados son descritos en el Capítulo 3 y Capítulo 4 de este documento. La planificación de las actividades puede revisarse en la Carta Gantt de la Figura 3, las que se enlistan a continuación.

- Revisión y comparación de documentación.
- Documentación sistemática y *benchmark*.
- Colaboración con Comités Técnicos.
- Entrevistas estructuradas con *stakeholders*.
- Visitas departamentales.
- Asesoramiento al MVOT.
- Colaboración en la definición de políticas públicas.
- Desarrollo de Hoja de Ruta o Mapa de Acciones.
- Revisión y difusión.

ACRÓNIMOS

GEI	Gases de Efecto Invernadero
HDR	Hoja de Ruta
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
MVOT	Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible

BIBLIOGRAFÍA

Dangel, U. (2017). Turning point in timber construction: A new economy. Birkhauser Basel. Alemania.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022) Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK

Madera 21, CORMA. ¿Por qué Madera?.(s.f). www.madera21.cl/

Mahasenan, N., Smith, S., & Humphreys, K.,. (2203) The Cement Industry and Global Climate Change: Current and Potential Future Cement Industry CO2 Emissions.

Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Terriotorial (MVOT) (2020). Plan Quinquenal de Vivienda 2020-2024.

NHBC. (2012) Housing Market Report.

Sociedad de Productores Forestales (SPF). (2020) La Contribución del Complejo Forestal a la Economía Uruguaya: El crecimiento del sector forestal en las últimas décadas.

The Delta Model: Reinventing Your Business Strategy. Arnoldo Hax, Springer. (2010) Hacia la gran universidad chilena: un modelo de transformación estratégica. Arnoldo Hax y Juan José Ugarte, Ediciones UC 2014.

US Census Bureau, MCD, R. C. B. (2018). Characteristics of New Housing.

Wiegand, E., & Ramage, M. (2021). The impact of policy instruments on the first generation of Tall Wood Buildings. Building Research & Information, 0(0), 1–21.

World Bank. (2016) Housing for All. https://www.worldbank.org/en/news/infographic/2016/05/13/housing-for-all-by-2030 and New York, NY, USA. doi: 10.1017/9781009157926

www.kaltimber.com

BENCHMARK INTERNACIONAL

2

URUGUAY - CHILE - CANADÁ - FINLANDIA

CASO BASE: URUGUAY

POLÍTICAS PÚBLICAS Y PROGRAMAS

Es de interés del gobierno nacional agregarle valor al gran volumen de madera existente en Uruguay que está en constante aumento como consecuencia de la creación de la Ley Forestal en 1987, potenciando la industria maderera en general, e impulsando de esta manera el uso del material tanto para la construcción como para la carpintería. En esta línea, la Ley de Presupuesto Nacional 2020-2024 incluyó la creación de la Comisión Honoraria de la Madera (CHM) integrada por todos los sectores involucrados: público, privado y académico, cuyo objetivo es *"elaborar, coordinar y monitorear la ejecución de un plan para la promoción y el desarrollo"*[1] del uso de la madera nacional con fines constructivos y carpintería. Algunos de los actores que la integran son el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial (MVOT), Ministerio de Ambiente, Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), Congreso de Intendentes, Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU), Universidad de la República (UdelaR) y algunas universidades privadas. El Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial (MVOT) tiene una importante participación en la CHM, entendiendo que la construcción de vivienda social en madera para responder al alto déficit de vivienda nacional, puede ser el motor de impulso de esta agenda.

Es así como en 2021, el MVOT crea la Oficina de Asesoramiento, Planificación y Desarrollo de la construcción en madera. Los objetivos que persigue el ministerio en esta área son:

- Promover el uso de la madera uruguaya para la construcción.
- Promover la investigación y normalización de sistemas y tecnologías constructivas en madera para definir estándares de calidad.
- Elaborar documentos técnicos para el uso y aceptación de la madera en construcción.
- Participar en el proceso de otorgamiento del CIR para tecnologías constructivas en madera.

Sistema Público de Viviendas [SPV]

Las políticas habitacionales nacionales de Uruguay son implementadas por el Sistema Público de Viviendas (SPV), organización encabezada por la Dirección Nacional de Vivienda (DINAVI) del MVOT, y que componen varias instituciones, como: la Comisión Honoraria Pro Erradicación de la Vivienda Rural Insalubre (MEVIR), la Agencia Nacional

1 Sección IV: Incisos de la administración Central. Inciso 07: Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Art. 282.

"...Necesidad de acción, frente a la cual, aún cuando no se obtenga la absoluta eficacia, el hacer es ya un progreso." [2]

de Vivienda (ANV), el Banco de Previsión Social (BPS) y el Banco Hipotecario del Uruguay (BHU), las que se describen a continuación.

AGENCIA NACIONAL DE VIVIENDA [ANV]

La Agencia Nacional de Vivienda (ANV), como organismo descentralizado, fue creada en el año 2007, con el objetivo de *"promover y facilitar el acceso y permanencia en la vivienda, así como contribuir a la elaboración e implementación de las políticas públicas de vivienda, atendiendo los aspectos económicos, sociales y medioambientales"* [3]. La ANV se crea para responder a diferentes necesidades existentes. Por un lado, siendo el organismo que ejecuta los programas definidos por el MVOT en el Plan Quinquenal para dar respuesta efectiva a los problemas habitacionales, a través de la gestión de cooperativas, la comercialización de inmuebles y la recuperación de estructuras abandonadas. Por otro lado, como desarrollador de instrumentos financieros de estímulo al desarrollo del mercado hipotecario y a la inversión público-privada para viviendas de interés social.

COMISIÓN PRO ERRADICACIÓN DE LA VIVIENDA RURAL INSALUBRE [MEVIR]

MEVIR es una institución dedicada a la erradicación de la vivienda insalubre rural y tiene un formato particular dentro del sistema público de viviendas, porque es una persona pública no estatal con derecho privado, es decir, maneja fondos públicos y rinde cuentas ante el Tribunal de Cuentas, pero se rige por derecho privado. Fue creada por la Ley 13.640 en el año 1967, y está administrada por una Comisión Honoraria designada por el Poder Ejecutivo, con personas renombradas dentro del ámbito de la vivienda y disciplinas asociadas al entorno rural. Es la única institución que integra las cinco fases del proceso de construcción de viviendas: la promoción e investigación; la planificación y diseño; la producción y obra; la distribución y asignación; y el uso y posobra. Es importante destacar el trabajo de posobra realizado, porque la vivienda queda en manos compartidas entre MEVIR y el usuario por más de 20 años.

La institución contribuye a la construcción de un hábitat sostenible para la población que vive y/o trabaja tanto en el medio urbano como rural, diseñando los programas de acceso a la vivienda adecuados a través de construcciones productivas e infraestructura comunitaria para ese medio. La Comisión ofrece tres tipos de programas: vivienda en terrenos de MEVIR, vivienda en terreno propio, y refacción y ampliación de vivienda, que son descritos en el capítulo de Programas del SPV (p: 26).

En cuanto a la construcción con madera, MEVIR ha incorporado nuevas tecnologías de construcción en los últimos años, y desde 2010 ha participado en diferentes experiencias estatales a nivel público en construcciones en madera, involucrándose de diferentes maneras. Sin embargo, la institución hace un balance más bien negativo del contexto de la construcción en madera en el año 2021, cuando empieza a gestionarse la agenda madera por parte del gobierno, evaluando seis temas descritos en la Tabla 1.

	Temas	Factores en Juego	Negativo	Positivo
1	Contexto	- Público: Impulso a la madera desde el MVOT. - Privado: Apoyo pero falta industrialización de madera. - FALTA industrialización de madera.	-	+
2	Situación Normativa	- Falta de normativa frente a la acción del fuego, impide realizar en el SPV construcciones en madera.	-	
3	Experiencia Previa	- Experiencias de obra aisladas sin evaluación. - Experiencias de proyecto escasa (subcontrato de proyecto en experiencias anteriores).	-	
4	Estructura Institucional	- Arquitectura más social con trabajo interdisciplinario. - Área de proyectos sin experiencia. - Formato flexible para accionar.	-	+
5	Recursos Humanos	- Personal de obra sin formación. - Falta de técnicos con conocimiento en madera. - Formato de contrato de Dirección de Obras incompatible.	-	
6	Preconcepto del Producto	- Resistencia social a la tecnología en madera. - Resistencia interna a la pos-obra de la madera (debido al sistema de tenencia de la vivienda de MEVIR).	-	

Tabla 1. Evaluación del contexto de la construcción con madera en Uruguay en el año 2021 según MEVIR

2 Exposición de motivos para la creación de MEVIR 1967.

3 www.anv.gub.uy. Link.

En este contexto, MEVIR toma los dos puntos positivos que tenían: el apoyo del sector público y privado, y un formato flexible para accionar, y observa que para dar el siguiente paso en construcción en madera debían asociarse a un agente productivo con experiencia que permitiera aumentar su conocimiento al mismo tiempo que se construye. Para esto, el sistema debía contar con un DAT y ser compatible con la incorporación de mano de obra por ayuda mutua. En otras palabras, se buscaba un sistema que contemple las características logísticas de la obra y la situación de la mano de obra actual, que tenga experiencia en viviendas de integración social, y que ofreciera la posibilidad de adaptarse al producto de la institución. Es así como encontraron en Ñandé un socio estratégico para levantar un proyecto piloto de madera, construyendo 9 viviendas de interés social en Rivera en el año 2021. El proyecto tenía como objetivo:

1. Generar acciones alineadas al Plan Quinquenal y a los compromisos asumidos por Uruguay en relación a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y la Nueva Agenda Urbana (NAU).
2. Contribuir al aprovechamiento del recurso de la madera a nivel país aportándole valor agregado.
3. Evaluar de forma integral la producción en tema costos, tiempos, técnica, organización de obra, etc, para replicar luego en la linea de producción de MEVIR para el quinquenio.
4. Evaluar la capacidad del sistema para la modalidad de construcción por ayuda mutua.
5. Capacitar al personal de obra y técnico en la construcción con madera.
6. Generar experiencia e insumos para avanzar en la madera en el sector público de vivienda.

El resultado fue completamente positivo. La obra tuvo una duración de 5 meses, comenzando en julio del 2021 con la llegada del personal, para en agosto del 2021 iniciar la obra, y en diciembre del mismo año entregar las viviendas completas. Para esto, cada familia trabajó 72 horas mensuales y se calculó un promedio de 7,2 m^3 de madera utilizados por vivienda. El análisis y las consideraciones una vez finalizado el Proyecto Piloto de Rivera se muestran en la Figura 4.

CONSIDERACIONES **PILOTO RIVERA**

1. DE OBRA
Expectativas cumplidas

No se generó traumas.
El sistema se presenta como una alternativa viable.
Generó confianza interna.
Impulsa seguir investigando otras alternativas en madera.
50% menos plazo.

2. SOCIALES
Experiencia positiva

Bajaron las horas de ayuda mutua de 96 a 72 hrs.
Participantes se apropiaron del sistema.
Revisar forma actual de trabajo, etapas y contenido.
Proceso debe comenzar antes de la obra y terminar después de ella.

3. INTERNAS
Revisar cuestiones organizativas

Necesidad de capacitación técnica.
Revisar documentos internos (contratos participantes).
Incapacidad para evaluar experiencia.
Importancia de incorporar asesor experto en madera (fijo).

4. SPV
Suma experiencias

Se detectó un desajuste entre valores establecidos en normas UNIT y productos de madera aserrada del mercado (revisión normativa).
Contactos, errores y aciertos.
Insumos para otras PP. Trabajos con MIEM.
Aspectos sustentables.
Difusión del sistema.

Figura 4. Consideraciones finalizado el Piloto Rivera. Fuente: Elaboración propia en base a MEVIR

BANCO HIPOTECARIO DEL URUGUAY [BHU]

El Banco Hipotecario del Uruguay (BHU) es una institución financiera pública especializada en el crédito bancario. Su misión es facilitar el acceso a la vivienda a través de operaciones de crédito con eficaz manejo de riesgos en condiciones operativas adecuadas a un mercado de financiamiento en competencia, preservando su patrimonio de acuerdo a las políticas de vivienda definida por el MVOT.

El BHU cuenta con varias modalidades de acceso a la vivienda. Por un lado, se encuentran los programas de ahorro, mediante los cuales se fomenta la cultura de ahorro para acceder a la vivienda, como Yo Ahorro Joven, Ahorro Joven, Yo te Ahorro y Ahorro Alquilando. Por otro lado, el Banco otorga créditos hipotecarios para la compra de vivienda a través de los programas: Préstamo Soñado, y Podés Comprar, y préstamos para la construcción de una vivienda con el programa: Podés Construir. Por último, el BHU, a modo de inmobiliaria, cuenta con una cartera de inmuebles a disposición de los interesados que cumplan con los requisitos para acceder al préstamos.

BANCO DE PREVISIÓN SOCIAL [BPS]

El Banco de Previsión Social (BPS) brinda una vivienda nueva para uso y goce de jubilados y pensionistas con residencia permanente en el país inscritos en el Programa de Soluciones Habitacionales de BPS, la que se describe en el siguiente capítulo.

Programas del SPV

Existen diversos programas habitacionales para dar acceso a la vivienda impulsados por el Ministerio. Algunos de ellos apuntan al arriendo del inmueble, y otros son programas de construcción o compra de vivienda, con diferentes modalidades. Los programas vigentes hasta el año 2020 eran los siguientes:

FONDO DE GARANTÍA DE CRÉDITOS HIPOTECARIOS – ANV [COMPRA DE VIVIENDA NUEVA O USADA]

Apunta a beneficiar a las familias que, aún con la capacidad de pagar una cuota mensual, no tienen el ahorro previo suficiente para acceder a la compra de un inmueble nuevo o usado, a través de un crédito hipotecario. Los postulantes deben contar con un ahorro previo de entre un 10-25% del valor de la vivienda, pudiendo financiar hasta un 90% del valor de la vivienda en un plazo máximo de 25 años a través de los bancos que operan con este Fondo. Además, el ingreso del núcleo familiar no puede superar las 100 UR (3.000 USD aprox.)[4], y los postulantes deben estar libres de embargos, interdicciones y gravámenes de todo tipo.

SUBSIDIO A LA CUOTA DEL CRÉDITO HIPOTECARIO – MVOT [COMPRA DE VIVIENDA NUEVA]

Ayuda al beneficiario, solo, en familia o en pareja, a acceder a una vivienda nueva con un 90% de financiación y con la ayuda del MVOT para pagar la cuota mensual. El beneficiario debe contar con un ahorro de al menos el 10% del valor de la vivienda, tener un ingreso mínimo de entre 45-55 UR (1.400-1.700 USD aprox.) y uno máximo de hasta 75-80 UR (2.300-2.500 USD aprox.), y contar con dos años de continuidad laboral, entre otros requisitos.

PROGRAMA PARA COMPRA DE UNA VIVIENDA NUEVA – MVOT

Destinado a familias que tengan al menos un menor y/o una persona con discapacidad a cargo, para que puedan acceder a una vivienda de 2, 3 o 4 dormitorios, contando con la ayuda del pago de la cuota mensual. Los beneficiarios deben tener entre 18 y 60 años, contar con un ahorro mayor o igual al 10% (Montevideo) o al 8% (resto del país) del valor total de la vivienda, además de existir un requisito de ingreso líquido por rango dependiendo de la cantidad de integrantes de la familia y de la ubicación que está entre 15-96 UR (460-3.000 USD aprox.).

PROGRAMA DE RECUPERACIÓN URBANA Y SOCIAL: LLAMADO DE VIVIENDAS – ANV [COMPRA DE VIVIENDA USADA REACONDICIONADA]

Este programa busca generar nuevas viviendas a partir de inmuebles sin terminar y vacíos. Periódicamente la ANV abre etapas de comercialización ofreciendo viviendas comerciales o sociales, usadas reacondicionadas y financiadas a largo plazo, y publicando anualmente el listado de viviendas disponibles para que los beneficiarios puedan inscribirse. Los requisitos del programa varían según la etapa de comercialización, pero a modo general los postulantes deben tener entre 18 y 75 años, no ser propietarios o prominentes compradores de ninguna solución habitacional, y contar con un ingreso y un ahorro de acuerdo a cada llamado.

4 Unidad de Reajuste (UR): unidad de medida cuyo valor es ajustado periódicamente en función del Índice Medio de Salarios, cuantificándose las variaciones en los doce meses anteriores. Valor en enero de 2022: UYU 1.373,03 equivalentes a USD 30,85 según el valor del dólar americano en la misma fecha (USD 1 = UYU 44,5).

REMATES EXTRAJUDICIALES – ANV

El remate es la última opción para resolver situaciones de morosidad, y permite que otras familias puedan acceder a la vivienda. La ANV publica mensualmente el listado de remates, al cual puede acceder cualquier interesado en la vivienda a rematar, los que se realizan sin intervención judicial por lo que la comisión del rematador es inferior a la abonada en un remate judicial. Para acceder a la financiación de un remate el beneficiario no puede tener un crédito vigente en ninguna institución del SPV.

PROGRAMA PARA LA COMPRA DE VIVIENDA PROMOVIDA – MVOT [COMPRA DE VIVIENDA NUEVA]

El programa permite al beneficiario, solo, en familia o en pareja, acceder a préstamos de hasta el 90% del valor de la vivienda y contar con ayuda para pagar la cuota mensual. El postulante debe tener entre 18 y 55 años, contar con un porcentaje de ahorro mínimo del valor de la vivienda dependiendo del llamado, y contar con continuidad laboral de al menos 2 años, entre otros requisitos.

PROGRAMA DE ALQUILER CON OPCIÓN A COMPRA – MVOT [ARRIENDO DE VIVIENDA]

Permite a las personas que no cuentan con un ahorro previo comprar una vivienda a través del pago de un alquiler que luego se tomará como el ahorro exigido. El beneficiario deberá tener entre 18 y 60 años, tener al menos un menor y/o una persona con discapacidad a cargo, y contar con un ingreso líquido por rango dependiendo de la cantidad de integrantes de la familia y de la ubicación que está entre 15-96 UR (460-3.000 USD aprox.), entre otros requisitos.

PROGRAMA PARA LA AUTOCONSTRUCCIÓN – MVOT [CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA]

Brinda la posibilidad de construir en un terreno propio a través de una ayuda del Ministerio para completar el valor de la cuota, que no supera el 25% de la misma, y de apoyo técnico para acompañar y capacitar durante la construcción. El préstamo tiene un valor máximo de 200.000 UI (24.000 USD aprox.) a pagar en máximo 15 años con un interés mínimo. El beneficiario debe tener entre 18 y 55 años, contar con un terreno propio y disponibilidad de horas para trabajar en la construcción, no puede tener vivienda propia ni haber sido parte de un subsidio del SPV, y contar con un ingreso líquido del núcleo familiar que no supere las 60 UR (1.850 USD aprox.).

PROGRAMAS DE COOPERATIVAS – MVOT [CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA]

Estos promueven, asesoran y financian a las cooperativas para que accedan a un préstamo para la construcción de viviendas. Existen dos modalidades, por un lado el sistema de Ayuda Mutua, donde el aporte es la mano de obra, y por otro, el sistema de Ahorro Previo, donde los integrantes aportan un 15% de ahorro. Para acceder al préstamo, la cooperativa debe ser asesorada por un Instituto de Asistencia Técnica (IAT), que debe estar habilitado por el MVOT. Los beneficiarios, entre 10 y 50 socios, deben contar con un ingreso líquido máximo de 60 UR (1.900 USD aprox.), ser mayores de edad, y no ser propietarios de una vivienda, entre otros requisitos.

PROGRAMA PARA COOPERATIVAS CON INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y/O DE GESTIÓN – MVOT [CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA]

Apunta a las cooperativas que construyan viviendas nuevas o realicen reciclajes, e innoven en las tecnologías tradicionales o utilicen tecnologías alternativas. Para presentar un Sistema Constructivo No Tradicional la cooperativa debe obtener el Documento de Aptitud Técnica en la DINAVI (más información sobre el proceso de aprobación del DAT en el sub capítulo: Construcción de Vivienda Social con Sistemas Constructivos No Convencionales (p: 28).

PROGRAMA DE GARANTÍA DE ALQUILER – MVOT [ARRIENDO DE VIVIENDA]

Brinda a los usuarios un Certificado de Garantía sin costo mensual para arrendar una vivienda en cualquier parte del país. Al momento de autorizarse la garantía se realiza por única vez un depósito que equivale a un 24% de la misma. El beneficiario debe tener un ingreso líquido de no más de 100 UR (3.000 USD aprox.), y no puede ser propietario de una vivienda en el mismo departamento donde se solicita la garantía, entre otros requisitos, y el monto máximo de alquiler es de 21 UR (650 USD aprox.). Existe la modalidad de Garantía de Alquiler para Jóvenes, que apunta a un usuario de entre 18 y 29 años que estudie o trabaje, y cuente con un ingreso líquido mensual de entre 30-100 UR (900-3.000 USD aprox.), y con posible aplicación grupal para un monto máximo de arriendo de 225 UR (7.000 USD aprox.); y la modalidad de Garantía de Alquiler para Uruguayos que Regresan del Exterior, cuyos requisitos dependen del Ministerio de Relaciones Exteriores.

5 Unidad de Reajuste (UR): unidad de valor que se va reajustando de acuerdo a la inflación medida por el Índice de Precios del Consumo. Esta unidad varía diariamente de modo que al cierre de mes acumula una variación con respecto al valor de la UI del mes anterior. Valor el 25 de enero de 2022: UYU 5,1596 equivalentes a USD 0,12 según el valor del dólar americano en la misma fecha (USD 1 = UYU 44,5).

PROGRAMA DE VIVIENDA EN TERRENO DE MEVIR – MEVIR [CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA RURAL]

Apunta a los beneficiarios con una situación de mayor vulnerabilidad, quienes deben tener mas de 18 años y tener a menores y/o personas con discapacidad a cargo, cuyos ingresos como núcleo familiar no superen las 60 UR (1.800 USD aprox.), además de contar con horas de trabajo semanales disponibles, entre otros requisitos.

PROGRAMA DE VIVIENDA EN TERRENO PROPIO – MEVIR [CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA]

Apunta a los beneficiarios con una situación de mayor vulnerabilidad pero que cuentan con un terreno propio localizado en áreas urbanas o rurales, para construir una vivienda nueva con el aporte en horas de la familia participante y de obreros proporcionados por MEVIR, junto a un equipo técnico integrado por un capataz, arquitecto y asistente social. En los casos de las unidades con producción, se integra un Ingeniero Agrónomo al equipo técnico. Los beneficiarios deben ser mayores de 18 años, tener ingresos como núcleo familiar no mayores a las 60 UR (1.800 USD aprox.), y no ser profesionales universitarios, entre otros requisitos.

PROGRAMAS PARA UNIDADES PRODUCTIVAS Y VIVIENDAS DISPERSAS – MEVIR [CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA E INFRAESTRUCTURA]

Está pensado en las familias que viven de la producción de su predio, posibilitando la construcción de vivienda e infraestruwhctura para la producción y la realización de mejoras prediales. El beneficiario debe ser mayor de 21 años o de 18 años con una familia a cargo, contar con un ingreso como núcleo familiar no mayor a las 60 UR (1.800 USD aprox.), tener tres años de antigüedad mínima en la residencia y explotación del predio, y tener los títulos de propiedad en regla, entre otros requisitos.

PROGRAMA DE REFACCIÓN Y AMPLIACIÓN – MEVIR [MEJORAMIENTO DE VIVIENDA EXISTENTE]

Se trata de la refacción de viviendas existentes, sean de MEVIR o particulares, que necesitan ser mejoradas, a través de reparaciones, cambios de materialidad, ampliación de dormitorios, conexión a servicios, entre otros. Pueden estar ubicadas en zonas urbanas o rurales, y los trabajos se realizan de acuerdo a criterios establecidos por MEVIR. Los beneficiarios deben ser mayores de 18 años, no tener un título profesional universitario, contar con ingresos como núcleo familiar no mayores a las 60 UR (1.800 USD aprox.), además de contar con un tiempo mínimo de residencia establecido en cada llamado, entre otros requisitos.

ENTREGA DE VIVIENDA PARA USO Y GOCE – BPS [VIVIENDA NUEVA PARA JUBILADOS]

El programa ofrece acceso al uso y goce de viviendas nuevas de un dormitorio construidas por el MVOT a jubilados. El beneficiario debe percibir una jubilación o pensión del BPS de hasta 12 UR (USD 370 aprox.), residir permanentemente en Uruguay, y no ser propietario, copropietario o prominente titular de algún otro programa de vivienda. El BPS es quien realiza la inscripción, selección y adjudicación de las viviendas.

Además de los programas de construcción, arriendo y mejoramiento de viviendas descritos, existen programas de préstamos y créditos que ofrecen la ANV, el MVOT, y el BHU de manera independiente para la refacción, mejora, terminación y ampliación de viviendas. Cada uno de ellos tiene diferentes procesos y requisitos de aplicación. Por último, la ANV ofrece un Programa de Mantenimiento de Bienes Comunes que apunta a recuperar la habitabilidad de los conjuntos habitacionales de su cartera social.

Construcción de Vivienda Social con Sistemas Constructivos No Tradicionales

Según la memoria general del Ministerio de Transporte, los sistemas que no son de mampostería u hormigón son considerados Sistemas Constructivos No Tradicionales (SCNT), que son validados por diferentes procesos en el MVOT para garantizar su calidad constructiva, social y ambiental. Para poder construir viviendas sociales con un SCNT o cualquier construcción que utilice fondos del SPV, el sistema debe pasar por estos procesos de validación, que aseguran estándares de desempeño que incluyen temas de: seguridad estructural, seguridad a fuego, desempeño higrotérmico, desempeño acústico, estanquidad al agua y aire, condiciones ambientales, durabilidad y costos.

SISTEMAS CONSTRUCTIVOS NO TRADICIONALES EN MADERA

Para los casos de SCNT con madera, además de los estándares de desempeño mencionados, deben cumplir con ciertas especificaciones para madera estructural, que establecen pautas prescriptivas de

las condiciones mínimas y criterios de aceptación del material, para garantizar una calidad estructural uniforme y adecuada en los productos de madera a ser utilizados. En otras palabras, lo que exige este documento es que la madera de calidad estructural sea certificada, lo que se puede comprobar a través de los diversos sellos que existen a nivel mundial. En Uruguay sin embargo, no existen empresas que produzcan madera certificada estructuralmente, por lo que para incentivar el uso de madera nacional, el ministerio estableció un sistema de validación, que sin ser una certificación, garantiza la calidad a través del cumplimiento de las normas UNIT (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas). Para su comprobación, el MVOT diferencia los requisitos por tipo de madera. Para la madera aserrada, el ministerio exige una Declaración Jurada del productor, un formulario que establece aspectos de calidad estructural cumpliendo las normas de clasificación visual acompañado de informes de ensayos de laboratorios y del marcado en cada pieza. Para la madera laminada encolada, el ministerio exige una Declaración Jurada del productor, un formulario que da cumplimiento a las normativas de madera laminada encolada acompañado de un informe de control de fabricación y de un informe de ensayos, además del marcado en cada pieza.

Cumpliendo con los estándares de desempeño impuestos por el MVOT y con las especificaciones para la madera estructural cuando corresponda, existen dos posibles procesos de validación que son descritos a continuación.

DOCUMENTO DE APTITUD TÉCNICA [DAT]

El DAT está instaurado como proceso de validación hace años, y se le otorga a un titular para su SCNT que cumpla con los requisitos mencionados anteriormente. Estos se demuestran con documentos que son evaluados por un instituto externo al ministerio, que actualmente es la Facultad de Arquitectura, y que emite un Informe Técnico Evaluación (ITE), con el que el sistema entra a una Comisión Técnica de Evaluación (CTE) en el MVOT que estudia el cumplimiento de todos los factores y genera la aprobación, otorgándole el DAT. El DAT es un documento público al cual se puede acceder a través de la página web del ministerio, y su uso por un tercero está sujeto a un permisario, un contrato privado entre el titular del DAT y la empresa que lo montará en obra.

CERTIFICADO DE INSCRIPCIÓN A REGISTRO [CIR]

Es un proceso de validación nuevo, creado el año 2020, que también impone los requisitos ya mencionados a los SCNT, pero aplica una definición más específica de estos que la descrita por el Ministerio de Transporte. La diferencia con el proceso descrito anteriormente radica en la manera de comprobar el cumplimiento de estas especificaciones, para lo que la propia empresa dueña del sistema realiza una evaluación interna y adquiere la responsabilidad técnica a través de una Declaración Jurada. Una vez presentada la documentación, se inscribe en un registro en el ministerio y se obtiene el CIR, documento que es público y accesible desde la página web del ministerio, y su uso también está sujeto a la aprobación y fiscalización de la empresa responsable.

Figura 5. Proyecto vivienda social Barrio T15, Tacuarembó. Fuente: Propia

Proyectos Detonantes

HOSTEL WANDERLUST, JOSÉ IGNACIO

El proyecto de hotelería construido completamente en madera (CLT y glulam) en tan sólo seis meses en 2018, fue desarrollado por Enkel Group, y es considerado el primero en su tipo en sudamércia (ver Figura 7). Cuenta con seis edificios, tres de ellos de tres niveles para habiataciones, uno de dos niveles para la administración, y dos de una planta para espacios comunes y habitaciones tipo bungalows, en una superficie de 1805 m2 utilizando 504 m3 de madera. Los desarrolladores aseguran que existió un ahorro de entre un 20 y un 30% por debajo de la construcción tradicional, aun cuando los paneles macizos de madera fueron importados desde Italia y Brasil.

POSADA ANASTASIO, MANANTIALES

Es un complejo de estancia y posada marítima que encargó su ampliación a Enkel Group, quien la construyó con un sistema de CLT en el año 2019. Esta consta de más de 1200 m2 construidos en tan sólo 4 meses después de terminadas las fundaciones, y consta de tres villas de dos niveles cada una, con 8 habitaciones por piso, y un edificio con espacios comunes.

MUSEO DE ARTE CONTEMPORÁNEO ATCHUGARRY (MACA)

Con más de 5.000 m2 de espacio expositivo, cuatro salas de exposiciones y una sala de cine, entre otros servicios, el Museo de Arte Contemporáneo Atchugarry se alza como un ícono de la construcción en madera a nivel nacional. Cuenta con dos edificios contiguos, cuya estructura pincipal está conformada por 19 pórticos biarticulados, compuestos por pilares inclinados y vigas de sección y curvatura variable, conformando una estructura completamente irregular y orgánica, como muestra la Figura 8. La estructura es en su totalidad de madera laminada encolada de Eucalyptus Red Grandis uruguayo suministrada por Urufor como piezas de madera aserrada, e industrializada en Francia por Simonin, donde se fabricaron las vigas, pilares y correas mediante el encolado y prensado de las láminas. Es destacable, que las plantillas para su fabricación eran individuales, porque ningún elemento comparte la misma geometría en toda la estructura. Debido a las limitantes de longitud impuestas por el transporte, las vigas se fabricaron en tes tramos, que se unieron mediante juntas de montaje en obra.

PROYECTO BARRIO PROGRESO, RIVERA:

En enero del 2022 se inauguraron en Rivera 9 casas con dos o tres habitaciones cada una, construidas con un sistema de paneles de entramado de madera desarrollado por la empresa Ñandé (ver Figura 10). Las casas se levantaron en 5 meses con un proceso de ayuda mutua, donde los futuros beneficiarios fueron parte aportando aproximadamente 72 horas por familia para la autoconstrucción, con la ayuda de operarios de MEVIR y de la empresa Ñandé, quienes prefabricaron los paneles de madera en su taller. Se calculó aproximadamente la utilización de 7,2 m3 de madera en cada vivienda, y el valor del m2 de estas viviendas fue de un 43% menor que el de construcción tradicional de vivienda social de acuerdo con el índice de APPCU. El proyecto fue realizado por MEVIR junto a la Intendencia de Rivera, el MVOT, MA, MIEM, ANV y la colaboración de empresas como Urufor, Lumin, Laviere y Ñandé.

PROYECTO BARRIO MANDUBÍ, RIVERA:

Entre los años 2012 y 2013 se inauguraron cuarenta y cinco viviendas de madera en el marco del Plan de Realojo de Cañada Mandubí, para familias que vivían en condiciones críticas debido a inundaciones (ver Figura 6). Parte de la madera utilizada para las soluciones fue donada por las empresas Urufor y Weyerhaeuser (actual Lumin), y las primeras cuatro fueron construidas en colaboración con la escuela de arte y oficios EMOICQ de Canadá, cuyos profesores y estudiantes capacitaron a estudiantes de la ciudad de Rivera, a constructores y a las familias beneficiarias para la construcción con el sistema tradicional de madera de dicho país. El proyecto se realizó a través del programa de Lotes con Servicios por Autoconstrucción con Asistencia Técnica Especializada, y fue llevado a cabo por la Intendencia de Rivera quien aportó con el terreno y la mano de obra, en conjunto con el MVOTMA quien aportó con la compra de material y el proyecto, la capacitación de personal, y la contratación de equipo técnico y mano de obra especializada, y la participación de UTU y CECAP en términos constructivos.

PROYECTO T15:

El MVOT impulsó la construcción de 23 casas pareadas en el barrio T15 en Tacuarembó, cada una con dos dormitorios, baño, y cocina. Las viviendas, inauguradas el 2018, están construidas casi en su totalidad con una estructura de madera local, con excepción de los muros medianeros en hormigón, utilizando una técnica de construcción finlandesa de bajo costo y fácil manipulación.

Figura 6. Proyecto de vivienda social Mandubí, Rivera. Fuente: Propia

Figura 7. Hostel Wanderlust, José Ignacio, Punta del Este. Fuente: Propia

Figura 8. Museo de Arte Contemporáneo Atchugarry, Manantiales, Punta del Este. Fuente: Propia

GOBERNANZA Y ESPACIOS COLABORATIVOS

Mesas de Trabajo Colaborativo

Existen en el Uruguay una serie de organizaciones y asociaciones que reúnen a empresas e instituciones con problemáticas y objetivos similares relacionados al sector forestal. Las más importantes se describen a continuación.

COMISION HONORARIA MADERA

Como se describe en el capítulo Políticas Públicas y Programas (p: 23), la ley de Presupuesto Nacional 2020-2024 incluyó la creación de la Comisión Honoraria de la Madera (CHM), integrada por representantes del MGAP, MIEM, MVOT, MA, Congreso de Intendentes, LATU, UdelaR y Universidades Privadas. En concordancia con los lineamientos del gobierno, su objetivo es elaborar, coordinar y monitorear un plan para fomentar el uso de la madera de origen nacional en la construcción de viviendas y edificios, su uso en carpintería de obra y mueblería, además de promover la madera de bosques manejados que garanticen el cumplimiento de las normas nacionales de calidad. La CHM comenzó a sesionar en Diciembre del 2020, presidida por la Dirección General Forestal (DGF) del MGAP.

SOCIEDAD DE PRODUCTORES FORESTALES [SPF]

La Sociedad de Productores Forestales (SPF) se creó en 1959, y es integrada por diferentes actores que conforman la cadena productiva del sector, como productores rurales independientes, empresas forestales, empresas que administran fondos de inversión y pensión, viveristas, técnicos, empresas de servicios e industrias forestales, entre otros. Aproximadamente el 90% de los bosques plantados con finalidad industrial de todo el país pertenecen a socios de la SPF. El objetivo de la sociedad es fomentar el desarrollo sostenible del sector desde lo económico, social y ambiental, y promover el desarrollo de plantaciones, y la conservación y manejo de bosques naturales en el país, contribuyendo en la mejora de la inserción comercial y el posicionamiento de la industria forestal uruguaya en el mundo (www.spf.com.uy).

RED DE DESARROLLO MADERERO [REDEMA]

La Red de Desarrollo Maderero (REDEMA) se creó en Rivera hace unos años, y hoy también incluye a Tacuarembó y Cerro Largo. Es una red donde trabajan varias instituciones para generar una hoja de ruta sectorial, y desde el 2020 se reúnen

semanalmente para conversar temas de interés para la producción y procesamiento de la madera en el norte del país. REDEMA está a cargo del proyecto de Fortalecimiento de la Industria de la Madera de la Región Norte, con Énfasis en la Competitividad de las MIPYMES, el que pertenece al Fondo de Desarrollo Territorial del Congreso de Intendentes con la Unión Europea, y que cuenta con el apoyo de la Agencia Nacional de Desarrollo (ANDE). Los objetivos específicos son impulsar la articulación entre los diferentes actores públicos, la academia y el sector privado que trabajan en el sector, realizar un relevamiento de las MiPYMEs de aserradero en Tacuarembó para identificar oportunidades de mejora, y diseñar una hora de ruta para el desarrollo del sector. El trabajo de relevamiento fue presentado en 2021, por lo que el siguiente paso en el proyecto es desplegar acciones en forma conjunta con las instituciones de REDEMA, para diseñar una hoja de ruta sectorial regional.

ASOCIACIÓN DE EMPRESARIOS DE LA MADERA Y ADINES [ADEMA]

La Asociación de Empresarios de la Madera y Afines (ADEMA) surge en 2019 como una asociación civil sin fines de lucro que representa a todos sus asociados en la defensa de los intereses de MIPYMES tanto del aserrío como de carpinterías. ADEMA se crea por una cantidad de desafíos comunes entre sus miembros, entre los que encontramos: la necesidad de acceso a la tecnología, porque trabajan con maquinaria obsoleta; la gestión de residuos en general y en particular apuntando a una economía circular; y actualmente se suma la falta de materia prima, problema que se proyectaba para dentro de 10 o 15 años, pero que se adelantó producto a un cambio de especies en las plantaciones.

ASOCIACIÓN DE INDUSTRIALES DE LA MADERA Y AFINES DEL URUGUAY [ADIMAU]

A comienzos de la década del 1940, empieza a reunirse un grupo de fabricantes de muebles para enfrentar en conjunto la escasez de materia prima. Este intercambio entre industriales, que se fue revitalizado en forma periódica, originó la creación de una asociación formalizada con un fuerte carácter institucional. De esta forma se sentaron las bases para la creación de una Institución gremial que agrupara a los fabricantes de muebles, y que busca *"lograr un desarrollo sustentable y sostenible de la industria de la madera y el mueble, que permitan elevar su participación en la economía nacional con una mejora en la rentabilidad de los empresarios"*[6]. La asociación cuenta con dos áreas de apoyo: la mejora en las condiciones laborales de sus empleados y familias, y el respeto por la sociedad y el medioambiente.

Comités Técnicos Constituidos

COMITÉ ESPECIALIZADO DE MADERA DE USO ESTRUCTURAL - UNIT

Existe en Uruguay desde 1939 el Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (UNIT), una institución privada sin fines de lucro cuya actividad gira en torno a la promoción y al mejoramiento de la calidad, y que tiene como fin último, el beneficio de la comunidad. Sus áreas de acción son: la normalización técnica e información especializada que, a través de comités técnicos trabaja en la elaboración de normas en las más diversas áreas (más de 2.500 hasta la actualidad); la capacitación de calidad en forma sistemática, impartiendo más de 400 cursos anuales; la certificación de productos, de acuerdo con el Sistema Nº5 de la ISO; y la certificación de sistemas , de distintos tipos de gestión.

Dentro de UNIT, existe el Comité Especializado de Madera de Uso Estructural, que trabaja desde el 2018 en el desarrollo y actualización de Normas UNIT relacionadas con las estructuras y construcciones de madera. Estas normas abarcan temas tales como: clasificación visual estructural, propiedades mecánicas para madera aserrada de pinos y eucaliptos cultivados en Uruguay, madera laminada encolada y cálculo de estructuras en madera. Hasta el año 2020 elaboraron las siguientes normativas:

- UNIT 1261:2018 Madera aserrada de uso estructural - Clasificación visual - Madera de pino taeda y pino ellioti (Pinus taeda y Pinus elliottii).
- UNIT 1262:2018 Madera aserrada de uso estructural - Clasificación visual - Madera de eucalipto (Eucalyptus grandis).
- UNIT 1263:2018 Madera aserrada de uso estructural - Método para la determinación de las dimensiones y tolerancias.
- UNIT 1264:2019 Estructuras de madera - Madera laminada encolada - Requisitos de fabricación.
- UNIT 1265:2020 Estructuras de madera – Madera laminada encolada – Requisitos.
- UNIT-ISO 3129:2019: Madera – Métodos de muestreo y requisitos generales de pequeñas probetas de madera, libres de defectos para ensayos físicos y mecánicos.

6 Visión ADIMAU. Link.

Figura 9. Aserradero Maderas Morgavi en Rivera, socio ADEMA. Fuente: Maderas Morgavi

- UNIT-ISO 13061-1:2014: Propiedades físicas y mecánicas de la madera – Métodos de ensayo para pequeñas probetas de madera, libres de defectos – Parte 1: Determinación del contenido de humedad para ensayos físicos y mecánicos.

En el programa de normalización del 2021 del Comité, estaba previsto finalizar la elaboración de los anexos nacionales al Eurocódigo 5. Para ello, durante el 2020 se trabajó en el Anexo Nacional a la norma UNE-EN 1995-1-1:2016 (Eurocódigo 5. Proyecto de estructuras de madera. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación.) y en consecuencia quedó casi terminado el proyecto PU UNIT 1295. Durante el 2021, se preveía elaborar el Anexo Nacional a la norma UNE-EN 1995-1-2:2016 (Eurocódigo 5: Proyecto de estructuras de madera. Parte 1-2: Reglas generales. Proyecto de estructuras sometidas al fuego) para luego comenzar la elaboración de normas referidas a madera contralaminada (CLT), pero por diversas razones, el Comité pausó sus actividades durante el 2021, y el proyecto quedó inconcluso.

COOPERACIÓN TÉCNICA FONPLATA - IICA

En el año 2022 el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) impulsó, con el financiamiento de FONPLATA - Banco de Desarrollo (Fondo Financiero para el Desarrollo de los Países de la Cuenca del Plata), el proyecto Documentos Base para la Estandarización de Edificaciones y Construcciones en Madera, para contribuir en la promoción del uso de maderas nacionales en la construcción de viviendas. Este se desarrolla en dos lineas de acción: por un lado, el relevamiento de la situación normativa para las edificaciones en madera, y de la cadena de suministros de la industria de la construcción con madera, y por otro, la redacción de documentos técnicos que permitan el desarrollo de la construcción con madera en forma masiva. Para la ejecución del proyecto se trabajará con diferentes instituciones como: MVOT, LATU, Latitud, Facultad de Arquitectura de la Universidad ORT, CENUR Noreste de UdelaR y la DGF del MGAP, asi como también con la Facultad Regional Concepción del Uruguay de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) de Argentina. La inversión del proyecto casi alcanza los 120.000 USD y se organiza en base a tres componentes:

1. Redacción de una Guía Técnica para la construcción con maderas nacionales: que establezca los requisitos de construcción y especificaciones técnicas que regulen la construcción de edificaciones en madera, buscando una mayor estandarización del proceso actual. Se enfocará en estructuras de entramado ligero, para viviendas unifamiliares, apareadas y/o desarrolladas en "tira" de uno o dos niveles. Este componente tiene un plazo de desarrollo de 12 meses, y debe incluir el diseño y realización de jornadas de difusión de la misma guía.
2. Establecimiento de una línea de base de la construcción con madera: generando documentos para establecer un punto de partida que permita evaluar a futuro el impacto de políticas de fomento de la construcción en madera a nivel nacional. Se busca sistematizar la información de cuantificación y caracterización del uso de la madera en la construcción, estudiar las normativas y regulaciones de cada departamento, y por último, analizar las limitantes y posibles actualizaciones de normativa de fuego a nivel nacional. Este componente tiene un plazo de 4 meses e incluye la realización de dos jornadas de presentación de resultados.
3. Información sobre los actores de la cadena de la industria de la construcción con madera: incluyendo empresas constructoras en madera, productores y proveedores de materiales de construcción en madera y derivados. Además, se realizará una encuesta de percepción a profesionales sobre el uso de la madera con fines estructurales. Este componente tiene un plazo de realización de 2 meses e incluye además dos jornadas de presentación de resultados.

PROYECTO TAIEX UE

El instrumento de Asistencia Técnica e Intercambio de Información de la Unión Europea (TAIEX UE) impulsó un proyecto para el desarrollo de un programa de intercambio de conocimiento y experiencias. El proyecto incluye la definición de protocolos de evaluación técnica para vivienda de interés social del SPV, para lo que se consideró visitas de diagnóstico, un workshop inicial para la redacción de documentos y de pautas de evaluación, y un workshop final de difusión de los documentos y resultados de las actividades. Por otro lado, el proyecto considera la adaptación y adopción de manuales técnicos europeos sobre acondicionamiento acústico y protección contra el fuego.

Figura 10. Proyecto vivienda social Barrio Progreso, Rivera. Fuente: Propia

Convenios Interministeriales

Actualmente existen en Uruguay diversos convenios interministeriales que apuntan a problemáticas o temáticas diversas y que se organizan a partir de las diferentes oficinas dentro de los ministerios involucrados. En términos de construcción sustentables se destacan los siguientes:

CONVENIOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Este convenio fue firmado en marzo del 2021 entre el MVOT, la Intendencia Departamental de Montevideo, el Fideicomiso Uruguayo de Ahorro y Eficiencia Energética (FUDAEE) del MIEM y AICIA Grupo Termotecnia de la Universidad de Sevilla, con el objetivo de diseñar una propuesta para llevar a cabo la implementación de certificación de eficiencia energética en las viviendas dentro del marco de las políticas públicas. El convenio contempla dos actividades, por un lado la elección del modelo de cálculo de los procedimientos de cálculo de demanda, utilizando EnergyPlus con los archivos de datos adaptados; y por otro, la definición de los parámetros de certificación, seleccionando edificios representativos para la obtención de la escala, las características de los elementos constructivos, las características de los sistemas de acondicionamiento, además de la realización de los cálculos de demandas y consumos, entre otros.

Por otro lado, en agosto del mismo año se firmó un convenio entre el MIEM, el MVOT, el MA, la Intendencia de Rivera y MEVIR, en el marco del proyecto de las 9 casas construidas en Madera en el barrio Progreso de Rivera, con el cual se apunta al uso eficiente de la energía (Figura 10). El MIEM, a través del FUDAEE, aportará fondos para la adquisición e instalación de equipos calefactores de alto rendimiento para las viviendas, asi como apoyo para la evaluación del desempeño termoenergético de las mismas.

CONVENIOS DEPARTAMENTALES

Además, debido a la organización política-territorial nacional, existen convenios entre el MVOT, diferentes intendencias departamentales y otras instituciones interesadas que articulan la acción público - privada, a través del trabajo conjunto entre el Gobierno Nacional y los Gobiernos Departamentales. En la actualidad, prácticamente todas las intendencias integran estos convenios, los que surgen de manera puntual para resolver determinada situaciones específicas. Por esto, su duración es acotada, y son diseñados y desarrollados a medida, considerando las particularidades de las realidades existentes a nivel local y las capacidades institucionales de los diferentes departamentos.

Convenios Internacionales

COOPERACIÓN TÉCNICA CON JAPÓN

Actualmente está en desarrollo una Cooperación Técnica con Japón a través de las gestiones del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) que ofrece una inversión de 750.000 USD para brindar apoyo al MVOT y otros actores relevantes, en el desarrollo de la construcción en madera a nivel nacional. Este enfatiza en la evaluación de la normativa y el marco regulatorio existente identificando los obstáculos y brechas existentes; políticas públicas de incentivo de la construcción sustentable; investigación y desarrollo en temas relevantes para el desarrollo de la cadena de valor y el posicionamiento de los productos de madera en el mercado nacional e internacional; transferencia tecnológica entre el sector público y el sector privado; posicionamiento del mercado nacional a nivel regional y mundial; ente otros.

CONVENIO CON FINLANDIA

Existe un memorando de entendimiento sobre cooperación en bioeconomía y economía circular firmado en el 2017 entre el MIEM, el MGAP, el MVOTMA y el Ministerio de Agricultura y Recursos Forestales de la República de Finlandia. Las áreas de cooperación incluyen la promoción de la eficiencia y sustentabilidad en la utilización de recursos naturales; el intercambio de experiencias en bioeconomía, economía circular y energía a partir de desechos; el intercambio de experiencias y conocimiento en transformación química de la madera de productos de segunda y tercera transformación; el estudio e intercambio de experiencias sobre el modelo finlandés para el desarrollo de la construcción sustentable, incluyendo la construcción en madera; el estudio de la producción de la biomasa forestal para energía, tecnologías de producción y equipamiento; entre otras. La cooperación entre los participantes incluye seminarios, talleres, cursos, eventos de búsqueda de socios comerciales, estudios e investigación, intercambio de publicaciones, informes y todo tipo de información, implementación de proyectos piloto, entre otros. El Memorando tiene una duración de cinco años desde la fecha de su firma, por lo que estuvo vigente hasta febrero del 2022, aún cuando las conversaciones entre ambas naciones siguen en desarrollo.

Figura 11. Bosque uruguayo. Fuente: Sociedad de Productores Forestales

NORMATIVAS Y REGULACIONES

El ordenamiento territorial de Uruguay se organiza en base a 19 departamentos y 125 municipios. En términos normativos, las competencias del Gobierno Nacional y de los Gobiernos Departamentales varían de acuerdo con el tema a tratar. A grandes rasgos, el Gobierno Nacional se encarga de la estructura legal de la propiedad en edificios de vivienda múltiples, de la promoción de viviendas sociales y del código de incendios. Por otro lado, los Gobiernos Departamentales se encargan de verificar el cumplimento de los códigos de construcción y edificación, y de la aprobación y emisión de licencias de construcción.

Normas Técnicas Estructurales [UNIT]

Las normas técnicas en Uruguay no son de cumplimiento obligatorio, son opcionales por parte de los profesionales intervinientes o por acuerdo de partes en obligaciones contractuales. Las estructuras de los edificios son responsabilidad personal del técnico firmante, y cada uno toma la teoría de cálculo que estima conveniente. En cuanto a la materialidad, no existe en Uruguay una norma de cálculo en madera local. Es intención de los grupos de investigación sobre madera que se tome como referencia para Uruguay el Eurocódigo 5 (y, por ende, el método de los estados límites). Se encuentra en discusión en el Comité de Madera estructural de UNIT (descrita en el capítulo: Comités Técnicos Constituidos (p: 25) un anexo nacional de dicho código europeo para que resulte operativa su aplicación local. El comité interrumpió su funcionamiento durante 2021 sin haber terminado de redactar dicho anexo y sin una fecha prevista para retomar sus actividades.

Normas de Resistencia al Fuego

La regulación contra incendios de Uruguay opera en dos niveles legales distintos, el nacional y el departamental.

NIVEL NACIONAL

De acuerdo con la Ley nacional N° 15.896: *"Ninguna construcción, salvo las destinadas a vivienda de un núcleo familiar, podrá ser habilitada para su uso sin la previa autorización de la Dirección Nacional de Bomberos, de acuerdo con la reglamentación"*. El Decreto 150/016 de la Dirección Nacional de Bomberos (DNB)

LN

LEYES NACIONALES

LL

LEYES LOCALES

reglamenta las medidas de seguridad contra incendio en edificaciones y áreas de riesgo mediante los denominados Instructivos Técnicos (IT). Estos instructivos son elaborados por los Comités Técnicos Consultivos que están conformados por un representante de cada uno de los gremios técnicos involucrados y, opcionalmente, por representantes de organismos públicos o de organizaciones no gubernamentales cuya actividad tenga relación con la temática.

En la práctica, los Instructivos Técnicos de la DNB de Uruguay relativos a la normativa en caso de incendio, están basados en los Instructivos Técnicos del *Corpo de Bombeiros da Polícia Militar de Sao Paulo*, Brasil, y la mayoría de los IT de la DNB son traducciones literales de los originales de Brasil. Cabe señalar, que la DNB incorporó solamente 20 de los 44 instructivos de Brasil, dejando un vacío normativo en temas fundamentales relacionados con la resistencia de los elementos estructurales y la compartimentación de las edificaciones. Esto quiere decir, por ejemplo, que no hay instructivos que definan los tiempos de resistencia al fuego ni reacción al fuego exigibles para ningún tipo de edificación.

Es importante agregar, que el MVOT impone como requisito para construir con un SCNT la comprobación de estándares de desempeño frente al fuego, que incluyen temas de tiempos de resistencia, propagación de humo y propagación de llama a través de una serie de ensayos.

Asimismo, cabe señalar, que en Uruguay no existe un laboratorio de ensayos a fuego, por lo que instaurar la obligatoriedad de ensayos a fuego de las soluciones constructivas implicaría altos costos para los desarrolladores, que tendrían que enviar a realizar los ensayos al exterior.

En la actualidad no existe un IT de la DNB específico sobre construcciones en madera. Para estos casos, la normativa local establece que puede usarse una normativa extranjera, en el siguiente orden de prioridad:

- Instructivos técnicos de la DNB.
- Instructivos técnicos y normas del Cuerpo de Bomberos de la Policía Federal del Estado de San Pablo, Brasil.
- Normas técnicas de la *National Fire Protection Association* (NFPA) de Estados Unidos.
- Normas técnicas de FM Global.
- Normas técnicas de la Unión Europea (EN).

Por esto, en rigor, podría habilitarse una construcción con madera si se demuestra que se cumplen con los requerimientos de alguna norma extranjera. El procedimiento de validación es la entrega de una declaración jurada por parte del técnico que realiza el proyecto.

Es intención de varios actores del sector de la construcción con madera que se realice una normativa local para la protección contra incendios en madera. Los principales argumentos expuestos son que facilitaría el desarrollo de este tipo de construcciones y permitiría que los proyectos puedan ser realizados por técnicos con formación más estándar y no por especialistas en normativa extranjera. La DNB recibió el pedido durante una reunión realizada con las partes interesadas y se encuentra en proceso de análisis, pero se destacó que es posible hoy en día habilitar una construcción en madera por el método antes expuesto.

NIVEL DEPARTAMENTAL

Las funciones de la policía urbanística son ejercidas por los Gobiernos Departamentales, mediante un conjunto de normas referentes a la edificación que son aprobadas por cada una de las respectivas Juntas Departamentales. Consecuencia de ello, en Uruguay existen 19 ordenanzas de edificación distintas, cada una aplicable en su ámbito geográfico. Las mismas incluyen el acto administrativo de habilitar una construcción.

En algunos departamentos parte de los requisitos para la habilitación consiste en la verificación de determinada materialidad de las construcciones, como forma de cumplir, de manera indirecta e imprecisa, un cierto comportamiento de la edificación frente a la acción del fuego. Por ejemplo, algunos departamentos definen limitantes de los componentes estructurales por su reacción al fuego, es decir, si se tratan de materiales combustibles o no combustibles, y otros directamente establecen que se debe construir con ciertos materiales, como mampostería, hormigón, acero y otras técnicas tradicionales.

Cabe señalar que, la autorización por parte de bomberos es un requisito para la habilitación municipal, pero las administraciones locales hacen cumplir además sus propias condiciones para la misma. Tal como lo manifiesta Cervetto et al (2021) en el Manual de Apoyo para el Diseño, Puesta en Uso y Mantenimiento de Edificios Seguros[7]: *"En nuestro medio no existe integración entre Códigos de Edificación y Seguridad contra Incendios. Tampoco*

7 Cervetto, M., Angerosa, M., Apa, F., & Rocha, O. (2021) Manual de apoyo para el diseño, puesta en uso y mantenimiento de edificios seguros. Montevideo: Universidad de la República. Comisión Sectorial de Enseñanza.

Figura 12. Aserradero Maderas Morgavi. Fuente: Maderas Morgavi

hay un código de alcance nacional. La realidad es que cada administración municipal define los aspectos edilicios en cuanto a los ítems antes citados con total independencia y en forma autónoma. Es así que pudiera darse el caso de contradicciones entre lo solicitado por los Códigos de Edificación locales (en el caso de Montevideo, conocido como Digesto Municipal) y los requisitos reglamentarios en materia de seguridad contra incendios para una determinada edificación". Dado que ambos niveles legales aplican al mismo hecho físico de la edificación, la contradicción se ha resuelto de la siguiente manera. Según el Decreto N°184/018 es competencia de la Dirección Nacional de Bomberos otorgar *"…la autorización requerida para el uso de todo tipo de construcciones, excepto las destinadas a vivienda de un núcleo familiar"* [8]. Mientras que, habilitar en el ámbito de las intendencias de todo el país es la instancia de otorgar el aval a obras residenciales o controlar el funcionamiento de los locales en los que se desarrollen usos no residenciales.

De esta manera para habilitar una edificación (gobierno departamental) es necesaria la autorización de la Dirección Nacional de Bomberos, pero el gobierno departamental será quién establezca requisitos adicionales locales. Es así que, una edificación puede estar autorizada por bomberos, pero puede no ser habilitada por el gobierno local, como sucede en el caso de las edificaciones en madera, por no cumplir con una estructura incombustible.

Normas de Eficiencia Energética

Por el momento, Montevideo es el único departamento que presenta un programa de eficiencia energética en edificaciones, que se enmarca dentro del Plan Estratégico de Energía de Montevideo (PEDEM). Este incluye la actualización de la normativa departamental de construcción incorporando criterios de eficiencia energética, y un formulario de transmitancia térmica de los muros y techos que componen la envolvente de la edificación que debe ser presentado como parte de los recaudos del Permiso de Construcción. Este se puede revisar en el sitio web del gobierno[8].

Comportamiento Higrotérmico

Son muy pocos los departamentos que incluyen en sus códigos locales parámetros verificables de aislación térmica (alrededor de 4 de los 19 departamentos). Cuando este requerimiento existe, se establece un valor único de transmitancia térmica para la envolvente para todos los casos, que es U = 0,85 W/m^{2}K. El resto de las normativas vigentes relacionadas con la calidad de las edificaciones en Uruguay están desactualizadas respecto a este punto. En su mayoría responden a modelos prescriptivos referidos a las denominadas tecnologías tradicionales, esto es, tecnologías basadas en la mampostería, el acero y el hormigón. Estas reglamentaciones limitan el empleo de otras tecnologías de construcción por

8 www.montevideo.gub.uy Link.

9 Decreto N° 184/018. Capítulo I: Disposiciones Generales. Art. 1.

el simple hecho de su inexistencia en el momento de redacción de las normas. Un ejemplo relevante de esta clase de normativa prescriptiva refiere a los espesores mínimos de los cerramientos que separan distintas unidades residenciales dentro de un mismo edificio, los que deben ser de 20 cm. En esta prescripción subyace que los componentes principales de una construcción son losas de hormigón armado o bovedillas y paredes de mampostería.

Otros parámetros que podrían ser evaluados, como el riesgo de condensaciones o tasas de ventilación no están reglamentados en ninguna norma departamental.

En cuanto al desempeño acústico sucede algo similar. En términos generales las normativas utilizan redacciones que determinan el tipo de materialidad y espesor de los componentes para asegurar un estándar acústico, como la Normativa Departamental de Montevideo que plantea: *"Los muros divisorios serán de 20 cm de espesor mínimo realizados con mampuestos cerámicos macizos o con cerámicos que tengan hasta un 20% de huecos"*. Existen también normativas que admiten otros materiales siempre que sean incombustibles y cumplan con niveles similares de aislación acústica, sin definir cuáles son esos niveles. Por último, algunos pocos departamentos fijan un nivel de aislación de 45db.

Calidad de Materiales

El Comité de Madera Estructural de UNIT ha aprobado una serie de normas relacionadas a la calidad de materiales de madera desde el comienzo de su funcionamiento en el año 2018, descrits en el capítulo: Comités Técnicos Constituidos (p: 25). Además, de encontrarse en discusión la norma PU UNIT 1295:202X Estructuras de madera. Condiciones de aplicación de la norma UNE-EN 1995-1-1 (Eurocódigo 5). El MVOT pide el cuplimiento de las normas UNIT para el documento de Especificaciones para Madera Estructural.

Como se mencionó anteriormente, estas normas no son de obligado cumplimiento. En el mercado local es muy difícil encontrar madera aserrada certificada y no existen proveedores locales que fabriquen vigas laminadas que cumplan las normas mencionadas.

Normas de Propiedad Horizontal

ORDENANZA DE PROPIEDAD COMÚN

Las ordenanzas de edificación vigentes en Uruguay fueron aprobadas por los distintos legislativos departamentales en un espacio temporal amplio. Por ello, es posible encontrar departamentos con regímenes sin modificaciones desde hace varias décadas y otros con reglamentaciones de reciente aprobación. En los regímenes más antiguos la filosofía de la normativa para edificios multifamiliares sólo considera la "construcción tradicional", es decir, estructuras y cerramientos realizados en materiales como el hormigón armado, la mampostería y soluciones híbridas con estructura de perfilería normalizada de acero. Incluso algunos mencionan que se deba construir con estos materiales de forma explícita. La construcción con madera no es mencionada, probablemente por su escasa participación en el volumen construido en los años de su aprobación.

Otros regímenes más modernos incorporan los llamados Sistemas Constructivos No Tradicionales (SCNT), sistemas por lo general livianos, prefabricados y de montaje en seco, como el *steel framing*, paneles compuestos de poliestireno expandido y chapa de acero o chapa de madera (SIP), entre otros. La vía administrativa elegida por los Departamentos que admiten los SCNT es la exigencia de una mayor cantidad de recaudos y especificaciones técnicas, que incluyen por ejemplo, informes sobre ensayos de laboratorio para aprobar los Permisos de Construcción correspondientes. La aprobación se realiza caso a caso, por lo que resulta una solución más viable para proyectos con varias viviendas repetitivas (estudio de prototipos) que para proyectos individuales de una única vivienda. Las construcciones de madera son consideradas como SCNT, y por tanto son admitidas sólo en los Departamentos que cuentan con normativas más actualizadas.

ORDENANZAS DE PROPIEDAD HORIZONTAL

Se trata de un conjunto de normas que reglamentan la forma de división y organización de un bien inmueble por parte de distintos propietarios dentro de un único predio. En Uruguay se encuentra reglamentada por las leyes Nº 10.751, Nº 14.261, 14.262, 14.560 y 17.296 a nivel nacional.

La Ley madre, Nº 10.751, que habilita este régimen de propiedad data del año 1946. Define las condiciones que deben cumplir los inmuebles, los bienes que son de uso exclusivo o común, los derechos y obligaciones de los copropietarios, la forma de administración, entre otros aspectos. Es importante destacar, que no menciona limitaciones acerca de la materialidad de las construcciones pero si deriva esta potestad a las intendencias.

Posteriormente, en el año 1974 se promulga la Ley Nº 14.261 que permite a edificios cuyos permisos de construcción hayan sido autorizados con anterioridad al 25 de junio de 1946, y que cumplan con las

condiciones establecidas en la Ley N°10.751 pasar al régimen de propiedad horizontal. Esta disposición toma por nombre Régimen de Incorporación de Inmuebles a Propiedad Horizontal. En su Artículo 5°: Requisitos previos para la incorporación, establece que *"son requisitos previos indispensables para que se considere operada la incorporación horizontal por el régimen de la presente ley: a) Que los elementos estructurales, entrepisos, escaleras comunes y muros divisorios, estén constituidos por materiales incombustibles, quedando excluidos los elementos de fibrocemento, zinc, aluminio y similares…"*. En términos generales, este conjunto de leyes es considerado como la Ley de Propiedad Horizontal, y es por ello que no se admite la madera como material de uso estructural.

Adicionalmente, algunos Departamentos cuentan con decretos locales sobre el régimen de propiedad horizontal que se aplican en su jurisdicción. La principal limitante constructiva radica en los materiales utilizados en entrepisos y estructura portante. De manera simplificada, es posible encontrar dos situaciones: 1) regímenes que establecen que los materiales deben ser no combustibles, y 2) regímenes que prescriben los materiales a utilizar. En ambos casos no es posible construir con madera en propiedad horizontal, ya que se trata de un material combustible.

OTRAS NORMATIVAS LIMITANTES

En el ámbito del urbanismo, existen otras limitantes exigibles para las construcciones en madera, particularmente referidas a las alineaciones en el predio. Por ejemplo, si se trata de construcciones en madera éstas deben ser ubicadas dentro del predio respetando retiros de los linderos, frontales y laterales, que no son exigibles a otra clase de construcciones. La filosofía detrás de esta exigencia responde al temor a la propagación rápida del fuego en caso de incendio. Esta limitación viene asociada por lo general a una limitación de dos niveles de altura, que en los hechos restringe la construcción en madera a viviendas unifamiliares en barrios suburbanos o periféricos.

Por último, cabe mencionar que en todos los Departamentos la solicitud del Permiso de Construcción sólo aplica a predios ubicados en áreas urbanas, por lo que edificaciones en el medio rural no presentan limitación alguna.

Figura 13. Sala de control planta Arboreal. Fuente: Propia

Figura 14. Procesamiento rolos, Uruguay. Fuente: Sociedad de Productores Forestales

DESCRIPCIÓN DE LA INDUSTRIA FORESTAL

La Política Forestal Nacional de Uruguay se fundamenta en la Ley Forestal N°15.939, creada en el año 1987, a partir de la cual, las plantaciones forestales se multiplicaron en el país y dieron base al desarrollo de otras industrias, como los aserraderos y las plantas de celulosa. Los dos objetivos principales de esta política fueron la conservación de los bosques naturales y la ampliación de la base forestal del país para un posterior desarrollo industrial. Esta ley declara de interés nacional la defensa, el mejoramiento y la ampliación de los recursos forestales y en general el desarrollo de la economía forestal, además de impulsar el manejo forestal sostenible mediante diversos mecanismos de promoción, encargando su ejecución al MGAP, a través de la DGF.

Según datos otorgados por la SPF, el 6% de la superficie total del país está forestada, lo que equivale a 2 millones de hectáreas, de las cuales el 60% corresponden a bosques plantados y 40% a bosques nativos. En cuanto a las especies plantadas, estas se dividen equitativamente, siendo que un 27% de los árboles plantados son Eucalyptus grandis, seguido de un 22% de Eucalyptus dunii, y un 21% de Pinus elliottii y Pinus taeda, aunque estas cifras están cambiando rápidamente en los últimos años.

La superficie nacional puede ser dividida en tres zonas, clasificando el destino principal de la producción forestal y las especies tratadas, siendo que los departamentos con más concentración de plantaciones forestales son Rivera, Tacuarembó, Paysandú, Río Negro y Lavalleja. Estas son:

- Zona Norte – Tacuarembó y Rivera: esta área representa el 30% del total forestado nacional, su destino principal es madera sólida (aserrado - debobinado), y las principales especies existentes son Pino (65%) y Eucalipto (35%).
- Zona Noreste y Sureste – Cerro Largo, Treinta y Tres, Rocha, Lavalleja y Maldonado: esta área representa el 34% del total forestado nacional, su destino principal es la celulosa, y las principales especies existentes son el Eucaliptus Grandis y el Eucliptus Globulus.
- Zona Litoral Oeste y Centro – Durazno, Paysandú, Río Negro y Soriano: esta área representa el 36% del total forestado nacional, su destino principal es la celulosa y en menor medida el aserrío, y las principales especies existentes son el Eucaliptus Grandis y el Eucliptus Dunii.

"En los últimos tres años el área cubierta por plantaciones se ha ido expandiendo a razón de unas 20 mil hectáreas por año" [11]

En el año 2021, el sector forestal representó alrededor del 3% del PIB nacional, y sus exportaciones, que incluyen celulosa, madera y papel, representaron cerca de una quinta parte de las exportaciones de bienes del país, superando en 2018 los 2.000 millones de dólares exportados. La industria de la celulosa es la más importante en términos de volumen en el sector forestal, representando el 75% del total de exportaciones nacionales del sector, lo que equivale a 1.100 millones de dólares. En 2021, la producción de celulosa consumía 9,5 millones de toneladas de madera por año, principalmente por las plantas UPM y Montes de Plata. Se prevé que al finalizar la instalación de la segunda planta de UPM en Uruguay, actualmente en construcción, el país se posiciones como el segundo proveedor mundial de celulosa de fibra cortada.

A la industria de la celulosa le sigue la del aserrío en volumen de producción, que según la Encuesta de Aserraderos 2020 realizada por el MGAP, para el año 2019, el consumo de madera rolliza con fines de aserrío fue de 1,1 millones de m^3 anuales, lo que representa el 71% de la capacidad instalada, y dentro de los cuales un 62% correspondió a pino, y un 37% a eucalipto. El mismo estudio mostró una fuerte concentración en los aserraderos, siendo que tan sólo cuatro de ellos representan el 76% del volumen total consumido ese año, mientras que menos de 30 de los aserraderos encuestados representan apenas un 11% del volumen consumido.

Fase Producción de la Materia Prima

CERTIFICACIÓN DE LA GESTIÓN FORESTAL

La política forestal seguida por Uruguay en las últimas décadas para el desarrollo del sector forestal ha asegurado un manejo sostenible del bosque. Es así como casi la totalidad de la producción forestal nacional se encuentra certificada por alguna de las dos grandes certificadoras a nivel global. Por un lado, el Grupo de Desarrollo de Estándares de Uruguay (GDE) fue acreditado por el ala internacional del *Forest Stewardship Council* (FSC) en 2015, adaptando los indicadores internacionales elaborados por la certificadora al contexto nacional. Por otro lado, el *Programme for the Endorsement of Forest Certification* (PEFC), a través del Esquema de Certificación Forestal Uruguayo, que integra la estructura organizativa de la documentación técnica con las Normas UNIT para la Gestión Forestal Sostenible. En Uruguay, la Sociedad de Productores Forestales representa la Secretaría Nacional del PEFC.

CERTIFICACIÓN DE LA CADENA DE CUSTODIA

Con la Certificación de la Cadena de Custodia se verifica que la madera y otros productos forestales utilizados por la industria de transformación, proceden de bosques gestionados de acuerdo a criterios de sostenibilidad. Constituye la etapa posterior a la certificación de los bosques y es un procedimiento necesario para poder asegurar, el uso de materias primas legales y sostenibles.

En Uruguay, la certificación de Cadena de Custodia existente es la desarrollada por PEFC Uruguay, y se basa en la norma de aplicación mundial, Cadena de Custodia de Productos Forestales-Requisitos cómo mecanismo de control de la trazabilidad de los productos forestales[10].

CERTIFICACIÓN DE MADERAS ASERRADAS, TABLEROS LAMINADOS, PANELES CLT U OTROS

El Laboratorio Tecnológico de Uruguay (LATU) impulsa y respalda tecnológicamente el desarrollo de la cadena productiva de la madera. En este sentido, la organización cuenta con un aserradero y un laboratorio donde se realizan estudios de las características físicas, mecánicas y químicas de las maderas de plantaciones nacionales. Actualmente no realiza certificaciones de alcance internacional, a pesar de contar con toda la capacidad para hacerlo al brindar servicios de análisis y ensayos de alto nivel.

CERTIFICACIÓN DE CARBONO

En el marco de la crisis climática a nivel global, se han desarrollado una serie de certificaciones de emisiones de Gases de Efecto Invernadero, creando un verdadero mercado de carbono. En este contexto, en Uruguay existen cinco proyectos forestales que están emitiendo certificados de carbono, además de existir una serie de empresas que ofrecen el servicio de medición, comparación y asesoramiento en esta materia, como la empresa nacional Carbosur.

Fase Industrialización de Madera

PLANTAS DE ASERRÍO E INDUSTRIALIZADORAS DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS Y ESTRUCTURALES DE MADERA

Según la Encuesta de Aserraderos 2020, realizada por la DGF, para ese año existían 77 aserraderos, la gran mayoría de los cuales se dedicaban a aserrar una sola especie. La mayor concentración de aserraderos se encontraban en la Zona Norte del país, pudiendo destacar los siguientes:

10 Chain of Custody, Canadian Sustainable Forest Management, PEFC. Link.

11 Sociedad de Productores Forestales. Link.

- Urufor: se encuentra en Rivera, y junto con Confusa forma parte de un grupo económico que conforma una unidad forestal e industrial. Están dedicados a la producción forestal, industrialización y comercialización de madera de Eucalyptus grandis de alta calidad, con una capacidad instalada de procesamiento de 325.000 m³ de madera por año. Entre sus productos utilizados para mueblería y construcción, encontramos tablas aserradas secas en horno clasificadas según normas NHLA, y productos de madera laminada. Aproximadamente, el 90% de su producción se destina a exportaciones.
- Arboreal (ex Frutifor): se ubica en Tacuarembó, procesa madera de pino con una alta tecnologización y automatización de sus procesos productivos, teniendo una capacidad instalada de procesamiento de 300.000 m³ de madera por año. Su principal producto son las tablas de madera seca de diferentes categorías, siendo la totalidad de su producción destinada a la exportación a China y otros mercados internacionales. Arboreal proyecta para final del año 2022, la primera planta de gran escala de *mass timber* en lationamérica, con una capacidad instalada de 50.000 m³ de madera por año.
- Fymnsa: se ubica en Rivera, y fue uno de los precursores de la forestación en la zona, con una superficie total explotadade 19.233 hectáreas, de las cuales 11.040 están efectivamente ocupadas por bosques de pino. Dentro de sus productos encontramos la madera para pallets, madera remanufacturada y madera de ingeniería, todas con capacidad de secado, teniendo una capacidad instalada de procesamiento de 200.000 m³ de madera por año.
- Forestal Caja Bancaria: es un fondo de pensiones que se ubica en los departamentos de Durazno y Paysandú. En 2020 contaba con 8 mil hectáreas efectivas de bosque de pino y eucalipto, que alimentan el aserradero establecido en Piedras Coloradas, Paysandú. Tiene una capacidad instalada de procesamiento de 120.000 m³ de madera por año, exportando la mayor parte de su producción.
- IMNSur: se encuentra en Rivera, y su producción principalmente se realiza a partir de pino, y en menor medida de eucalipto, la que consiste en madera para pallets y pellets. La mayor parte de su producción es destinada a la exportación a Centroamérica y Medio Oriente, y tiene una capacidad instalada de procesamiento de 40.000 m³ de madera por año.
- Lumin: el proyecto fue iniciado por Weyerhaeuser en 2006, empezó a producir tableros en 2008, alimentado por plantaciones propias, y fue adquirido por BTG Pactual en 2017. La planta consume 600.000 m³ de madera anuales, siendo aproximadamente el 55% del volumen correspondiente a pino y el resto de eucalipto. Los tableros que ofrecen tienen diferentes categorías y variedad estética.

Fase de Construcción y Montaje en Madera

EMPRESAS CONSTRUCTORAS QUE OPTAN POR CONSTRUIR EN MADERA

La oferta de empresas constructoras que optan por construir en madera en Uruguay es escasa. Dentro de las empresas más importantes en el rubro encontramos:

- Ñandé: es una empresa constituida en 2009 que busca mejorar el acceso a una vivienda digna a través del desarrollo de tecnologías alternativas junto con procesos de integración social y de promoción personal. Ñandé trabaja con un sistema de construcción modular compuesto por un kit de paneles multicapas, con estructuras de madera, placas de contrachapado fenólico y materiales aislantes. Estos paneles son construidos en el taller de la empresa y trasladados listos al terreno para ser montados in situ, reduciendo los tiempos de obra y disminuyendo costos económicos. Actualmente, Ñandé es el único sistema constructivo no tradicional con un DAT aprobado por el MVOT.
- Enkel Group: se dedica al desarrollo y construcción de proyectos de arquitectura, abarcando distintas escalas y tecnologías, manejando diversos sistemas constructivos dependiendo de las necesidades programáticas y económicas de cada cliente. La empresa construye con el sistema CLT de paneles de madera maciza, con el sistema Steko de módulos tipo bloques de madera maciza, y con sistemas de construcción tradicional, como el hormigón y la albañilería. Enkel se encuentra actualmente tramitando un CIR para su sistema de construcción de madera maciza, material que será fabricado nacionalmente en la planta de CLT de Arboreal que se proyecta inaugurar a finales del 2022.

Figura 15. Vivero Uruguayo. Fuente: Sociedad de Productores Forestales

- Reconer: es una empresa de ingeniería y construcción que ofrece soluciones en diferentes tipos de sistemas constructivos, dentro de las cuales tiene un sistema en madera llamado Vimaden. Este es una evolución de los sistemas tradicionales de construcción en madera maciza a partir de piezas macho-hembra de madera de Tatajuba. Vimaden ofrece tres tipos de construcción: la linea clásica y la linea contemporánea, que usan un sistema de paneles de pared compuestos por tablones de 4,5 cm de espesor, diferenciadas entre sí por el ancho de estos; y la linea de postes y vigas, que consiste en una preestructura de madera de este tipo, que se rellena con cierres de la materialidad elegida por el cliente.
- Frank Construcciones: es una empresa de diseño y construcción que se especializa en el sistema de *wood framing*. Sus ingenieros, técnicos de obra y obreros fueros capaciados en este tipo de construcciones en EEUU, asegurando un alto nivel de calidad. Actualmente se encuentra tramitando su CIR en el MVOT.

Barreras Objetivas y Subjetivas para que Más Empresas Constructoras Opten por Construir en Madera

La SPF plantea una serie de temas a abordar para potenciar la construcción de madera en el Uruguay. Estos son:

- Adecuar las alícuotas que aplica el Banco de Previsión Social a la construcción por m², estudiando lo que son los jornales efectivamente insumidos por m² de construcción en madera, y sobre eso lo que significan los aportes sociales.
- Extender a la construcción privada en madera los beneficios de la vivienda social promovida.
- Promover el uso de madera en obras públicas y financiadas por el estado.
- Realizar una medición de la Huella de carbono para la construcción en madera y otras tecnologías.

Capacidades Profesionales y Técnicas

De acuerdo con datos entregados por la DGF, para el 2019 el sector emplea directamente a casi 17.000 personas, siendo casi la mitad trabajadores en la fase silvícola, y el resto en la fase industrial y de transformación química.

CAPACIDADES PROFESIONALES PARA LA CONSTRUCCIÓN EN MADERA

Los recursos humanos calificados son un factor clave para el sector, dado el alto nivel tecnológico que exige y la potencial mejora en la productividad que pueden generar. En este sentido la formación universitaria y técnica busca adaptarse a esta dinámica, formando ingenieros y arquitectos entre otros profesionales relacionados al sector forestal y al sector de la construcción. El detalle de las carreras vinculadas al sector se describe a continuación.

La más tradicional y antigua de las posibilidades de formación en relación al sector forestal es la Facultad de Agronomía de UdelaR, ofreciendo la carrera de Ingeniero Agrónomo de cinco años de duración. En el cuarto año de carrera, los alumnos pueden elegir entre las menciones de agrícola ganadero, hortícola frutícola y forestal. La Facultad de Ingeniería de la misma universidad ofrece la carrera de Ingeniería Civil que incluye un curso obligatorio específico de estructuras de madera, y la carrera de Ingeniería Química que tiene un curso optativo de producción de celulosa y papel. La misma institución ofrece la carrera de Ingeniero Forestal, impartida de forma conjunta por la Facultad de Agronomía, la Facultad de Ingeniería, y la Facultad de Química, en el Centro Universitario Noreste ubicado en Tacuarembó. Esta se enfoca en profundidad en áreas forestales concretas y en los procesos industriales vinculados al sector, graduando a la primera profesional en el año 2020.

En cuanto a la carrera de arquitectura, no se encontraron cursos obligatorios ni optativos relacionados a la construcción con madera en las universidades que ofrecen esta carrera. Sin embargo, la Sociedad de Arquitectos del Uruguay (SAU) ofrece un breve curso introductorio, de ocho clases, llamado Fundamentos del Diseño y de la Construcción en Madera, y otro de cuatro clases de duración, llamado Diseño y Tecnología de la Construcción con Madera. Ambos son cursos cortos, introductorios y que no se realizan de forma periódica o seguida.

En términos de programas de especialización, la oferta disponible es escasa, siendo el Diploma de Especialización en Diseño, Cálculo y Construcción con Madera impartido por la Facultad de Ingeniería de la UdelaR en conjunto con la Facultad de Arquitectura de la ORT el único programa especializado en construcción en madera disponible.

Figura 16. Secado de madera al aire, Aserradero Nortimber. Fuente: Propia

CAPACIDADES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN EN MADERA

Existen a nivel nacional dos instituciones que ofrecen programas de formación técnica relacionados al sector forestal. Por un lado, la Universidad de la Empresa ofrece un programa de dos años para adquirir el título de Técnico Forestal, el que cubre todos los eslabones de la cadena productiva forestal, con excepción de la transformación química. Por otro lado, la Universidad del Trabajo ofrece los títulos de Técnico Forestal, de dos años de duración, cubriendo toda la cadena forestal; y el titulo de Tecnólogo en Madera, de tres años de duración, y que apunta a las ciencias básicas como física y matemática, teniendo materias vinculadas a la cosecha del bosque, la transformación mecánica de la madera y la gestión de industrias forestales.

CAPACIDADES DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PARA LA INNOVACIÓN EN EDIFICACIÓN EN MADERA

Existen diversas instituciones en Uruguay que se dedican a la I+D+i, tanto en temáticas relacionadas directamente a la producción forestal, como los materiales y sistemas de construcción.

El Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) es una organización de derecho público no estatal creada en 1965. Es un referente nacional e internacional en innovación, transferencia tecnológica y soluciones de valor en servicios analíticos, de evaluación de la conformidad, metrológicos y tecnológicos. LATU constituye un respaldo para el desarrollo de la cadena productiva y la certificación de calidad con su apoyo a la industria y a las cadenas agroindustriales (láctea, forestal, textil, cereales, oleaginosos y sus productos derivados), así como colaborando con la mejora de la manufactura nacional y su inserción en los mercados más exigentes. El Laboratorio ha asumido un rol articulador, compartiendo proyectos con otras organizaciones públicas y privadas, ofreciendo un brazo técnico al estado, y trabajando en cooperación con la academia y organismos internacionales (www.latu.org.uy).

En esta línea, LATU crea la Fundación Latitud con el objetivo de "*ser una organización flexible enfocada en el desarrollo de proyectos de I+D+i, que logre adaptarse a las necesidades de la industria y las del país con el respaldo del LATU*" [12]. Latitud busca impulsar el desarrollo sostenible del país a través de la investigación aplicada, la vinculación tecnológica y el trabajo en redes, siendo líderes en investigación, desarrollo y transferencia de soluciones de valor.

Por otro lado, el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) es una institución que busca *"generar y adaptar conocimientos y tecnologías para contribuir al desarrollo sostenible del sector agropecuario y del país, teniendo en cuenta las políticas de Estado, la inclusión social y las demandas de los mercados y de los consumidores"*[13]. Sus áreas de estudio se dividen en siete sistemas, dentro de los cuales se encuentra el sistema forestal - silvopastoril. El INIA tiene cinco sedes en: Las Brujas, Treinta y Tres, La Estanzuela, Tacuarembó y Salto Grande (www.inia.uy).

La Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII), es una entidad gubernamental que promueve la investigación y la aplicación de nuevos conocimientos a la realidad productiva y social del país. La Asociación pone a disposición del público fondos para proyectos de investigación, becas de posgrados nacionales e internacionales y programas de incentivo a la cultura innovadora y del emprendedurismo, tanto en el sector privado como público. ANII desarrolló el Sistema Nacional de Investigadores, un programa de incentivos económicos a investigadores nacionales categorizados en base a un estricto sistema de evaluación. Además creó el Portal Timbó, que permite el acceso gratuito a todo tipo de publicaciones científicas de todo el mundo para todos los uruguayos. La ANII funciona como mecanismo de articulación y coordinación entre los actores involucrados en el desarrollo del conocimiento, la investigación y la innovación (www.anii.org.uy).

Por su parte, la Agencia Nacional de Desarrollo (ANDE), busca *"promover el desarrollo productivo del país a través del diseño e implementación de programas e instrumentos para la mejora de la competitividad empresarial y territorial, con énfasis en las mipymes y en la articulación entre actores públicos y privados interesados"* [14]. La Agencia se organiza en base a un directorio, una secretaría general y una gerencia que trabaja dividida en diez áreas (www.ande.org.uy).

12 www.latitud.org.uy Link.
13 http://www.inia.uy Link.
14 www.ande.org.uy Link.

ACRÓNIMOS

ADEMA	Asociación de Empresarios de la Madera y Afines
ADIMAU	Asociación de Industriales de la Madera y Afines del Uruguay
ANDE	Agencia Nacional de Desarrollo
ANII	Agencia Nacional de Investigación e Innovación
ANV	Agencia Nacional de Vivienda
BPS	Banco de Hipotecario del Uruguay
BPS	Banco de Previsión Social
CHM	Comisión Honoraria de la Madera
CIR	Certificado de Inscripción al Registro
CTE	Comité Técnico de Evaluación
DAT	Documento de Aptitud Técnica
DGF	Dirección Nacional Forestal
DINAVI	Dirección Nacional de Vivienda
DNB	Dirección Nacional de Bomberos
FONPLATA	Fondo Financiero para el Desarrollo de los Países de la Cuenca del Plata
FSC	Forest Stewardship Council
GDE	Grupo de Desarrollo de Estándares
IAT	Instituto de Asistencia Técnica
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
INIA	Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
ITE	Instituto Técnico de Evaluación
LATU	Laboratorio Tecnológico de Uruguay
MEVIR	Comisión Honoraria Pro Erradicación de la Vivienda Rural Insalubre
MGAP	Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca
MIEM	Ministerio de Industria, Energía y Minería
MVOT	Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial
ODS	Objetivos de Desarrollo Sustentable
PEDEM	Plan Estratégico de Energía en Montevideo
PEFC	Programme for the Endorsement of Forest Certification
REDEMA	Red de Desarrollo Maderero
SAU	Sociedad de Arquitectos del Uruguay
SCNT	Sistemas Constructivos No Tradicionales
SPV	Sistema Público de Vivienda
TAIEX	Technical Assitance and Information Exchange
UdelaR	Universidad de la República
UNIT	Instituto Uruguayo de Normas Técnicas

BIBLIOGRAFÍA

Cervetto, M., Angerosa, M., Apa, F., & Rocha, O. (2021) Manual de apoyo para el diseño, puesta en uso y mantenimiento de edificios seguros. Montevideo: Universidad de la República. Comisión Sectorial de Enseñanza.ttp

Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Terriotorial (MVOT) (2020). Plan Quinquenal de Vivienda 2020-2024.

Sociedad de Productores Forestales (SPF). (2020) La Contribución del Complejo Forestal a la Economía Uruguaya: El crecimiento del sector forestal en las últimas décadas.

CASO 1: CHILE

POLÍTICAS PÚBLICAS Y PROGRAMAS

Agenda Pública de Construcción en Madera (2010-2030)

Las iniciativas más contundentes en construcción en madera desde el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) en Chile, datan del año 2010. Por una parte, se avanza en gestión de la calidad para las obras de edificación, para lo cual se diseña un sistema de auditorías desde el nivel central (Santiago, Región Metropolitana) dirigido a las obras de construcción a nivel nacional, para generar mejoras desde todos los ámbitos de la gestión, como programas habitaciones, especificaciones técnicas, inspección técnica de obras, desarrollos normativos, entre otros. Con este impulso, se detectaron ciertas brechas entre la construcción en madera y otros materiales, que era necesario abordar. Por otra parte, se enfocan los esfuerzos en el desarrollo del ámbito de la sustentabilidad en la construcción, para lo que se crea en el año 2012, la Secretaría Ejecutiva de Construcción Sustentable, dentro del MINVU. Su principal función es *"coordinar un plan de trabajo para dar cumplimiento a los objetivos y obligaciones emanadas del Convenio Interministerial de Construcción Sustentable*[1]*"*[2]. A través de estas dos líneas de acción complementarias del MINVU, se logra posicionar la construcción en madera como solución clave para el desarrollo de la construcción sustentable nacional.

Específicamente en términos del fomento de la madera en la construcción, se plantean distintas vías de acción que tienen su enfoque en la participación y colaboración permanente entre todos los actores del sector. De esta manera se quiere contribuir a aumentar la productividad del sector, potenciar la innovación, avanzar en la desburocratización, mejorar estándares de construcción, apoyar la agenda de construcción sustentable, lograr una cooperación pública privada, y potenciar el uso de la madera en la construcción enfocándose en la disponibilidad, calidad y costos.

Conforme a lo planteado, las iniciativas que el MINVU desarrolla se vinculan con la Política Forestal propuesta por la Corporación Nacional Forestal (CONAF) para el período 2015 – 2035[3], principalmente en dos de sus ejes estratégicos. Por un lado, el objetivo nº2 sobre "Productividad y Crecimiento Económico" que incluye la meta de duplicar la proporción de madera en la

1 Convenio firmado en agosto del 2012 entre los ministerios de Obras Públicas, Vivienda y Urbanismo, Medioambiente y Energía de Chile, con el fin de alinear las diversas iniciativas que los diferentes ministerios estaban desarrollando.

2 Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU). Construcción Sustentable: Contexto. Link.

3 Ministerio de Agricultura, Corporación Nacional Forestal (CONAF). (2016). Política Forestal 2015-2035. Gobierno de Chile. Link.

Figura 17. Torre Experimental Peñuelas. Fuente: CORMA

construcción de viviendas, industria e infraestructura pública para el año 2035. Por otro lado, el objetivo nº4 sobre "Protección y Restauración del Patrimonio Forestal", relacionado con la planificación urbana al señalar que todos los municipios definidos como comunas críticas por riesgo de ocurrencia de incendios forestales, deben contar con planes de ordenamiento territorial en las zonas de interfaz y con convenios de colaboración con el Servicio Forestal del Estado para el mismo año.

Es relevante destacar que Chile presenta una diversidad climática importante, lo que genera un desafío adicional para avanzar en la construcción sustentable en madera. Exceptuando la zona sur, la madera en Chile no es utilizada como material primario para la construcción de casas o edificios. Para el año 2017, a nivel nacional sólo un 20.8% de construcciones con destino edificación fueron construidas en esta materialidad[4]. En cambio, en países productores forestales el porcentaje de construcción en madera está cerca del 70%, llegando en algunos casos incluso a significar el 85% del total de las edificaciones construidas, como son los casos de Estados Unidos y Escocia[5]. Si analizamos construcción en mediana altura (3 a 8 pisos), las diferencias se acrecientan.

De acuerdo a lo planteado, Chile tiene un largo recorrido para alcanzar el compromiso país expresado por la Política Forestal descrito anteriormente. Con un gran potencial y enormes desafíos se crea en 2012, la Agenda Madera MINVU Chile planteada en torno a cinco ejes estratégicos: normativa, calidad, soluciones constructivas, capacitación y difusión, y proyectos detonantes. Estos ejes han sido claves para el desarrollo de una hoja de ruta que ha avanzado en materia de construcción en madera gracias a un continuo trabajo colaborativo. Teniendo presente que Chile es un país productor forestal, la Agenda Madera MINVU vislumbra convertir a la madera en uno de los principales materiales de construcción nacionales, incrementando sustancialmente su utilización en vivienda, industria e infraestructura pública.

El trabajo iniciado el 2012, se desarrolla a través de diferentes iniciativas descritas a continuación, con el trabajo de alianzas y socios estratégicos, como: Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, Ministerio de Agricultura, Corporación de la Madera (CORMA) a través de Madera 21, Instituto Forestal (INFOR), Centro de Innovación en Madera de la Universidad Católica (CIM-UC), Universidad del Biobío, Universidad de

4 Según los datos analizados de los permisos de edificación que entrega el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), que refleja permisos de edificación con material predominante en m2 de estructura de muro.

5 Banco Mundial (2020). La construcción de viviendas en madera en Chile: Un pilar para el desarrollo sostenible y la agenda de reactivación. The World Bank Group. (p.19). Link.

Concepción, Universidad de Santiago de Chile (USACH), Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación de Estructuras y Materiales (IDIEM), Corporación Nacional Forestal (CONAF), Centro Tecnológico para la Innovación en la Construcción (CTeC), entre otros.

IMPULSO Y DESARROLLO DE NORMAS DE MADERA

Desde el inicio, la Agenda Madera MINVU considera fundamental el trabajo colaborativo y la participación de diversas instituciones pertenecientes a la industria, la academia y el estado para estudiar y proponer normativas nacionales de construcción. De esta forma se logra desarrollar y/o actualizar 42 normas relacionadas con la madera, dentro de las que se incluyen: norma estructural, normas de materiales de construcción, normas de clasificación estructural, normas de ensayos, entre otras.

ESTUDIOS PARA POTENCIAR LA MADERA EN LA NORMATIVA SÍSMICA Y ESTRUCTURAL - SISTEMA MARCO PLATAFORMA

Este proyecto, mandatado por MINVU, desarrollado por CIM-UC y la Universidad del Bío-Bío, permite acortar una relevante brecha para la construcción en madera en altura, que está vinculada principalmente,a la norma de diseño sísmico y a la norma de cálculo de estructuras de madera.

La iniciativa busca sentar las bases del cambio normativo, lo que ayudará indirectamente a generar un alto estándar de construcción en madera y alcanzar altos niveles de eficiencia constructiva para producir un cambio de paradigma en la industria, y avanzar en paralelo hacia un país con bajas emisiones de carbono en la construcción. Se contemplan dentro de este proyecto diversas actividades de difusión, como la elaboración de un manual de diseño que se difundirá públicamente y de manera gratuita, para que los profesionales puedan usarlo para el desarrollo de sus proyectos.

ESTUDIOS PARA POTENCIAR LA MADERA EN LA NORMATIVA SÍSMICA Y ESTRUCTURAL - SISTEMA CONSTRUCTIVO CLT

Este proyecto es mandatado por el MINVU y la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT), financiado por CORFO y desarrollado por la USACh. Busca fomentar el uso del sistema constructivo de CLT (*Cross Laminated Timber*) en edificaciones tradicionales, para lo que entregará una propuesta de incorporación de exigencias en la norma sísmica y estructural. Su objetivo es poner a disposición de la comunidad profesional del país las herramientas necesarias para su implementación en Chile, y al igual que el proyecto Marco Plataforma, busca sentar las bases para la edificación en media altura.

Los profesionales y actores involucrados en este proyecto se reúnen en la Asociación Chilena de Sismología e Ingeniería Antisísmica (ACHISINA), institución que convoca a tres mesas de trabajo: la mesa de fabricación, la mesa de tensiones admisibles, y la mesa de cálculo y diseño estructural, cuyo trabajo conjunto pretende incorporar al CLT entre los sistemas constructivos tradicionales.

ESTUDIOS PARA GENERAR NORMATIVA DE CÁLCULO DE RESISTENCIA AL FUEGO PARA ESTRUCTURAS DE MADERA

Como respuesta al prejuicio cultural sobre la supuesta baja resistencia al fuego de la madera, el MINVU impulsó, con el financiamiento de CORFO y el desarrollo del IDIEM, la elaboración de una norma de cálculo de resistencia al fuego para estructuras de madera. Este instrumento busca incorporar modelos basados en normas y códigos de prestigio internacional para verificar la resistencia al fuego de elementos y sistemas de madera, ofreciendo una alternativa adicional para demostrar el cumplimiento de las exigencias de comportamiento al fuego, beneficiando así, el diseño de soluciones constructivas de madera en escalas mayores. Esto será un aporte fundamental para impulsar en los próximos años la edificación en media altura en madera.

Cabe señalar que el comportamiento al fuego de las diferentes edificaciones se encuentra regulado en base a resistencia al fuego para todas las materialidades en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC), donde se indica que todas las construcciones en Chile deben facilitar el salvamento de los ocupantes en caso de incendio, reducir el riesgo y propagación del fuego y facilitar su extinción. Las soluciones constructivas en madera no están exentas, por lo que deben acreditar la resistencia al fuego a través de ensayos a escala normal o asimilación. Actualmente se cuenta con más de 200 soluciones constructivas en madera y sus respectivos ensayos que demuestran su cumplimiento de la resistencia al fuego. Además, existen en la legislación vigente otras protecciones por diseño que se pueden implementar, como compartimentación y protección activa (ver sub capítulo Normas de Resistencia al Fuego (p: 37).

"...la Agenda Madera MINVU vislumbra convertir a la madera en uno de los principales materiales de construcción nacionales, incrementando sustancialmente su utilización en vivienda, industria e infraestructura pública."

POLÍTICA PÚBLICA DE MARCADO Y ROTULADO DE LA MADERA

El MINVU, en colaboración con el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, trabajando además de forma conjunta con el sector privado y la academia, desarrolló el proyecto de Rotulado de la Madera, Decreto que se encuentra en tramitación en la Contraloría General de la República. Este instrumento espera fijar un estándar de uso nacional, que transparente la calidad del producto y fortalezca la trazabilidad de la información para los usuarios finales, quienes podrán discriminar de manera informada entre los diferentes productos disponibles en el mercado. El proyecto asigna a los vendedores la responsabilidad respecto de la información que entregan, sin cambiar las exigencias actuales que debe cumplir la madera para ser usada en la construcción.

El rótulo tiene como objetivo informar al consumidor las propiedades de la madera para ser usada en construcción, su estándar de calidad y el cumplimiento de las exigencias normativas vigentes en el país. En este sentido, permitirá a consumidores y usuarios, verificar que las piezas de madera que están adquiriendo cumplen con las exigencias requeridas por uso. Asimismo, el rotulado facilitará la verificación del material utilizado en las obras, comparándolo con lo especificado según el diseño estructural y arquitectónico de los proyectos.

Esta iniciativa implica un gran salto para la industria. Por un lado, significa una enorme posibilidad de mejora para los productores, quienes tendrán que sumarse al desafío de darle valor agregado a sus productos. Por otro, los consumidores podrán acceder a la información de los productos que adquieren de forma fácil y rápida, agilizando también el trabajo de los constructores en obra.

PLATAFORMA DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PARA APOYAR EL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN EN MADERA – DISEÑA MADERA

Esta plataforma es producto del trabajo desarrollado por el MINVU, el CIM-UC y la Escuela de Ingeniería UC, junto a sus empresas socias y otras entidades como la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT), Madera 21, el grupo de empresas COMGRAP y Graphisoft, contando con cofinanciamiento estatal a través de CORFO.

Se trata de una plataforma online[6] de soluciones constructivas de libre acceso, gratuita e interactiva, que acredita más de 250 soluciones constructivas en resistencia al fuego, acondicionamiento térmico y acústico. La plataforma cuenta con tutoriales, capacitaciones y recomendaciones, enfocadas en edificaciones de madera de uno a seis pisos, entregando información relevante sobre soluciones constructivas que pueden ser descargadas en componentes BIM (*Building Information Modeling*), y que incluyen fichas técnicas y datos de apoyo, entre otros insumos. Además, se publicaron el Manual de Diseño de Construcción en Madera[7] y la Guía de Operación de Edificios en Madera[8], y se está desarrollando el Manual de Hermeticidad de la Vivienda, documentos que pueden ser descargados en la página web de forma gratuita. El objetivo principal es fomentar y posibilitar la construcción en madera utilizando programas de modelamiento de información de construcción. De esta forma, apoyar al diseñador en la etapa de selección de soluciones constructivas y en el proceso posterior de diseño, entregando instrucción por medio de capacitaciones, y otorgando las herramientas necesarias para el buen desarrollo de proyectos en madera.

PROYECTOS DETONANTES

Existen en Chile diferentes proyectos en madera gestados conjuntamente entre la academia, el sector público, el sector privado y la sociedad civil. Para abordar estos proyectos piloto detonantes es necesario seguir trabajando en la superación de brechas normativas y prejuicios culturales, incorporar nuevas tecnologías e industrialización que apunten a la rapidez y eficiencia en la ejecución, diseñar a partir del concepto de eficiencia energética, y otorgar entornos con principios eco sustentables. Algunos de estos proyectos, consideran el desarrollo de barrios eco sustentables, planteando un nuevo paradigma al cambiar la escala en la que se aborda la problemática medioambiental en la construcción, pasando de "escala de vivienda" a "escala de barrio" como unidad de desarrollo.

El primer proyecto de estas características realizado en Chile es Oasis de Chañaral y el Salado en Atacama (ver Figura 19), que fue finalizado en 2018 como una respuesta residencial a las familias que fueron afectadas por el aluvión de 2015 en la zona. La construcción de tres pisos de altura se estructura a partir de un sistema de entramado ligero con envolvente ventilada.

Para el segundo semestres de 2021, se proyectaba que algunos proyectos detonantes aprobados iniciaran su construcción, los que son: el

6 www.disenamadera.cl Link Diseña Madera.

7 Centro de Innovación en Madera. (2021). Manual de diseño de estructuras en madera. Link.

8 Centro de Innovación en Madera. (2021). Guía de operaciones de edificaciones en madera. Link.

Figura 18. Esquema soluciones Diseña Madera. Fuente: www.disenamadera.cl

Figura 19. Foto proyecto Oasis de Chañaral y El Salado. Fuente: www.epanews.cl

Figura 20. Proyecto Horizonte del Pacífico II. Fuente: www.e2echile.com

Figura 21. Proyecto Linares. Fuente: www.diarioelheraldo.cl

Proyecto Horizonte del Pacifico II en San Pedro de la Paz, Concepción, que cuenta con 140 unidades residenciales (Figura 20); y el Proyecto Portal del Tepual en Puerto Montt, que considera 220 unidades residenciales. No obstante, producto de la pandemia y el aumento de costos de los materiales de construcción, entre otros motivos, se ha retrasado esta agenda, esperando que los proyectos se concreten el 2022, junto con el Proyecto Linares que fue licitado el presente año (ver Figura 21).

MINVU EN CONFERENCIA MUNDIAL DE INGENIERÍA EN MADERA [WCTE]

La sede de la *World Conference on Timber Engineering* 2021 (WCTE2021), por primera vez estuvo ubicada en el Cono Sur de América, realizándose en Chile durante el mes de agosto del 2021, utilizando de forma inédita una plataforma online. La WCTE es el principal encuentro de académicos y profesionales del área de ingeniería y construcción en madera, en la que se exponen las últimas tecnologías e investigaciones contemplando avances en temáticas como diseño arquitectónico, diseño estructural, durabilidad material, ciclo de vida de la edificación, sustentabilidad, sistemas constructivos, entre otros.

La realización de este encuentro en América Latina fue de suma importancia para potenciar la construcción de madera en la zona, generando reuniones y conversatorios entre los distintos Ministerios de Vivienda de los países participantes. De esta manera, se aprovechó la instancia para discutir sobre políticas públicas exitosas que han logrado fomentar el uso de la madera en la construcción y su aporte en la edificación sustentable, intercambiando experiencias en ámbitos de implementación, beneficios e impactos. Es así como en la WCTE 2021, se conformó la primera reunión de Ministerios de Vivienda Latinoamericanos, para discutir el desarrollo de proyectos habitacionales sustentables. El encuentro finalizó con un informe dirigido a los miembros de MINURVI (Ministros y Autoridades Máximas de la Vivienda y el Urbanismo de América Latina y El Caribe), presentado a la secretaría técnica, con el que se pretende avanzar en una iniciativa conjunta como región. Este será publicado en marzo de 2022 en el Seminario de Construcción Sustentable en Madera.

OTRAS INICIATIVAS SUSTENTABLES

En los últimos años, se han desarrollado diferentes iniciativas para el fomento de la construcción sustentable a nivel nacional. Estas impactan indirectamente en el fomento de la madera en la construcción, resaltando sus cualidades medioambientales y eficientes.

Una de ellas es la Calificación Energética de Vivienda (CEV), herramienta que busca entregar información objetiva y estandarizada a los usuarios finales acerca del desempeño energético de

Figura 22. Vista aérea ciudad de Coyhaique previo a la aplicación de su PDA. Fuente: mma.gob.cl

LINEAS DE ACCIÓN **AGENDA MADERA MINVU**

1. TRABAJO NORMATIVO

Trabajo de modificación, actualización y desarrollo la normativa necesaria para fomentar la construcción en madera y cuiar sus estándares.

2. DIFUSIÓN DE INFORMACIÓN

Generación y difusión de información para facilitar el diseño de construcciones en madera y fomentar su correcto cuidado y mantención.

3. GENERACIÓN DE ALIANZAS

Fomento de alianzas intersectoriales para potenciar la investigación, la innnovación y el desarrollo de proyectos.

Figura 23. Resumen de lineas de acción de la Agenda Madera MINVU. Fuente: Elaboración propia

las viviendas. La calificación comenzará a ser exigible para la obtención de la Recepción Definitiva de Obras a partir de febrero del año 2023, de acuerdo a lo indicado en la Ley 21.305. Esta permitirá evaluar el desempeño energético de los distintos sistemas constructivos utilizados hoy, incluyendo la madera. Actualmente, se está trabajando para que la comparación entre los distintos sistemas constructivos sea de manera directa y para lograr la incorporación de nuevos parámetros que caractericen sistemas constructivos innovadores en madera en la herramienta CEV. Esto permitirá al usuario final y a las constructoras evaluar de manera certera los beneficios del uso de la madera en la construcción en comparación con otros materiales.

Por otro lado, la División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional (DITEC) del MINVU, ha estado dedicada al desarrollo, revisión y perfeccionamiento de normas técnicas en el ámbito de la acústica en viviendas, trabajo que se describe detalladamente en el capítulo: Normativas y Regulaciones (p:22). Junto con estos estudios se ha trabajado recientemente en una norma de clasificación acústica de viviendas, un sistema de carácter voluntario, que se proyecta que se asemeje a la actual CEV y que permita destacar objetivamente aquellos esfuerzos en diseño por sobre los requerimientos mínimos obligatorios. Se prevé que los anteriores desarrollos normativos, sumados a ensayos y estudios encargados a especialistas del área sirvan de insumo para una futura actualización de la reglamentación acústica en la OGUC.

Adicionalmente, los Planes de Descontaminación Atmosférica (PDA) desarrollados por el Ministerio del Medioambiente para las grandes ciudades del Centro-Sur de Chile han incluido una serie de requisitos locales superando a las exigencias existentes en la OGUC. Por ejemplo, algunos PDA incluyen el análisis de riesgo de condensación buscando evitar la ocurrencia de condensación del vapor de agua superficial e intersticial, mayores requisitos en cuanto a la aislación térmica de las viviendas, especificaciones de control de infiltraciones, entre otros. Para facilitar la tarea de los revisores del Servicio de Vivienda y Urbanismo (SERVIU) y de proyectistas en el proceso de diseño, el MINVU ha dispuesto una herramienta de cálculo basada en la norma chilena NCh1973, que simula un escenario inicial y uno proyectado. Esta herramienta puede ser usada tanto para acreditar el cumplimiento de los requisitos de los PDA, como también para una mejora en el diseño general. A su vez, se ha dispuesto en una plataforma online[9] una serie de soluciones constructivas y especificaciones técnicas que cumplen con los requerimientos de cada PDA.

Programas Habitacionales Gestionados por el Estado de Chile[10]

Los programas habitacionales gestionados por el MINVU son parte esencial de las políticas públicas que ha impulsado el Estado de Chile en materia de vivienda. El dictado y aplicación de los programas se realiza a través de Decretos Supremos del Estado de Chile (D.S.), normas promulgadas por el Presidente de la República sobre materias propias de ley. Estos programas conforme a la política habitacional, se han adaptado a las diferentes realidades que el país enfrenta en materia de déficit de vivienda y a las distintas necesidades de las familias chilenas, lo que ha significado un desafío para generar políticas eficientes de adjudicación y aplicación real de subsidios.

No existe programa alguno que especifique materialidad de construcción, pero si existen políticas habitacionales para la construcción sustentable. Con ello, las principales políticas públicas actuales en materia de subsidios son:

9 Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU). Planes de Descontaminación Atmosférica. Link.

10 Detalle general de los programas habitaciones vigentes al 30 de diciembre de 2021 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, fuente Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

- Fondo Solidario de Elección de Vivienda: subsidio dispuesto para las familias más vulnerables para tener acceso a una solución habitacional.
- Subsidios de Arriendo: promueve el uso de suelo fiscal para concesionar mediante licitación pública, la construcción de viviendas y edificios para arriendo. Esto bajo la condición de contemplar un porcentaje de viviendas destinadas a beneficiarios con subsidio de arriendo.
- Programa Hogar Mejor: subsidio dispuesto para las familias más vulnerables, destinado a mejorar la calidad residencial de personas y comunidades con acento en los entornos.
- Subsidio de Habitabilidad Rural: dispuesto para las familias más vulnerables, destinado a mejorar la calidad residencial de personas, apuntando tanto a la mejora de instalaciones como a la ampliación de espacios con acento en las características geográficas específicas.
- Subsidio para Sectores Medios: destinado a apoyar la compra o construcción de una vivienda a familias que tienen capacidad de ahorro, además de ofrecer la posibilidad de complementar el valor de la vivienda con un crédito hipotecario o recursos propios.
- Programa de Integración Social y Territorial: busca generar diversidad social, destinando un porcentaje de las viviendas de un mismo proyecto a las familias más vulnerables de la población, con mejores equipamientos y conectividad, y en ciudades con mayor déficit habitacional.

A continuación se describen los programas habitaciones del MINVU mencionados, vigentes al 30 de diciembre de 2021.

PROGRAMA FONDO SOLIDARIO DE ELECCIÓN DE VIVIENDA [FSEV - D.S. N°49]

El objetivo de este programa[11] es promover el acceso a una solución habitacional a las familias que se encuentran en situación de vulnerabilidad a través de un subsidio otorgado por el Estado. El programa está destinado a atender preferentemente a las familias que pertenezcan al 40% más vulnerable de la población nacional, en conformidad con la información que se obtenga de la aplicación del Instrumento de Caracterización Socioeconómica establecido por ley (artículo 5° de la ley N° 20.379). El FSEV ofrece una opción de postulación colectiva, según la cual el grupo organizado podrá incluir como máximo un 30% de familias calificadas sobre el 40% de la población más vulnerable - sin sobrepasar el 90% - siempre que se encuentren en condiciones de carencia habitacional u otras situaciones de vulnerabilidad socioeconómica que se establezcan por resolución fundada del MINVU.

El subsidio otorgado tiene cuatro alternativas (ver Tabla 2):

1. Construcción en Nuevos Terrenos: Son proyectos habitacionales que tienen entre 10 y 160 viviendas. Incluyen urbanización, equipamiento y áreas verdes.
2. Pequeño Condominio: Son proyectos habitacionales que tienen entre 2 y 9 viviendas. Se desarrolla en un terreno urbano bajo el régimen de copropiedad inmobiliaria (Ley 19.537).
3. Construcción en Sitio Propio: Corresponde a la construcción de una vivienda en un sitio que pertenece a la persona que postula.
4. Densificación Predial: Es la construcción de una o más viviendas en un terreno donde ya existe una o más propiedades habitacionales.

Alternativas	Tipo de postulación	Monto máx. de subsidio
Construcción en Nuevos Terrenos	Colectiva	963 UF[13] / USD 37.557
Pequeño Condominio	Colectiva	981 UF / USD 38.259
Construcción en Sitio Propio	Individual o colectiva*	930 UF / USD 36.270
Densificación Predial	Individual o colectiva	921 UF / USD 35.919
* El postulante individual podrá pertenecer hasta el 50% más vulnerable de la población nacional		

Tabla 2. Tipo de postulación y monto máximo de subsidio D.S. N°49

Tipo de Proyecto	Monto máx. de subsidio
Construcciones de edificaciones comunitarias	7.500 UF / USD 292.000
Mejoramiento de edificaciones comunitarias	2.000 UF / USD 78.000
Construcción y/o mejoramiento de áreas verdes	3.500 UF / USD 136.000
Accesibilidad universal para equipamiento comunitario	1.000 UF / USD 39.000
Mejoramiento mobiliario urbano	250 UF / USD 10.000

Tabla 3. Monto máximo de subsidio para Proyectos de Equipamiento Comunitario de D.S. N°27 capítulo I según tipo de proyecto

11 Link D.S. N°49 - Reglamento del Programa Fondo Solidario de Elección de Vivienda.

12 Link D.S. N°52 - Programa Subsidio de Arriendo - MINVU.

13 Unidad de Fomento (UF): unidad financiera utilizada en Chile reajustable diariamente de acuerdo con la inflación. Valor el 25 de enero de 2022: $31.164,55 equivalentes a USD 38,94 según el valor del dólar americano en la misma fecha (USD 1 = CLP 800,31).

PROGRAMA SUBSIDIO ARRIENDO [D.S. N°52]

Este programa habitacional[12], no aporta directamente al fomento de la construcción en madera pues, está abocado a un aporte estatal temporal para arriendo de una vivienda del parque existente. Está destinado a familias que tienen la posibilidad de realizar un pago mensual por el arriendo de una vivienda, recibiendo un subsidio total de 170 UF (USD 6.600 aprox.), el cual se entrega de manera mensual con un tope de 4,2 a 4,9 UF (USD 160 a 190 aprox.) en todas las comunas de las regiones de Arica y Parinacota (R.XV), Tarapacá (R.I), Antofagasta (R.II), Aysén (R.XI), Magallanes (R.XII) y Metropolitana (R.M), y puede ser utilizado de manera consecutiva o fragmentada en un plazo máximo de 8 años. De esta forma, las familias deben pagar mensualmente sólo una parte del valor del arriendo de la vivienda porque el monto restante es cancelado con el subsidio obtenido. Este aporte estatal permite el cambio de vivienda a cualquier región del país, además de la posibilidad de postular en un futuro, a un subsidio para la compra de una vivienda.

Eventualmente, este programa podría aportar a la agenda de construcción en madera siempre que se impulse la construcción de edificios administrados por el Estado en esta materialidad por parte del MINVU. La gran problemática actual para que esto suceda es la incertidumbre respecto a las mantenciones.

PROGRAMA HOGAR MEJOR [D.S. N°27]

Este programa[14] habitacional apunta a la mejora de la calidad de la vivienda, y en consecuencia la calidad de vida de sus beneficiarios y ofrece cuatro alternativas descritas a continuación.

1. Proyectos para Equipamiento Comunitario [cap.I]: busca facilitar la vida en comunidad a través de obras de alta calidad que permitan solucionar déficits o recuperar lugares de encuentro para las familias. Destinado a familias que habitan en áreas o localidades urbanas de más de 5 mil habitantes. Los montos de subsidio se detallan en la Tabla 3.
2. Proyectos para la Vivienda [cap. II]: busca favorecer las condiciones de seguridad, habitabilidad y hacinamiento de los beneficiarios a través de proyectos de reparación, mejoramiento o ampliación de las viviendas. Destinado a familias que habitan en áreas o localidades urbanas de más de 5 mil habitantes. Los montos de subsidio se detallan en la Tabla 4.
3. Proyectos para Condominios de Viviendas [cap.III]: su objetivo es reparar y/o mejorar la calidad de los bienes comunes de condominios de vivienda que presentan deterioro y apoyar a las comunidades para el adecuado uso y administración de dichos bienes en el marco de la Ley N° 19.537 Sobre Copropiedad Inmobiliaria. Destinado a familias que habitan en áreas o localidades urbanas de más de 5 mil habitantes. La Tabla 5 muestra los tipos de proyectos que incluye el programa y los montos de subsidio y ahorro asociados.
4. Proyectos de Eficiencia Energética e Hídrica [D.S. N°255/27 cap.IV]: busca mejorar la envolvente de la vivienda con el fin de reducir su fuga térmica y contribuir a mejorar sus servicios básicos. Destinado a familias que habitan en áreas o localidades urbanas de más de 5 mil habitantes. Ver Tabla 6 con montos y tipos de proyecto.

El Programa Banco de Materiales, consiste en llamados especiales incluidos dentro del programa Hogar Mejor que permiten la adquisición de materiales de construcción para mejorar y realizar mantenciones a las viviendas, incluyendo departamentos. Este beneficio se entrega en formato *giftcard* de hasta 40 UF (USD 1.600 aprox.) de subsidio y 3 UF (USD 120 aprox.) de asistencia técnica.

PROGRAMA DE HABITABILIDAD RURAL [D.S. N°10]

El Programa de Habitabilidad Rural[15] reconoce las particularidades culturales, geográficas y productivas de los territorios y de quienes residen en ellos. El aporte del Estado permite mejorar y/o ampliar la vivienda en la que vive la familia beneficiada, pudiendo postular de manera individual o colectiva. Este programa está destinado a familias que necesitan una solución habitacional y viven en zonas rurales o urbanas de hasta 5 mil habitantes. Tiene cuatro alternativas de aplicación:

1. Construcción en Sitio del Residente: permite construir una vivienda en el terreno donde vive la familia interesada y se puede postular de manera individual o colectiva. El monto de subsidio puede variar dependiendo de la calificación socioeconómica de la familia que postula y del grado de aislamiento geográfico en que se encuentre la localidad en que habita (ver Tabla 7). La vivienda que se construya deberá tener como mínimo dos dormitorios, cocina, baño y estar-comedor. A lo anterior, es posible adicionar dos obras: la construcción de un tercer dormitorio (siempre y cuando la familia lo

Tipo de Proyecto	Monto máx. de subsidio	Monto mín. de ahorro
Mejoramiento estructural	100 UF / USD 3.900	3 UF / USD 117
Mejoramiento instalaciones	90 UF / USD 3.510	3 UF / USD 117
Mejoramiento envolvente	80 UF / USD 3.120	3 UF / USD 117
Mejoramiento mantención	55 UF / USD 2.145	3 UF / USD 117
Adecuación de viviendas	300 UF / USD 11.700	7 UF / USD 273
Ampliación de vivienda de superficie inferior o igual a 40 m2	Desde 120 a 504 UF / USD 4.680 a 19.656	5 UF / USD 195
Ampliación de vivienda de superficie mayor a 40 m2	110 UF / USD 4.290	5 UF / USD 195

*Dependiendo de la superficie construida.

Tabla 4. Monto máximo de subsidio para Proyectos para la Vivienda de D.S. N°27 capítulo II según tipo de proyecto

14 Link D.S. N°27 - Programa Hogar Mejor

15 Link D.S. N° 10 - Programa de Habitabilidad Rural.

Tipo de Proyecto	Ejemplos
Mejoramiento de bienes comunes	Áreas verdes y equipamiento; cierres perimetrales; obras en techumbres; obras en ascensores, escaleras y/o circulaciones; obras en fachadas y/o muros; obras de iluminación; redes de servicio; obras de refuerzo estructural; acondicionamiento térmico; eficiencia energética e hídrica; obras de accesibilidad universal.
Ampliación de vivienda en copropiedad	Obras destinadas a aumentar la superficie construida de las unidades que conforman un condominio de viviendas sociales. Las obras podrán ejecutarse en todas las viviendas que componen una copropiedad, o bien, parcialmente por sectores.

Tipo de Proyecto	Monto máx. de subsidio para CVS*	Monto máx. de subsidio para CVE*
Subsidio base	80 UF / USD 3.120	50 UF / USD 1.950
Ampliación para deptos. de hasta 46 m2	Variable según sup. original de vivienda a ampliar	Variable según sup. original de vivienda a ampliar
Ampliación para deptos. sobre 46 m2	15 UF / USD 585	15 UF / USD 585
Incremento – Ambiente salino	10 UF / USD 390	5 UF / USD 195
Incremento – Asbesto cemento	15 UF / USD 585	7,5 UF / USD 293
Incremento – Ambiente control de plagas	5 UF / USD 195	2,5 UF / USD 98
Incremento – Ambiente grave deterioro	50 UF / USD 1.950	25 UF / USD 975
Incremento – Ambiente regularización	25 UF / USD 975	25 UF / USD 975
*CVS: Condominio de Vivienda Social / CVE: Condominio de Vivienda Económica		

Tabla 5. Tipos de proyecto y montos máximo de subsidio para Proyectos para Condominios de Viviendas del D.S. N°27 capítulo III

Tipo de Proyecto	Monto máx. de subsidio	Monto máx. de ahorro
Acondicionamiento térmico	120 UF / USD 4.680	3 UF / USD 117
Eficiencia energética	50 UF / USD 1.950	3 UF / USD 117

Tabla 6. Montos máximos de subsidio y ahorro para Proyectos de Eficiencia Energética e Hídrica del D.S. N°255/27 capítulo IV

requiera) y/o un recinto de almacenamiento o productivo, los que pueden ser: leñera, invernadero, bodega, gallinero u otros con fines productivos acreditados.

2. Construcción de Conjunto Habitacional: permite construir proyectos habitacionales de hasta 60 viviendas y el terreno puede ser propiedad del comité postulante, o bien, se puede comprar con cargo al subsidio obtenido, previa tasación del SERVIU de la región. Los montos de los subsidios dependerán del grado de aislamiento de la localidad donde viven los postulantes y de sus calificaciones socioeconómicas, según el Registro Social de Hogares (RSH) (ver Tabla 8). Las viviendas que se construyan deberán tener como mínimo dos dormitorios, cocina, baño y estar-comedor. Por su parte, el conjunto habitacional deberá considerar equipamiento, vialidad y áreas verdes, según lo establece el programa. A lo anterior, es posible adicionar dos obras: la construcción de un tercer dormitorio (siempre y cuando la familia lo requiera) y/o un recinto de almacenamiento o productivo, los que pueden ser: leñera, invernadero, bodega, gallinero u otros con fines productivos acreditados.
3. Mejoramiento y Ampliación de Vivienda Existente: permite mejorar y/o ampliar la vivienda en la que vive la familia que busca acceder al programa y se puede postular de manera individual o colectiva. Con el subsidio es posible realizar obras de mejoramiento de la vivienda (techos, muros, piso) y de mantención de servicios básicos, acondicionamiento térmico o eficiencia energética, así como también proyectos que permitan ampliar espacios ya construidos o crear algunos nuevos como dormitorios, baños, cocina y/o un recinto de almacenamiento o productivo, los que pueden ser: leñera, invernadero, bodega, gallinero u otros con fines productivos acreditados (ver Tabla 9).
4. Mejoramiento del Entorno y Equipamiento Comunitario: permite la ejecución de obras para construir, ampliar y/o mejorar el equipamiento comunitario, tales como: equipamiento deportivo, áreas verdes, plazas activas, juegos infantiles, recintos comunitarios para distintos fines, centros culturales, ferias, huertos comunitarios, entre otros. El monto de ahorro mínimo de subsidio base es de 1 UF (USD 40 aprox.), independiente del tramo de RSH al que pertenezcan los postulantes.

SUBSIDIO SECTORES MEDIOS

Existen una serie de subsidios a los sectores medios que pueden revisarse en el sitio web del MINVU. A continuación se describirán los dos más relevantes y comunes en el presente.

Por un lado, existe el D.S. N°1/2011 un subsidio habitacional para la compra de una vivienda a lo largo de Chile. Los postulantes tienen que estar inscritos en el Registro Social de Hogares (RSH) para poder recibir un subsidio de entre 1.100 y 2.600 UF (entre USD 43.000 y 101.000 aprox.) dependiendo del tramo en el que se encuentren (ver Figura 24).

Por otra parte, existe el D.S. N°19/2016 conocido como Programa de Integración Social y Territorial, que permite a familias de diferentes realidades socioeconómicas que buscan adquirir su primera vivienda con apoyo del Estado, acceder a proyectos habitacionales en barrios bien localizados y cercanos a servicios, con altos estándares de calidad en diseño, equipamiento y áreas verdes.

Las familias que tienen un subsidio para comprar una vivienda lo pueden utilizar en estos proyectos habitacionales, en la medida que existan viviendas por el valor correspondiente a su beneficio. Con todo, hay requisitos establecidos para postular sin deuda hipotecaria, con deuda hipotecaria o cumplir con ciertos requisitos si aún no se adquiere el subsidio.

Este programa se aplica a proyectos de viviendas sin inicio de obras, localizados en terrenos privados o en terrenos de propiedad municipal. Mediante resolución del Ministro de Vivienda y Urbanismo, se efectúan los llamados a presentación de proyectos habitacionales regulados por este Decreto. En esta resolución se establecen los requisitos, condiciones y exigencias que serán obligatorios para participar en dicho llamado y también, los que pueden ser eximidos, modificados o liberados. Además, el Ministro de Vivienda y Urbanismo podrá autorizar, mediante resoluciones fundadas, la realización de llamados a postulación en condiciones especiales, pero los recursos destinados a estos llamados no pueden exceder el 50% del programa anual. Si bien en cualquier llamado se puede postular a proyectos de toda materialidad, el punto anterior en particular ha generado la incorporación de nuevas materialidades y tecnologías de innovación, con lo que ha propiciado proyectos de madera de media altura. En la zona sur de Chile, ya se encuentran aprobados algunos edificios estructurados principalmente en madera bajo este Decreto.

Tramo Registro Social de Hogares (RSH)	Ahorro mín. subsidio base	Ahorro adicional tercer dormitorio	Ahorro adicional recinto complementario
40%	10 UF / USD 389	5 UF / USD 195	5 UF / USD 195
50-60%	30 UF / USD 1.200	5 UF / USD 195	5 UF / USD 195
70% o más	50 UF / USD 1.950	7 UF / USD 273	7 UF / USD 273

Tabla 7. Ahorro mínimo subsidio base y adicional según tramo en el RSH para proyectos de construcción en sitio del residente

Tramo Registro Social de Hogares (RSH)	Ahorro mín. subsidio base	Ahorro adicional tercer dormitorio	Ahorro adicional recinto complementario
40%	10 UF / USD 389	5 UF / USD 195	5 UF / USD 195
50-60%	30 UF / USD 1.200	5 UF / USD 195	5 UF / USD 195
70% o más	50 UF / USD 1.950	7 UF / USD 273	7 UF / USD 273

Tabla 8. Ahorro mínimo subsidio base y adicional según tramo en el RSH para proyectos de construcción de conjuntos habitacionales

Tramo Registro Social de Hogares (RSH)	Ahorro mín. subsidio base	Ahorro mín. subsidio de ampliación
40%	3 UF / USD 120	5 UF / USD 195
50-60%	5 UF / USD 195	5 UF / USD 195
70% o más	7 UF / USD 273	7 UF / USD 273

Tabla 9. Ahorro mínimo subsidio según tramo en el RSH para proyectos de mejoramiento y ampliación

Tramo 1 AHORRO MÍNIMO 30 UF	**Los postulantes pueden pertenecer hasta el tramo del 60% según el Registro Social de Hogares (RSH).**	**ZONA EXTREMO NORTE** Regiones de Arica y Parinacota hasta Atacama y Provincia de Chiloé	**Permite comprar viviendas de hasta 1.200 UF y entrega un subsidio fijo de 700 UF.**
		ZONA REGULAR Regiones de Coquimbo hasta Los Lagos	**Permite comprar viviendas de hasta 1.100 UF y entrega un subsidio fijo de 600 UF.**
		ZONA EXTREMO SUR E INSULAR Regiones de Aysén del Gral. C. Ibáñez del Campo, de Magallanes y la Antártica Chilena; Provincia de Palena; comunas de Isla de Pascua y de Juan Fernández	**Permite comprar viviendas de hasta 1.200 UF y entrega un subsidio fijo de 750 UF.**
Tramo 2 AHORRO MÍNIMO 40 UF	**Los postulantes pueden pertenecer hasta el tramo del 80% según el Registro Social de Hogares (RSH).**	**ZONA EXTREMO NORTE** Regiones de Arica y Parinacota hasta Atacama y Provincia de Chiloé	**Permite comprar viviendas de hasta 1.800 UF y el subsidio varía entre las 350 y las 650 UF, según el precio de la vivienda.**
		ZONA REGULAR Regiones de Coquimbo hasta Los Lagos	**Permite comprar viviendas de hasta 1.600 UF y el subsidio varía entre las 250 y las 550 UF, según el precio de la vivienda.**
		ZONA EXTREMO SUR E INSULAR Regiones de Aysén del Gral. C. Ibáñez del Campo, de Magallanes y la Antártica Chilena; Provincia de Palena; comunas de Isla de Pascua y de Juan Fernández	**Permite comprar viviendas de hasta 1.800 UF y el subsidio varía entre las 400 y las 700 UF, según el precio de la vivienda.**
Tramo 3 AHORRO MÍNIMO 80 UF	**Los postulantes deben estar inscritos en el RSH y no sobrepasar el tope de ingreso mensual familiar que será definido por resolución del MINVU.**	**ZONA EXTREMO NORTE** Regiones de Arica y Parinacota hasta Atacama y Provincia de Chiloé	**Permite comprar viviendas de hasta 2.600 UF y el subsidio varía entre las 350 y las 500 UF, según el precio de la vivienda.**
		ZONA REGULAR Regiones de Coquimbo hasta Los Lagos	**Permite comprar viviendas de hasta 2.200 UF y el subsidio varía entre las 250 y las 400 UF, según el precio de la vivienda.**
		ZONA EXTREMO SUR E INSULAR Regiones de Aysén del Gral. C. Ibáñez del Campo, de Magallanes y la Antártica Chilena; Provincia de Palena; comunas de Isla de Pascua y de Juan Fernández	**Permite comprar viviendas de hasta 2.600 UF y el subsidio varía entre las 400 y las 550 UF, según el precio de la vivienda.**

Figura 24. Esquema D.S. N°1 por tramos y zonas. Fuente: Elaboración propia en base a MINVU

Elección de la Materialidad del Proyecto en Programas Habitacionales

Los programas del MINVU pretenden dar una solución habitacional integral por lo que consideran asesorías especializadas para guiar y respaldar a los postulantes en temas técnicos, ya sea en el proceso de compra o de construcción de su casa. Este trabajo lo realizan las Entidades de Gestión Inmobiliaria o Entidades Patrocinantes. Para ofrecer sus servicios, una Entidad Patrocinante, debe suscribir un convenio marco con la Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo (SEREMI de V. y U.) correspondiente, quedando certificadas las acciones, condiciones, compromisos y obligaciones que asumen. El objetivo principal de estas entidades es organizar a las familias y realizar las gestiones necesarias para que obtengan su vivienda. Para esto, tienen responsabilidades específicas en las distintas etapas de los programas de construcción y de adquisición de viviendas construidas, así como en la elaboración de un plan de habilitación social para los integrantes de los grupos. Por ejemplo, para el programa del FSEV D.S. N°49 existen Entidades Patrocinantes, para el Programa de Habitabilidad Rural D.S. N°10/2015 existen Entidades de Gestión Rural y para el Programa de Integración Social y Territorial, DS19/2016 existen Entidades Desarrolladoras, entre otros. Por otro lado, el SERVIU es responsable de la inspección técnica de las obras para garantizar ciertas condiciones de calidad, y paga los honorarios a las entidades por sus servicios de acuerdo a los valores reglamentarios.

Por lo general, los beneficiarios tienen una idea de materialidad preferente de acuerdo a la zona en donde viven, no obstante, son las Entidades Patrocinantes o Desarrolladoras las que les presentan alternativas de proyectos para optar. Exceptuando en la zona sur de Chile, donde la madera es parte cultural importante de sus habitantes, muy pocas entidades presentan a las familias proyectos en madera sobretodo en mediana altura, por lo que se crea una brecha en cuanto a la disponibilidad de proyectos de este tipo de materialidad. Producto del impulso de la Agenda Madera MINVU y de un trabajo colaborativo, en la actualidad se han gestado en Chile industrializadoras de última generación que, en alianza con empresas constructoras, ya se encuentran desarrollando proyectos de cuatro y cinco pisos, en los programas habitacionales D.S. N°19 y D.S. N°1.

En resumen, lo que persiguen los programas habitacionales más vulnerables es la participación de las familias en las distintas etapas del proceso para desarrollar un proyecto que responda a sus necesidades y requerimientos, previo a las gestiones de aprobación con SERVIU. Por consiguiente, la elección de la materialidad se lleva a cabo a través de un proceso guiado entre entre el Estado y las Entidades correspondientes.

Especificaciones Técnicas Mínimas Base en Programas Habitacionales

Todos los programas habitacionales del MINVU cumplen con la normativa de construcción que se impone a nivel nacional descrita en el capítulo sub siguiente (Normativas y Regulaciones, p.17), sin discriminar por materialidad. Algunas regiones incorporan además, un Itemizado Técnico Regional para especificar requerimientos locales.

Particularmente, el programa habitacional FSEV D.S. N°49 descrito anteriormente, incorpora un Itemizado Técnico de Construcción (ITC) para establecer claridad y facilitar la comprensión de las exigencias técnicas mínimas de las obras correspondientes al programa. Además, establece en su Decreto condiciones bases mínimas señaladas en el Capítulo IV: Estándar Técnico de los Conjuntos Habitacionales, de la Vivienda y del Equipamiento en los Proyectos Habitacionales, entre las cuales se destaca la pertinencia cultural, el uso, el programa arquitectónico mínimo, las superficies, las dimensiones y espacios de separación mínimos, entre otras.

Requisitos de Control de Calidad al Producto de Madera en Programas Habitacionales

La calidad de los materiales y elementos industriales para la construcción a nivel nacional, se encuentra regulado en la OGUC en el Capitulo V: Materiales de Construcción, donde se establece que el control de calidad de los materiales lo realizan los laboratorios oficiales inscritos en el registro del MINVU (ver sub capítulo: Calidad de Materiales (p:40)). Estos laboratorios deben estar acreditados conforme a la norma NCh ISO 17025, la cual les otorga una acreditación con estándar internacional para los diferentes materiales y elementos, incluida la madera. Todos los programas habitacionales deben cumplir con la normativa nacional vigente.

GOBERNANZA Y ESPACIOS COLABORATIVOS

Mesas de Trabajo Colaborativo

La construcción en madera se presenta como una solución que permite afrontar el problema habitacional con un enfoque sustentable, pero para su fomento es necesario incorporar la innovación en procesos de diseño, mejorar la productividad y explotar el alto potencial de crecimiento de la industria forestal. Sobre esta base y considerando los desafíos planteados a nivel país para dar acceso a soluciones habitacionales de calidad, contribuyendo al desarrollo de comunidades, barrios y ciudades equitativas, integradas y sustentables, es que se establecen alianzas colaborativas en el ámbito académico, sectorial e interinstitucional. Dentro de los colaboradores que han sido parte de la Agenda Madera del MINVU encontramos a CORFO, el Ministerio de Agricultura, el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, el Instituto Nacional de Normalización, Madera21, CORMA, la Universidad de Concepción y la Universidad del Bío Bío, entre otros. A continuación se describen algunas de las iniciativas colaborativas y alianzas que existen a nivel nacional enmarcadas en este contexto.

INSTITUTO FORESTAL [INFOR]

Es un instituto tecnológico de investigación del Estado de Chile, constituido como una corporación de derecho privado adscrita al Ministerio de Agricultura. Es administrado y dirigido por un Director Ejecutivo, nominado por un Consejo Directivo que está conformado por siete miembros, que a su vez son nominados por la Vicepresidencia de la CORFO, el Ministerio de Agricultura, el Instituto de Desarrollo Agropecuario y la CONAF. La institución cuenta con cinco sedes: Diaguitas en La Serena, Metropolitana en Santiago, Bío Bío en Concepción, Valdivia en Valdivia y Patagonia en Coyhaique.

El INFOR busca ser una entidad referente en la generación de conocimiento científico y tecnológico del sector, en concordancia con las necesidades y demandas de la comunidad, creando valor forestal para Chile. Como describe en su sitio web, su misión es *"contribuir al desarrollo forestal chileno, fomentando el uso sustentable de los ecosistemas forestales para el beneficio de la sociedad, a través de la creación y transferencia de conocimientos, de productos y servicios innovadores de excelencia, y de información forestal relevante y oportuna para la toma de decisiones"*[16].

16 Ministerio de Agricultura, Instituto Forestal (INFOR). ¿Quiénes somos? Link.

Desde 2012, existe un trabajo colaborativo con el MINVU a través de la firma de un Convenio de Colaboración y Transferencia, cuyo objetivo general es *"desarrollar un programa de estudios y capacitación, necesarios para apoyar la labor normativa del MINVU en el área maderas"*[17], poniendo énfasis en entregar insumos para la adecuación y mejora de la normativa existente, además de mejorar las competencias laborales de los profesionales que participan en la elaboración, evaluación, inspección y supervisión de proyectos.

CENTRO DE INNOVACIÓN EN MADERA [CIM]

El Centro de Innovación en Madera, ha sido conformado a través de alianzas académicas entre las Facultades de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos, Ingeniería, Agronomía e Ingeniería Forestal de la Universidad Católica; las Escuelas de Construcción Civil y Arquitectura de la Universidad Católica; y del ámbito privado con empresas líderes del sector madera en el país como Arauco, CMPC, LP, Pizarreño, JCE, Lonza Quimetal, Simpson y Tecbolt, e impulsado por el MINVU.

El objetivo del CIM-UC es promover, concentrar y coordinar las actividades de investigación, docencia y extensión en torno al tema de la madera asociado a sus más amplias posibilidades de utilización desde una perspectiva tanto académica como empresarial, con el fin de lograr el pleno desarrollo de sus potencialidades. Esta institución asume el desafío de desarrollar el potencial que tiene Chile como país productor forestal, difundiendo las múltiples cualidades de la madera por ser un material altamente versátil, ecológico, tecnológico, durable y noble.

Desde el año 2015, se firma un Convenio Marco de Colaboración y Transferencia entre CIM y MINVU, que alinea sus desarrollos a la Agenda Madera MINVU. Anualmente se gesta un Plan de Trabajo que forma parte integrante del Convenio, en el que se especifican las actividades que se ejecutarán, los objetivos generales y específicos, se establecen hitos y plazos, y se potencia la I+D+i.

PROGRAMA ESTRATÉGICO MESOREGIONAL INDUSTRIA DE LA MADERA DE ALTO VALOR [PEM MADERA]

El PEM Madera fue una iniciativa del Estado de Chile entre los años 2014 y 2020 a través de la CORFO. Su visión era *"desarrollar una Industria Secundaria Maderera competitiva e inserta en mercados nacionales e internacionales, generando productos de madera destinados a abastecer principalmente al mercado de la construcción"*[18]. Dentro de sus metas estaba el aumento en un 30% las exportaciones de MPM al 2025 y un aumento de un 30% de la superficie construida en base a sistemas intensivos en madera respecto a la superficie total construida a nivel nacional.

El PEM Madera, desarrollaba informes y gestiones que recogían los diagnósticos e iniciativas desarrolladas en la Agenda Madera del MINVU y desde CORFO se coordinaban las aprobaciones de financiamientos para generar los diversos estudios en los cuales MINVU era mandante.

17 Ministerio de Agricultura, Instituto Forestal (INFOR). Convenio de colaboración y transferencia Ministerio de Vivienda y Urbanismo e Instituto Forestal. (2015). Link.

18 Hoja de Ruta: Informe 2016. Programa Estratégico Mesoregional, Industria de la Madera de Alto Valor. (p: 17). CORFO, COPEVAL, CDT.

Figura 25. Mercado municipal de Collipulli, proyecto CIM-UC. Fuente: www.madera.uc.cl

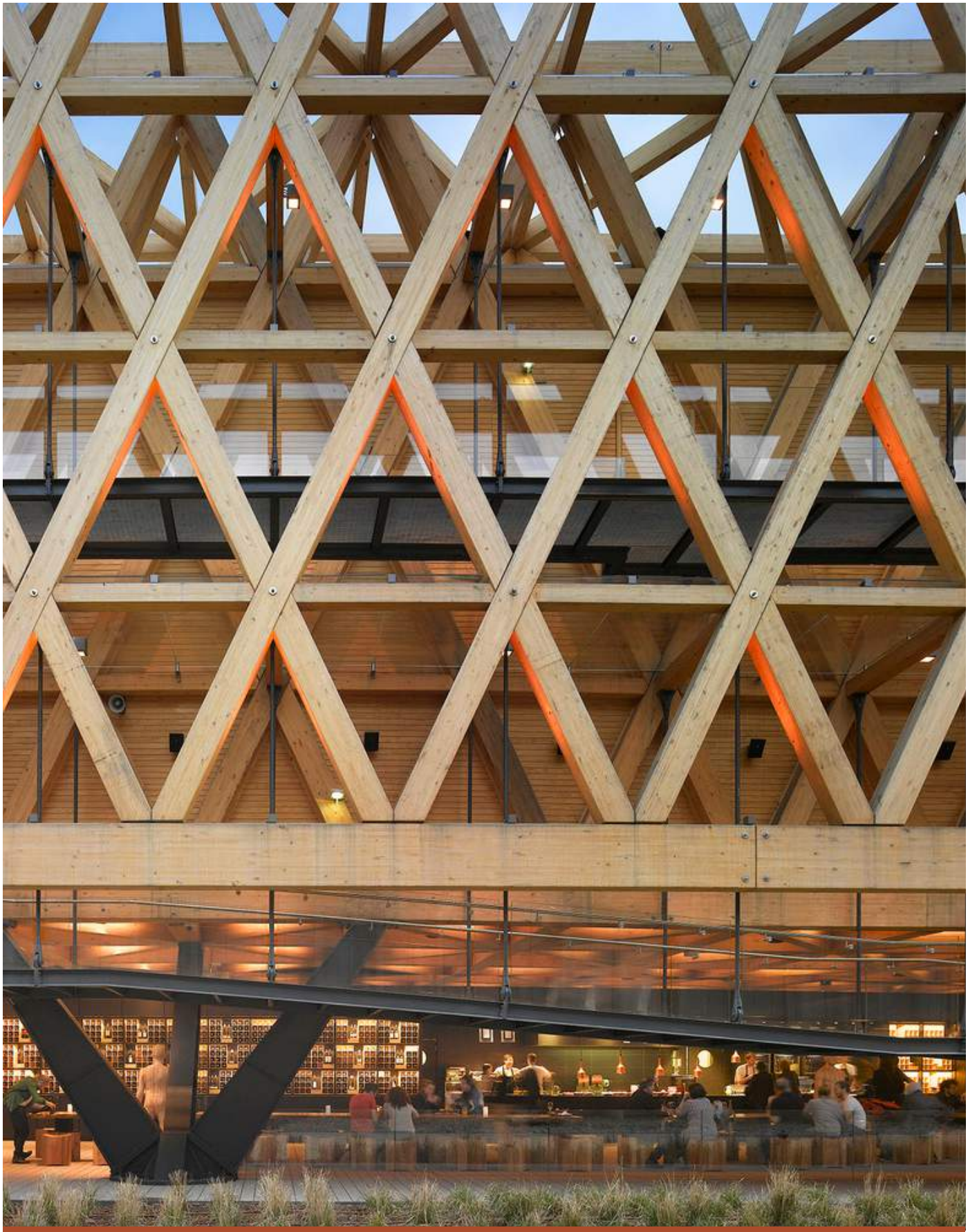

Figura 26. Pabellón de Chile Expo Milán. Por: Undurraga Devés Arquitectos. Fuente: ArchDaily - Roland Halbe

NORMATIVAS Y REGULACIONES

Existen tres niveles de acción en el marco normativo de la construcción en Chile que funcionan a nivel nacional, y se describen a continuación:

1. Ley General de Urbanismo y Construcción (LGUC): contiene los principios y bases, es decir, el funcionamiento y las responsabilidades de organismos, funcionarios, profesionales y particulares.
2. Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC): contiene las disposiciones y reglamentaciones, es decir, describe los procesos administrativos, de planificación urbana, de urbanización y de construcción, además de definir algunos estándares técnicos.
3. Normas Técnicas: contienen los requisitos técnicos de proyectos, materiales y sistemas de construcción y urbanización. Otorgan obligatoriedad para los profesionales competentes (arquitecto, ingeniero civil, ingeniero constructor y constructor civil), cuando son citadas en la LGUC o en la OGUC.

En cuanto al marco legal, existen diferentes entidades competentes involucradas en los procesos de construcción descritas en la LGUC (art. 4, art. 5 y art. 6). Entre las más relevantes encontramos al MINVU, la División de Desarrollo Urbano (DDU) del mismo ministerio, los municipios, las Direcciones de Obras Municipales (DOM), y los intendentes y gobernadores. Sus responsabilidades y funciones se describen a continuación (www.catalogoarquitectura.cl):

- MINVU [Entidad Competente]: le corresponde proponer al Presidente de la República las modificaciones que la LGUC requiera para adecuarla al desarrollo nacional. Además, de estudiar las modificaciones que requiera la OGUC, para mantenerla al día con el avance tecnológico y desarrollo socio-económico, las que se aprobarán por decreto supremo (art.3 LGUC).
- DDU [Aclaratoria]: le corresponde impartir las instrucciones para la aplicación de las disposiciones de la LGUC y la OGUC, mediante circulares que se mantendrán a disposición de cualquier interesado (art.4 LGUC).
- Municipios [Aplicación de Marco Legal]: le corresponde aplicar la LGUC, la OGUC, las Normas Técnicas y otros Reglamentos, en sus acciones administrativas relacionadas con la planificación urbana, urbanización y construcción, y a través

LGUC

LEY GENERAL DE URBANISMO Y CONSTRUCCIÓN

OGUC

ORDENANZA GENERAL DE URBANISMO Y CONSTRUCCIÓN

NCh

NORMAS TÉCNICAS

de las acciones de los servicios de utilidad pública respectivos, velando por el cumplimiento de sus disposiciones (art.5 LGUC).

- DOM [Regulador]: son organismos encargados de aplicar y fiscalizar que se cumplan todas las normas legales y reglamentarias sobre urbanismo y construcciones en su respectiva comuna (art.142 LGUC).
- Intendentes y Gobernadores [Bienes Nacionales de Uso Público]: le corresponde supervigilar que los bienes nacionales de uso público se conserven como tales, impedir su ocupación con otros fines y exigir su restitución, en su caso, conforme a sus facultades (art.6 LGUC).

Además, la LGUC en su art. 18 detalla las responsabilidades de los profesionales competentes involucrados en el proyecto, haciendo una diferencia entre las responsabilidades en el diseño, en la construcción, las del Inspector Técnico de Obras (ITO) y las del propietario primer vendedor.

Por último, existen diferentes instrumentos de planificación territorial que tienen ámbitos de acción propios según su área de influencia. A nivel nacional, el marco normativo está dado por el MINVU, la LGUC y la OGUC. A nivel intercomunal, la planificación urbana está regida por el Plan Regulador Intercomunal o el Plan Regulador Metropolitano. Y a nivel comunal, esta se rige por el Plan Regulador Comunal, el Plan Seccional y el Límite Urbano. Las condiciones aplicables a cada predio de acuerdo con estos instrumentos de planificación son descritas en un Certificado de Informaciones Previas (CIP) emitido por la Dirección de Obras Municipales (DOM) a petición de cualquier interesado.

Normas Estructurales

A través de un requerimiento prestacional, la OGUC delimita conceptos de altura y materialidad de las estructuras, definiendo condiciones para el análisis de estabilidad estructural que debe cumplir un edificio, independiente de su materialidad. La norma chilena NCh433 (1196): Diseño Sísmico de Edificios define los requerimientos respecto a edificación en altura haciendo referencia a variables de carga, incluyendo distintas especificaciones respecto a la geografía nacional, como factor sísmico según ubicación (tres zonas sísmicas), condiciones climáticas (como viento y nieve), y análisis de cargas muertas y vivas. El factor de la materialidad se estipula en distintas normas técnicas, específicamente en cuanto a la madera existe la NCh1198 (2014): Madera – Contrucciones en Madera – Cálculo, la que considera las características estructurales de maderas aserradas, laminadas y postes, y el diseño de elementos y conexiones. No existen en la normativa chilena referencias respecto al diseño de muros estructurales de madera o madera masiva. De esta forma, los proyectos de madera deben guiar su análisis de estabilidad estructural según las siguientes normativas:

- NCh 433 (1196): Diseño Sísmico de Edificios
- NCh 1198 (2014): Madera – Contrucciones en Madera – Cálculo
- NCh 1990: Madera – Tensiones admisibles para madera estructural
- NCh 2151: Madera laminada encolada estructural – Vocabulario
- NCh 2165: Tensiones admisibles para la madera laminada encolada estructural de pino radiata.

Ahora bien, las normas NCh 1198 y NCh 433 actualmente se encuentran en actualización con el objetivo de continuar desarrollando las herramientas necesarias para avanzar en edificación en media altura en madera, con eficiencia y certezas. Estas actualizaciones siguen la línea de los estudios normativos descritos en el capítulo: Agenda Pública de Construcción en Madera (2010-2030) (p: 51).

Es importante destacar, que en Chile no existen limitaciones explícitas de altura para las construcciones en madera, sin embargo, estas son limitadas por la capacidad de los sistemas constructivos para cumplir con los requerimientos técnicos de carácter estructural. La norma de diseño sísmico de edificios vigente en Chile fue desarrollada considerando valores de máximo desplazamiento relativo de entrepisos admisibles (*drift*), derivados de la construcción de edificaciones rígidas en hormigón. De esta manera, la normativa estipula que, una construcción con estructura de madera flexible debe comportarse de forma similar ante un sismo que una de hormigón, lo que se traduce en sobredimensionamiento de las estructuras de madera, que deriva en un incremento de los costos de construcción (Banco Mundial, 2021).

Normas de Resistencia al Fuego

La normativa de resistencia al fuego para las edificaciones en Chile, se basa en requisitos prescriptivos señalados en la OGUC, que especifica que toda construcción, independiente de su materialidad debe cumplir cuatro conceptos:

1. Que se facilite el salvamento de los ocupantes de los edificios en caso de incendio.
2. Que se reduzca al mínimo el riesgo de incendio.
3. Que se evite la propagación del fuego, tanto al resto del edificio como desde un edificio a otro.
4. Que se facilite la extinción de los incendios.

La Figura 3 grafica la lógica de regulación que platea la OGUC respecto al fuego, considerando protección activa, protección pasiva y vías de evacuación como ejes claves para salvaguardar las vidas de los ocupantes.

Para efectos de los requerimientos de resistencia al fuego, la OGUC clasifica las edificaciones según destino y número de habitantes, en el art. 4.3.4, y según carga de ocupación, en el art. 4.2.4. Por otro lado, el art. 4.3.3 detalla requisitos basados en la altura, carga de ocupación, superficie edificada y densidad de carga combustible para edificios de uso público.

Por su parte, para las edificaciones de vivienda la protección pasiva prescriptiva es el requisito más relevante, esto es, la resistencia al fuego de las estructuras. Por esto, se ha avanzado en contar con soluciones constructivas acreditadas en resistencia al fuego, que explican la metodología de las resistencias al fuego que se requerirán en una edificación. Como concepto general, se prescribe según el número de pisos edificado, independiente de su superficie, clasificando con letras como muestra la Tabla 10, que al combinar con el tipo de elemento a evaluar según la Tabla 11, se traduce en una resistencia al fuego que se muestra en la Tabla 12.

El cumplimiento de las resistencias al fuego obtenidas de las tablas se podrá acreditar a través de la adopción de una solución constructiva inscrita en Listado Oficial de Comportamiento al Fuego, confeccionado por el MINVU, o bien, mediante el ensayo o asimilación de resistencia al fuego emitido por alguna Institución Oficial de Control Técnico de Calidad de los Materiales y Elementos Industriales para la Construcción. Es importante tener en cuenta que las especificaciones técnicas del proyecto deben explicitar la metodología de acreditación de cumplimiento para cada uno de los elementos que indica la normativa, dependiendo del tipo de proyecto y de los elementos que lo componen.

Las normas técnicas relacionadas a la resistencia al fuego y a la prevención de incendios se encuentran citadas en la OGUC y pueden ser revisadas en el Anexo 2.1: Listado de Normas Relacionadas con el Fuego (p: 90).

Normas de Eficiencia Energética

La OGUC en su art. 4.1.10 establece las condiciones a cumplir para los elementos constructivos, sean éstos complejos de techumbre, muros perimetrales o pisos ventilados. En otras palabras, aquellas unidades que componen la envolvente de la vivienda deberán demostrar cumplimiento de transmitancia térmica "U" igual o menor al valor expuesto en la Tabla 13.

Además, existen requerimientos específicos para cada tipo de elemento. Para elementos de techumbre, que contempla las mansardas y/o paramentos inclinados, la norma advierte minimizar la ocurrencia de puentes térmicos, prevaleciendo una aislación térmica continua, y establece condiciones para ventanas incorporadas en este tipo de elementos.

En cuanto a los elementos de muro, la norma considera algunas excepciones del cumplimiento de la tabla, como muros mediterráneos, cadenas y vigas en las albañilerías, y para recintos cerrados contiguos a una vivienda, como bodegas, leñeras u otros. El art. 4.1.10 establece además, la incorporación de barreras de humedad y/o de vapor, en muros que contiene materiales aislantes. Finalmente, para el caso de puertas vidriadas exteriores, señala que la superficie contable de ventana, será la parte

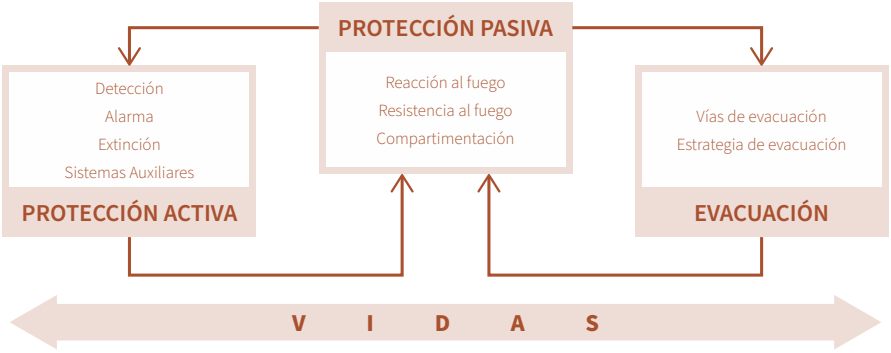

Figura 27. Diagrama de regulación OGUC respecto al fuego. Fuente: Elaboración propia en base a cap. 3 OGUC

correspondiente al vidrio de la misma. Las puertas al exterior de otros materiales no tienen exigencias de acondicionamiento térmico.

Por último, para pisos ventilados definidos como aquellos que no presentan contacto directo con el terreno, incluyendo los planos inclinados inferiores de escaleras o rampas que estén en contacto con el exterior, la norma establece minimizar la ocurrencia de puentes térmicos, pero aceptando que exista interrupción de la continuidad generada por los elementos estructurales del piso o de las instalaciones domiciliarias, tales como vigas, tuberías, ductos o cañerías.

Adicionalmente, la norma establece condiciones específicas para ventanas, detallando un porcentaje máximo de superficie de ventanas respecto a paramentos verticales de la envolvente, e incorpora, para algunas zonas, la posibilidad de utilizar un método alternativo del valor U ponderado aplicable sólo para el caso de vidrios monolíticos.

La OGUC señala que se deberá demostrar en los diferentes proyectos el cumplimiento de los requisitos a través de uno de los siguientes métodos:

1. Mediante la incorporación de un material aislante etiquetado con el R100 que corresponde al valor equivalente a la Resistencia Térmica (m^2K/W)x100, rotulado según la norma técnica NCh 2251.
2. Mediante un Informe de Ensaye otorgado por un laboratorio con inscripción vigente en el Registro Oficial de Laboratorios de Control Técnico de Calidad de la Construcción del

ALTURA EDIFICADA							
Nº de pisos	1	2	3	4	5	6	7 ó más
Clasificación	d	d	c	c	b	a	a

Tabla 10. Clasificación de resistencia al fuego según número de pisos

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	
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 – horizontales	
7	Escaleras
Elementos horizontales	
8	Elementos soportantes horizontales
9	Techumbre incluido cielo falso

Tabla 11. Clasificación de elementos estructurales

RESISTENCIA AL FUEGO									
Tipo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a	F-180	F-120	F-120	F-120	F-120	F- 30	F- 60	F-120	F- 60
b	F-150	F-120	F- 90	F- 90	F- 90	F- 15	F- 30	F- 90	F- 60
c	F-120	F- 90	F- 60	F- 60	F- 60	-	F- 15	F- 60	F- 30
d	F-120	F- 60	F- 60	F- 60	F- 30	-	-	F- 30	F- 15

Tabla 12. Resistencia al fuego según tipo de elemento y clasificación por nº de pisos

MINVU, que demuestre el cumplimiento de la transmitancia o resistencia térmica total de la solución del complejo de techumbre, muro y piso ventilado.

3. Mediante cálculo, según norma técnica NCh 853, demostrando el cumplimiento de la transmitancia o resistencia térmica del complejo de techumbre, muro y piso ventilado. Dicho cálculo deberá ser efectuado por un profesional competente.
4. Especificar una solución constructiva para el complejo de techumbre, muro y piso ventilado que corresponda a alguna de las soluciones inscritas en el Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico del MINVU.

Normas de Comportamiento Higrotérmico

La Ley N°19.300 art. 4.1.10. bis sobre Bases Generales del Medio Ambiente establece áreas de aplicación de Planes de Prevención y/o Descontaminación Atmosférica (PPDA), instrumentos de gestión ambiental que definen requisitos específicos para dichas zonas. La OGUC, en su artículo 4.1.10 bis, establece que para permisos de obra nueva, ampliación o reconstrucción de viviendas en áreas en que se esté aplicando un PPDA, se deben cumplir obligatoriamente los requisitos dispuestos por dicho plan. Los PPDA vigentes en la actualidad son: O'Higgins (2013), Temuco y Padre las Casas (2015), Coyhaique (2016), Chillán–Chillán Viejo (2016), Osorno (2016), Talca–Maule (2016), Valdivia (2017), Curicó Valle Central (2017), Los Ángeles (2019) y Concepción Metropolitano (2019). Sus exigencias específicas se definen en la Tabla 14.

Además, existen una serie de normas técnicas relacionadas con el confort higrotérmico y la eficiencia energética de las edificaciones que pueden ser revisadas en el Anexo 2.2: Listado de Normas Relacionadas con la Eficiencia Energética (p: 91).

Normas de Desempeño Acústico

En materia de desempeño acústico la OGUC presenta tres artículos principales que describen las condiciones acústicas locales, el aislamiento entre viviendas, y el ruido de instalaciones.

El art. 4.1.5 describe las condiciones acústicas locales, que clasifica en cuatro grupos:

1. Locales que deben ser totalmente aislados del exterior (establecimientos de salud, educación, bibliotecas, entre otros). Todos los locales ubicados en barrios con alto nivel sonoro según la Dirección de Obras Municipales deberán someterse a exigencias acústicas de normas chilenas oficiales.
2. Locales que deben ser parcialmente aislados del exterior (viviendas, oficinas, lugares de culto, entre otros). Todos los locales ubicados en barrios con alto nivel sonoro según la Dirección de Obras Municipales deberán someterse a exigencias acústicas de normas chilenas oficiales.
3. Locales sin exigencias acústicas (estadios, mercados, restaurantes, entre otros).

Zonas térmicas	Transmitancia térmica máx. permitida [W/m2K]		
	Techo	Muro	Piso Ventilado
1	0,84	4,00	3,60
2	0,60	3,00	0,87
3	0,47	1,90	0,70
4	0,38	1,70	0,60
5	0,33	1,60	0,50
6	0,28	1,10	0,39
7	0,25	0,60	0,32

Tabla 13. Transmitancia térmica máxima permitidas según Zona Térmica y elemento constructivo según art. 4.1.10 OGUC

4. Locales ruidosos que deben tratarse de manera recíproca a los dos primeros (fábricas, salas de baile, entre otros). Estos no podrán construirse en sectores habitacionales, ni a menos de 100m de los edificios del grupo 1.

El art. 4.1.6 aplica para elementos que dividan unidades de vivienda pareada, continua o en altura, incluida la techumbre cuando sea habitable, respecto del ruido aéreo e impacto, según corresponda. Este artículo establece para pisos un nivel de presión acústica de impacto normalizado (Ln,w) menor o igual a 75 dB, y para muros y pisos un índice de reducción acústica (Rw+C) mayor o igual a 45 dB. El cumplimiento de los requisitos especificados en este artículo puede ser demostrado perteneciendo al Listado de Soluciones Constructivas para Aislamiento Acústico del MINVU, o bien, mediante la realización de Informes de Ensayo o Informes de Inspección, emitido por un laboratorio con inscripción vigente en el Registro Oficial de Laboratorios de Control Técnico de Calidad de la Construcción del MINVU.

Por último, el art. 4.1.12 aplica para todas las instalaciones mecánicas, cuyo funcionamiento pueda producir ruidos o vibraciones molestas a los moradores del edificio, estableciendo que deberán consultar la aislación acústica necesaria y los dispositivos especiales que impidan las trepidaciones.

Además, la normativa acústica chilena ha adoptado de manera íntegra las normas ISO 10140 (5 partes) e ISO 16283 (3 partes) de ensayos de aislación acústica en laboratorio y terreno, respectivamente, así como una versión contextualizada de la norma australiana AS/NZS 2107 de niveles sonoros y tiempo de reverberación de diseño recomendados para todo tipo de recintos. También, se ha actualizado la serie de normas NCh 3307 que sirven para estimar el aislamiento acústico entre recintos, apuntando a estudiar la implementación de memorias de cálculo como mecanismo de acreditación de requisitos acústicos para vivienda. Mas recientemente, se ha trabajado en una norma de clasificación acústica de viviendas, que busca establecer una escala de valoración de la calidad acústica de viviendas nuevas y existentes basada en diferentes descriptores prestacionales in situ. Se prevé que este sistema se asemeje al la Calificación Energética de Vivienda y que junto con los estudios y desarrollos normativos, sirvan para realizar una nueva actualización de la OGUC. El listado de normas de desempeño acústico puede ser revisado en el Anexo 2.3: Listado de Normas Relacionadas con el Desempeño Acústico (p: 91).

Por último, en el Tomo I: Salud y Bienestar del documento de Estándares de Construcción Sustentables para Viviendas de Chile[19] desarrollado por el MINVU en 2018 existe un capítulo sobre recomendaciones para el confort acústico de la vivienda. En este, se señalan los requerimientos en etapa de diseño, en etapa de construcción y en etapa de operación para cumplir con los estándares de confort determinados.

Zonas térmicas	Transmitancia térmica máx. permitida [W/m2K]			
	Techo	Muro	Piso Ventilado	Puertas
Valle Central de la región de O´Higgins Valle Central de la Provincia de Curicó Talca – Maule	0,38	0,80	0,60	1,70
Concepción Metropolitano	0,33	0,60	0,60	1,70
Los Ángeles Chillán – Chillán Viejo Temuco – Padre Las Casas	0,28	0,45	0,50	1,70
Valdivia Osorno	0,28	0,40	0,39	1,70
Coyhaique	0,25	0,35	0,32	1,70

Tabla 14. Requerimientos de transmitancia térmica máx. permitida según PPDA

Calidad de los Materiales

El MINVU fomenta el mejoramiento de la calidad de la construcción en el país mediante los siguientes entandares normativos, sin hacer distinción de materialidad:

1. Control de Calidad de los Materiales y Elementos Industriales para la Construcción [D.S. N°10]: es obligatorio y lo efectuarán los laboratorios de Control Técnico de Calidad de Construcción que estén inscritos en el Registro Oficial de Laboratorios de Control Técnico de Calidad de Construcción del MINVU, aprobado por D.S. N°10 (V. y U.) de 2002.
2. Condiciones y calidadades [OGUC]: no podrán emplearse materiales y elementos industriales de construcción que no reúnan estas características.
3. Exigencia de Determinación de Calidad del Material: el Director de Obras Municipales podrá disponer que se determine la calidad de los materiales o elementos industriales de construcción, mediante ensayes o análisis que serán de cargo del fabricante, del constructor o del propietario.
4. Normas Técnicas Oficiales: las que se citen expresamente en la OGUC serán obligatorias en tanto no contradigan sus disposiciones.

El listado de normas obligatorias citadas en la OGUC y en el D.S. N°10, que establecen el control de calidad de los materiales y elementos industriales para la construcción se puede ver en el Anexo 4: Listado de Normas Relacionadas con la Calidad de Materiales (p: 91).

En resumen, la OGUC define la calidad para los materiales de construcción y los laboratorios oficiales realizan ensayos que demuestren el cumplimiento de estos estándares de los productos. Por otra parte, son las normas de requisitos de materiales las que establecen si el producto debe o no cumplir con una certificación o con controles de calidad. Los certificadores de producto deben estar acreditados de acuerdo a la norma ISO 17065.

Para el caso de la madera, la cobertura del control de calidad de los materiales realizados por los laboratorios oficiales se presenta principalmente en la zona sur del país, en donde se sitúan las forestales y los aserraderos que producen la madera para construcción. Los ensayos generales mínimos que se realizan al producto madera son los siguientes:

1. Propiedades de la madera, ensayos generales.
2. Madera preservada.
3. Madera laminada.

El proceso de control de calidad de materiales para la madera se encuentra claro, existiendo en la normativa chilena dos definiciones bases sobre las cuales se debe testear la calidad del producto. La primera es el concepto *Madera Estructural para Construcción* aquella que, por sus características físicas y mecánicas principalmente, resulta apta para ser empleada como elemento resistente en la construcción y cumple con las especificaciones de las normas técnicas y la normativa legal vigente. La segunda es la *Madera Comercialmente Seca*, referida a la madera aserrada con dimensiones determinadas cuyo contenido de humedad es menor que 20%. La OGUC, conforme a la normativa obligatoria vigente, establece claramente la calidad del producto de madera referida según especie, dimensión nominal, grado estructural y preservación. Se ha avanzado en sistemas de control de calidad e inspección técnica de obras para verificar que se cumpla con la misma.

El MINVU además, desarrolló el Manual de Control de Calidad de Obras (hormigón, albañilería y madera)[20] como una herramienta para todos los actores que estén relacionados con los procesos de inspección y/o fiscalización, para asegurar y fortalecer el cumplimiento normativo y el estándar de construcción.

ROTULADO DE LA MADERA

La ausencia de un rotulado pieza a pieza dificulta el desarrollo de sistemas constructivos industrializados, que incorporen tecnología, prefabricación y digitalización. Además, la certificación es un detonante clave para lograr profesionalizar la construcción en madera en general y la edificación en media altura en particular. Es importante destacar que tanto el hormigón como el acero cuentan con procesos de certificación y control de calidad, por lo que la madera no puede ni debe ser la excepción.

Bajo este escenario, actualmente se desarrolla de manera voluntaria y desde el sector privado en aserraderos tipo pilotos, un proyecto de Rotulando la Madera para uso estructural, que aporta a la demostración de la calidad del producto madera. Esta iniciativa apunta sólo a la identificación de la madera estructural, para garantizar la calidad estructural del producto utilizado en la construcción. Así, facilitar la utilización y diferenciación de los materiales de construcción, que en el caso de la madera, pueden

19 Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), Construcción Sustentable. Estándares de construcción sustentable para viviendas de Chile. Tomo I: Salud y bienestar. (2018). (2º ed). Link.

20 Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU). Estándares de construcción sustentable para viviendas de Chile. Manual de control de calidad de obra. (2018). Link.

ser aparentemente iguales pero tener calidades muy distintas. Todavía existe resistencia al proyecto por ciertas partes del sector privado, especialmente aserraderos más pequeños, argumentando que la venta de la madera siempre ha sido a granel. El rotulado de la madera estructural para construcción establece:

- Identificación del aserradero de origen: nombre o razón social del aserradero de origen de la madera.
- País de origen: abreviación según la norma ISO 3166-1.
- Especie: por ejemplo, Pino Radiata, Pino Oregón, Eucalipto Nitens u otros.
- Terminación: dimensionado o cepillado, según corresponda.
- Dimensión nominal: la escuadría de la pieza de madera, será expresada como denominación comercial, acompañada por su dimensión en milímetros (mm) y por su largo en metros (m), de acuerdo a lo establecido en la NCh 2824, punto 4 tabla 1 y la NCh 174 punto 4, según corresponda.
- Grado estructural: deberá señalar alguna de las siguientes indicaciones GS, G1, G1 y mejor, G2, C16, C24, MGP10, MGP12, de acuerdo a la NCh 1198; y para las otras especies según lo establecido en las normas NCh 1198, NCh 1970/1 y NCh 1970/2.
- Preservación: el tipo de preservante y la clase de riesgo, según NCh 819, y cuando sea aplicable según el artículo 5.6.8, punto 3, de la OGUC
- Contenido de humedad: de ser <20%, según lo establecido en NCh1198 punto 4.4 y anexo D.

Protección de las Maderas

El uso obligatorio de madera preservada está estipulado en la OGUC. Además, la actual NCh 819: Madera preservada – Pino radiata – Clasificación según uso y Riesgo en Servicio y Muestreo, regula la protección de la madera contra el ataque de biológicos, gracias a sus especificaciones técnicas en materia de usos y precauciones de preservantes. Esta norma indica diferentes niveles de clasificación de riesgo de los elementos de la vivienda que requieren ser impregnados, de acuerdo con su lugar de uso y los agentes a los cuales está expuesto (ver

Nivel de riesgo de deterioro	Condición de uso	Agente biológico de deterioro (ingreso y ataque)
Riesgo 1 (R1)	Uso en interiores, sobre el nivel del suelo y ambientes secos.	Insectos, incluida la termita subterránea.
Riesgo 2 (R2)	Uso en interiores, sobre el nivel del suelo, con posibilidad de adquirir humedad, ambientes mal ventilados.	Hongos de pudrición e insectos, incluida la termita subterránea.
Riesgo 3 (R3)	Uso en exteriores o interiores, exposición a las condiciones climáticas.	Hongos de pudrición e insectos, incluida la termita subterránea.
Riesgo 4 (R4)	Uso en exteriores o interiores, en contacto con el suelo, con posibilidades de contacto esporádico con agua dulce	Hongos de pudrición e insectos, incluida la termita subterránea.
Riesgo 5 (R5)	Uso en exteriores o interiores, en contacto con el suelo, componentes estructurales críticos, contacto con agua dulce.	Hongos de pudrición e insectos, incluida la termita subterránea.
Riesgo 6 (R6)	Uso en contacto con agua marina.	Horadadores marinos, hongos de pudrición e insectos, incluida la termita subterránea.

Tabla 15. Clasificación de riesgo según uso y agentes biológicos de deterioros descritos en la NCh819

Producto	Riesgo	Penetración mín. en albura	Profundidad mín. en caso de duramen expuesto en superficie
Madera aserrada	R1, R2 y R3	100%	3mm
Madera aserrada – espesor <50mm	R4	100%	15mm
Madera aserrada – espesor >50mm	R4	100%	25mm
Madera aserrada	R5 y R6	90%	89

Tabla 16. Penetración del preservante según clase de riesgo descritos en la NCh819

Tabla 15), indicando los preservantes recomendados para cada caso en particular. La aplicación de productos complementarios para proteger superficialmente la madera no exime del cumplimiento dela NCh 819, conforme lo establece la OGUC.

Esta misma norma, establece requisitos para la madera preservada en función de penetración y retención de los agentes utilizados en su proceso de impregnación (ver Tabla 16). Para esto, presenta una serie de preservantes que pueden ser empleados para otorgar protección a las maderas. Se debe tener presente que los preservantes que se utilizan en el país, deben contar con autorización vigente del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), según el D.S. N°3557 de 1980.

Mantención de las Maderas

Según la Agenda Madera MINVU, la brecha diagnosticada como prioritaria en Chile inicialmente era la nivelación de la normativa estructural para edificación en mediana altura. Aún así, un punto relevante a desarrollar es la generación de normativas o códigos y manuales que aborden de manera integral el tema mantención de las edificaciones en madera, entendiendo que el deterioro progresivo de estas es producido por diferentes agentes externos cuando el diseño y la mantención no son los adecuados.

En el mercado existen productos que protegen la madera expuesta, por lo que se requiere generar metodologías de colocación, control de calidad e inspección para establecer su durabilidad. Es importante destacar, que para no generar una brecha económica entre la madera y otros materiales, sobretodo en los casos de viviendas sociales, estos productos deben ser asequibles económicamente e implementados correctamente. En esta línea, el Programa Hogar Mejor descrito en el capítulo: Políticas y Programas (p:11) considera subsidios para el mejoramiento de la calidad de la vivienda.

Como primera iniciativa, apoyado por el Convenio permanente entre el MINVU y el CIM-UC se publica en 2021 la Guía de Operación de Edificaciones en Madera[21] como parte de la plataforma Diseña Madera.

21 Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU). (2021). Guía de operaciones de edificaciones en madera. Link.

Figura 28. Rolos de madera aserradero Flor del Lago, Chile. Fuente: Propia

DESCRIPCIÓN DE LA INDUSTRIA FORESTAL

Chile es uno de los principales países productores forestales a nivel mundial siendo responsable en 2019 del 2,24% del valor total de las exportaciones de productos madereros a nivel mundial[22]. Durante el año 2020, las exportaciones del sector forestal en Chile representaron un 6,7% del total del total nacional, porcentaje que descendió desde el 2018, año en que el sector alcanzó su máximo representando un 9,2% de las exportaciones nacionales. La pulpa química ha sido durante los últimos 15 años el producto predominante en exportaciones del sector forestal, sin haber disminuido de un 40%[23].

De acuerdo a información entregada por INFOR, el 22,3% de la superficie de Chile está cubierta por bosques, lo que representan 16,9 millones de hectáreas. De esta superficie, 14,6 millones de hectáreas (19,3% del territorio nacional) son bosques nativos, y 2,3 millones de hectáreas corresponden a plantaciones forestales. La distribución de especies dentro del bosque plantado es asimétrica, con un 56% correspondiente a pinus radiata, seguido por un 25% de eucalyptus globulus y un 11,8% de eucalypthus nitens[23].

Según datos entregados por INFOR, en el año 2020 la industria de la pulpa química fue la que tuvo mayor participación en el sector, representando un 36,3%, seguido por la industria del aserrío con un 35,4%, la industria de las astillas con un 15,3%, y la de tableros con un 10,2% (ver figura Figura 29). Cabe señalar, que durante el año 2019 la industria del aserrío generó una producción de 8,03 millones de m3, de los cuales 97,2% corresponden a madera aserrada de pino radiata, lo que le confiere a Chile el décimo lugar a nivel mundial de producción de madera aserrada de coníferas[22]. Estos fueron producidos en un total de 957 aserraderos, que junto con 237 aserraderos que tuvieron sus actividades paralizadas durante el mismo periodo, suman un total de 1.250 unidades productivas nacionales. Existen en Chile aserraderos permanentes y aserraderos móviles, representando el 97,5% y 2,5% respectivamente. Los aserraderos se distribuyen desde la Región de Valparaíso hasta la Región de Magallanes, pero las regiones de Maule, Ñuble y Biobío concentran el 76,8% de la producción. La producción mencionada se realizó en aserraderos grandes (18 unidades), medianos (92 unidades) y pequeños (847 unidades), cuyas diferencias tecnológicas y de infraestructura son muy pronunciadas, por lo que representan el 55,5%, el 30,4% y el 14,1% respectivamente del total producido.

22 Food and Agriculture Organization of the United Nations. Link

23 Instituto Forestal (INFOR), Área de Información y Economía Forestal. (2021) Anuario Forestal 2021. Gobierno de Chile. Link.

Fase Producción de la Materia Prima

CERTIFICACIÓN DE LA GESTIÓN FORESTAL

Actualmente se utilizan en Chile las dos certificaciones de gestión forestal internacionales más conocidas: *Forest Stewardship Council* (FSC)[24] y *Programme for the Endorsement of Forest Certification* (PEFC)[25]. Por un lado, existe el Sistema Chileno de Certificación de Manejo Forestal Sustentable (CERTFOR), un sistema nacional constituido en 2002 a través de fondos públicos asignados a Fundación Chile, con el apoyo de CORFO e INFOR. En 2004, CERTFOR es homologado por PEFC, con lo que Chile se convierte en el primer país no europeo en lograr y mantener dicho reconocimiento. Con esto, dicha certificación pasa a ser conocida como PEFC Chile a pesar de que su nombre original sigue siendo utilizado. De acuerdo con reportes a diciembre de 2019, Chile contaba con un total de 1.909.713 ha de superficie forestal certificada CERTFOR, distribuidas en 4 empresas grandes y 18 pequeñas. Por otro lado, a partir de 1998 representantes de diversas instituciones académicas, ONGs y empresas se reúnen para establecer un grupo de trabajo para desarrollar los estándares nacionales del FSC, creando en 2004 la Iniciativa de Certificación Forestal Independiente AG. De esta forma, FSC se conforma en Chile como una asociación gremial que actualmente reúne a más de 50 organizaciones para promover el manejo sustentable de los bosques y plantaciones bajo los criterios del mismo. FSC Chile cuenta con un Directorio compuesto por 9 miembros, elegidos por la Asamblea General desde cada una de las 3 cámaras: económica, social y ambiental. El FSC Chile emite tres tipos de certificados relacionados tanto con la producción como con las etapas posteriores de los procesos de producción forestal, estos son: Certificación de Madera Controlada, Certificación de Manejo Forestal y Certificación de Cadena de Custodia. Otras certificaciones menores que ofrece son: certificación de servicios del ecosistema, certificación de proyectos, y certificación para pequeños propietarios. Para 2019, la superficie de bosques certificada FSC y Cadena de Custodia sumaba un total de 2.335.595 ha.

CERTIFICACIÓN DE LA CADENA DE CUSTODIA

Actualmente Chile cuenta con 72 empresas con certificación vigente de Cadena de Custodia de acuerdo con los estándares CERTFOR y PEFC. De estas, el 50% corresponden a imprentas, el 12,5% a distribuidoras de papel, el 11,1% a aserraderos, paneles y remanufacturados, y el resto corresponde a empresas forestales, de producción de papel y celulosa, producción de astillas, y *packaging*.

Como se mencionó anteriormente, uno de los tres certificados emitidos por FSC Chile hace referencia a la Cadena de Custodia. Esta comprueba que los productos de bosques certificados FSC sean sometidos a verificación a través de la cadena de sucesos que pueden experimentar desde el bosque al usuario final, como procesamientos, transformaciones y transportación.

CERTIFICACIÓN DE MADERAS ASERRADAS, TABLEROS LAMINADOS, PANELES CLT U OTROS

Los organismos que realizan certificaciones de productos de construcción en Chile son los Organismos de Certificación de Productos acreditados ISO 17065 en el área de materiales de construcción, siguiendo los estándares internacionales ISO/CASCO[26]. Esta acreditación es otorgada por el Instituto Nacional de Normalización (INN). Además, para evaluar ciertas características del producto, los certificadores pueden necesitar la labor de Laboratorios de Ensayo los que pueden ser propios o externos subcontratados, pero siempre acreditados. La acreditación de un laboratorio de ensayo corresponde a la norma ISO 17025 y también es otorgada por el INN. Actualmente existen tres de estos organismos en Chile, que certifican aceros, cementos, fibrocementos, yeso-cartón, entre otros, y son: IDIEM de la Universidad de Chile, CESMEC SA y DICTUC SA.

Específicamente en términos de la madera, actualmente no existen Organismos de Certificación de Productos que trabajen madera para construcción, solo se cuenta con cuatro Laboratorios de Ensayo acreditados en clasificación estructural y preservación de la madera. Estos son: Holzbeton Kontroll Ltda., Laboratorio de Ciencias de la Construcción de la Universidad del Biobío, Eurofins Testing S.A., y el Laboratorio de Madera Estructural del Instituto Forestal. Es importante destacar, que estos laboratorios no tienen la facultad para certificar productos, sino que realizan ensayos a los productos y emiten los Informes de Ensayos respectivos. El proceso de certificación del producto implica realizar procedimientos y seguir una metodología determinada que apunta a una evaluación de la conformidad del mismo, que va más allá de un ensayo específico.

24 Consejo de Administración Forestal.

25 Programa para el Reconocimiento de Certificación Forestal.

26 International Organization For Standardization / Commitee On Conformity Assessment.

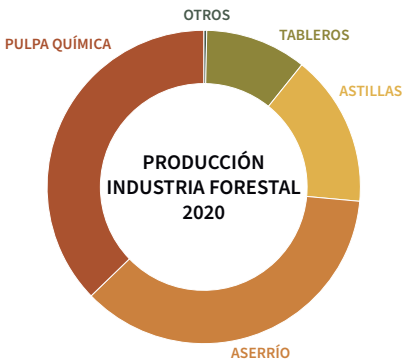

Figura 29. Gráfico producción forestal por sector el 2020. Fuente: Elaboración propia a partir de INFOR

Por otro lado, el MINVU junto con el Ministerio de Economía han impulsado el rotulado de la madera con el objetivo de que usuarios, constructores y diseñadores tengan información real sobre el uso de este material. Próximamente Chile contará con un decreto que recogerá los requisitos establecidos en la normativa vigente para la construcción en madera. El proyecto del rotulado de la madera se desarrolla en profundidad en el capítulo: Rotulado de la Madera (p:73).

Fase Industrialización de Edificaciones en Madera

DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE SE INDUSTRIALIZAN

En Chile, existen diversas industrias secundarias de la madera, entendidas como las que procesan y transforman la materia prima extraída de las empresas del sector primario y las convierten en en producto, por ejemplo, maderero. Estas pueden clasificarse en base a la tipología constructiva o los elementos asociados que desarrollan, obteniendo las siguientes categorías:

- Entramados Ligeros: comúnmente están asociados a la madera aserrada, y tienen como origen una construcción tradicional en madera con elementos de mayor escuadría que los que hoy estamos acostumbrados, además del uso de diagonales y ensambles. Tras los avances tecnológicos de la revolución industrial dieron origen a los sistemas *Platform Frame* y *Balloon Frame* que conocemos hoy.
- Postes y Vigas: comúnmente asociados a la madera laminada, y son muchas veces propios de proyectos tipo plantas libres o de edificios que no requieran muchos muros portantes. Estas estructuras son también llamadas de marcos o pórticos. Están presentes en la arquitectura de las grandes obras en madera laminada, como viñas, barricas, teatros y pabellones.
- Madera Maciza o Masiva: comúnmente asociada a la alta tecnología, como el CLT y la edificación en altura, pero también tiene un origen tradicional en la cabaña de troncos o sistemas como el blockhaus. En la actualidad muchas veces es combinada con otras tipologías estructurales, así como con otros materiales. Es la que ha sido utilizada en el actual desarrollo de la edificación en altura en madera de más de 7 pisos.

PLANTAS INDUSTRIALIZADORAS DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS Y ESTRUCTURALES DE MADERA

En base a la clasificación mencionada anteriormente, se describen a continuación las principales empresas industrializadoras de elementos constructivos y estructurales de madera.

Dentro de las industrias relacionadas con el sistema de entramado ligero, encontramos:

- E2E nace al amparo de dos empresas globales y líderes en sus segmentos de materiales de construcción: ARAUCO y ETEX Group, teniendo dos centros productivos, uno en Santiago de Chile con una línea productiva altamente automatizada de control numérico, y otro en Curitiba, Brasil, con más de 10 años de experiencia en construcción industrializada en madera. Su filial brasileña, Tecverde, es una empresa de ingeniería que incorpora los conceptos tecnológicos más avanzados para la construcción de viviendas. Cuenta con una fábrica automatizada, con más de 130.000 m^2 construidos y un proceso de ensamblaje cuatro veces más rápido que la albañilería convencional. E2E diseña y produce un sistema constructivo industrializado basado en paneles con estructura de madera, con un alto performance térmico, acústico y resistencia. De esta manera, ofrece un sistema altamente tecnológico, preciso, con costos conocidos antes del comienzo de la obra, y con un plazo acordado. Gracias a esto, acortan los tiempos totales de construcción, que significan un retorno de la inversión más rápido y menores costos totales[27].
- Timber es una empresa especialista en diseño y fabricación de estructuras de madera prefabricadas mediante equipos CNC de pequeña, mediana y gran escala. Está presente en Chile desde 2013 con más 50.000 m^2 construidos. Su trabajo se realiza con sistemas BIM CADCAM que permiten visualizar la obra, definir todos los detalles, y adelantarse a posibles problemas que puedan surgir durante el desarrollo de la misma. Después, se lleva la información a una máquina de control numérico que hace los cortes y las uniones. El material ya cortado de manera exacta se traslada en forma de «kit» al lugar donde se realizará el proyecto. Un día de mecanizado equivale a una semana de construcción en obra, por lo que es posible bajar el tiempo de producción en un porcentaje muy alto, y al ser un mecanizado perfecto, no hay margen de error ni pérdida de materiales

27 www.e2echile.com

Figura 30. Planta Tecno Fast. Fuente: www.tecnofast.cl

o desperdicios. Tampoco se requiere mucha mano de obra, lo que significa que el proyecto es más eficiente y por ende, más económico. Esta empresa utiliza maderas MGP 10 Pino Radiata impregnada con vacsol azure, tableros y los laminados de Arauco[28].

- Tecno Fast asegura que la construcción modular logra optimizar en un 50% los plazos de entrega gracias al proceso de fabricación en línea realizado en su planta. Esta, por su grado de automatización y velocidad, permite reducir significativamente los costos de un proyecto al tener disponible el flujo de venta con anticipación, lo que se traduce en mayores utilidades y menores costos financieros para la empresa o según sea el caso, mayor productividad o beneficio social. Sus procesos productivos cuentan con certificación ISO 9000, un mayor grado de capacitación y especialización de sus trabajadores permitiendo su desarrollo laboral[29].
- Patagual es una compañía dedicada a la industrialización de módulos de madera para la construcción de alta velocidad en obras residenciales, turísticas, hospitales, escuelas o colegios, edificios de baja altura y campamentos mineros. Utiliza tecnología alemana de última generación (*Homag Weinmann*), y se encuetran ubicados en Concepción y San Pedro de la Paz[30].
- Nueva San José es una empresa que cuenta con una planta de prefabricados que entrega una completa sincronización entre arquitectura, ingeniería y especialidades. Fabrican paneles modulables, construidos bajo rigurosos procesos de control de calidad[31].

En cuanto a las plantas industrializadoras relacionadas con el sistema de postes y vigas podemos encontrar:

- Louisiana Pacific se especializa en la producción de I-Joist, una viga recta compuesta por alas de madera de pino unidas por un sistema *finger-joint*, y un alma de OSB de 11,1mm protegida contra termitas por boratos de zinc. A diferencia de la madera aserrada, son elementos de gran longitud y de gran resistencia, y no presentan deformaciones por contracción, torsión, combaduras, pandeos, alabeos y rajaduras, entregando un uso más eficiente de la madera para vigas. Se fabrican con dimensiones, densidades y contenido de humedad estables que logran una alta resistencia estructural. Al tener mayor capacidad de carga que las vigas de madera, permiten construir estructuras de piso con mayores luces. Este sistema es ampliamente utilizada en Estados Unidos, Canadá y Europa, en construcciones residenciales y comerciales, en estructuras de pisos y techos, dado que permite una mayor productividad, eficiencia y reducción de costos de construcción[32].

28 www.timber.cl
29 www.tecnofast.cl
30 www.grupopatagual.cl
31 www.nuevasanjose.cl
32 www.lpchile.cl
33 www.arauco.cl/chile/marcas/hilam/
34 www.lamitec.cl
35 www.ingelam.cl

- Hilam se especializa en la producción de Madera Laminada Encolada (MLE) y *Glued Laminated Timber* (GLULAM). La norma ASTM D3737 la define como *"Un material fabricado al unir piezas de madera con adhesivo, debidamente seleccionadas y preparadas, en forma recta o curva, y con la veta de todas las piezas paralelas al eje longitudinal del producto"*. Una de las grandes ventajas de este producto es la facilidad con la que se pueden producir formas arqueadas o curvas en vigas o pilares. En Chile numerosas edificaciones han utilizado la madera laminada encolada en su construcción, entre ellas, el Pabellón de Chile en la Expo Sevilla 1991 y la cubierta del nuevo edificio del Paso Los Libertadores[33].
- Lamitec fue creada en 1970, dedicada a procesar madera y fabricar casas industrializadas. En la actualidad, entrega soluciones para proyectos de madera laminada que van desde la fabricación de elementos mecanizados con CNC hasta la instalación. Entre sus proyectos más relevantes, están el edificio Paso Los Libertadores (ubicado a 3.600 metros sobre nivel del mar, con cargas de nieve de 1.600 kg/m^2 y más de 4.000 m^2 de MLE fabricados e instalados en 8 meses); el Aeropuerto Chacalluta, la Piscina del colegio Nido de Águilas, el Hospital Militar y el Mercado Municipal de Temuco[34].
- Ingelam con más de 20 años de experiencia en madera laminada, entrega soluciones para el diseño, fabricación y montaje. Ha realizado más de 500 proyectos de uso comercial, industrial, equipamiento, infraestructura pública y viviendas, utilizando más de 45.000 m^3 de madera laminada, de los cuales ha montado 25.000 m^3. Entre los proyectos más relevantes, están: la piscina del Parque O´higgins, la Biblioteca Municipal de Constitución, el colegio San Francisco Javier y la viña Pérez Cruz[35].

Por último, dentro de los productos de madera masiva más conocidos se encuentra el *Cross Laminated Timber* (CLT), que a nivel nacional actualmente se encuentra en investigación y desarrollo, destacando los trabajos realizados por la Universidad del Biobío y la Universidad de Santiago. Existen las siguientes empresas industrializadoras de CLT:

- Niuform (anteriormente Cortelima) fue fundada en Los Ángeles, VIII Región, el año 2004, y cuenta con tecnología para la elaboración y el tratamiento de la madera. La planta como tal fue montada bajo la Norma Europea, siguiendo estrictos parámetros medioambientales y consecuentemente el abastecimiento de madera es sólo de proveedores certificados. El preservante que se utiliza es Vacsol Azure, el cual entrega una protección estimada en un mínimo de 20 años para madera al exterior, otorgándole además estabilidad dimensional.

36 www.niuform.cl

37 www.tecton.cl

38 www.ebco.cl y cmpcmaderas.com/Pensemos-en-madera/Nuevo-edificio-CMPC

39 Banco Mundial (2020) La construcción de viviendas en madera en Chile: Un pilar para el desarrollo sostenible y la agenda de reactivación. The World Bank Group. (p.19). Link.

Figura 31. Planta industrializadora E2E. Fuente: www.linkedin.com/company/e2echile/

- Crulamm fue autor de las primeras experiencias con este producto de ingeniería, realizando en 2011 la construcción de una vivienda residencial de dos pisos y 120 m² en San Pedro de la Paz, un proyecto FONDEF cuya construcción finalizó en 2013, dando como resultado la primera vivienda PassivHaus de Chile. La planta ubicada en Coronel, tiene la capacidad de producción de 1.400 m² de paneles/mes, de dimensiones de hasta 1,3 x 5,6 m, de espesor variable entre 60 a 287 mm. Entre sus productos disponibles están muros de 2,4 m de alto por 6 m de largo, debidamente formateados y con recortes de puerta y ventanas, además de losas de espesor según calculo, ancho hasta 1.300 mm y largo estándar hasta 5700 mm.

Fase de Construcción y Montaje en Madera

EMPRESAS CONSTRUCTORAS QUE OPTAN POR CONSTRUIR EN MADERA

Aún en Chile la mayoría de las empresas constructoras no ha optado por construir preferentemente en madera, sin embargo, existen casos que están teniendo experiencias exitosas a través de edificaciones de diferentes estándar y tecnologías constructivas, entre las que encontramos:

- Tecton trabaja con hormigón a la vista y la madera laminada en edificación, habiendo realizado a la fecha 22.700 m² de edificación usando 160 m³ de madera laminada, siendo parte de estos, los conjuntos habitaciones Alcántara y San Gabriel (San Crescente)[37].
- EBCO desarrolló el Edificio Corporativo de CMPC, de 10.800 m², proyecto diseñado por la oficina Izquierdo Lehmann y Premio Nacional de Arquitectura, es el primer edificio en Chile en recibir la certificación FSC de Cadena de Custodia de Proyecto. La madera se utilizó en la construcción de losas CLT, vigas, cadenetas y pilares, paneles (techo visible), revestimientos (interiores, exteriores y cielos) piso *deck* y piso de ingeniería de las especies Pinus radiata y Eucalyptus nitens[38].

Otras empresas constructoras se han interesado en el desarrollo de viviendas de interés social, de 2 pisos, diseñadas para postulación a subsidio DS 49, como las diseñadas por Elemental, oficina liderada por Alejandro Aravena (Premio Pritzker 2016), bajo la presentación de atributos como una excelente aislación térmica tanto en muros como techo, ventilación cruzada, buena altura interior (2 a 3.5m), montaje rápido y eficiente. Algunos ejemplos son:

- Constructora Rucalhue con interés en innovación en sistemas de construcción, tiene proyectos como El Alba, de viviendas de 2 pisos, particulares, de alto estándar, de alrededor de 250 metros cuadrados, construidas con sistema E2E (entramado ligero) en el segundo piso y estructura de techumbre en madera (cerchas, costanera y placas).
- Convissa que en Casablanca ejecutó 394 viviendas pareadas donde dos industrializadores trabajaron juntos: Baumax en el primer piso en hormigón armado prefabricado y E2E en la solución industrializada con estructura de madera para el segundo piso

BARRERAS OBJETIVAS Y SUBJETIVAS PARA QUE MÁS EMPRESAS CONSTRUCTORAS OPTEN POR CONSTRUIR EN MADERA

Pese a sus ventajas y nivel de desarrollo a nivel mundial y nacional, la construcción en madera en altura en Chile enfrenta desafíos, como ganarse el espacio en la mente de las personas, disminuir costos que aún son más altos que en una construcción tradicional de acero o concreto (aunque eso debería cambiar a medida que se masifiquen), y combatir los mitos que rodean el uso de la madera, en especial ante incendios y terremotos.

El Banco Mundial[39], en su informe percibe que en Chile, si bien hay experiencia en la materia, aún existe un desconocimiento sobre los beneficios y capacidades de la construcción en madera que se convierten en barreras para que más empresas constructoras opten por construir en este material. Esto, además de la falta de experiencia de empresas constructoras y profesionales, y una brecha cultural generalizada.

En el mismo informe, se menciona que el desconocimiento antes mencionado, puede deberse a requerimientos que se utilizan en otros países para prevenir el riesgo de incendios, los que limitan el uso de la madera principalmente a viviendas unifamiliares. En esos casos, el uso de este material en entornos urbanos con mayor densidad o edificaciones de viviendas multifamiliar de más de 2 pisos de altura, es escaso, considerando la normativa como una barrera para el desarrollo de proyectos de madera. Esto sucede aún cuando en el caso de Chile no hay condicionantes explícitas que limiten el desarrollo de edificaciones en madera, ya que la normativa nacional no hace distinción entre materiales.

Por otro lado, hay requerimientos normativos prestacionales que no toman en consideración las particularidades de desempeño y/o beneficios de la madera, como los asociados a estabilidad estructural, o la existencia de requerimientos de ensayos obligatorios para soluciones de madera multicapas que no permiten la realización de asimilaciones técnicas de soluciones similares o no entreguen métodos de cálculo alternativo. Esto se traduce finalmente en mayores costos frente a otras soluciones constructivas. Para el avance sobre estas barreras, ha sido útil el desarrollo de proyectos detonantes emblemáticas e innovadores detallados en el capitulo Proyectos Detonantes (p:54).

Capacidades Profesionales y Técnicas

CAPACIDADES PROFESIONALES PARA LA CONSTRUCCIÓN EN MADERA

Durante el 2020 la ocupación del sector forestal en Chile llegó a superar los 112.000 personas, dentro de las cuales el 29,9% estaban ligadas a la industria primaria y el 25,7% a la industria secundaria.

Según datos entregados por el INFOR, la formación profesional relacionada a la construcción en madera es escasa, existiendo sólo una institución que posee una carrera universitaria especializada en madera. El resto de las carreras ligadas a la construcción ofrecen sólo algunos cursos específicos de construcción en madera. La oferta de carreras profesionales ligadas a la construcción con madera se describe a continuación.

Existen 28 universidades en Chile que imparten la carrera de arquitectura, de las cuales sólo cuatro tienen cursos específicos de construcción en madera. Estas son la Universidad Autónoma de Chile, la Universidad Católica de Temuco, la Universidad del Biobío y la Universidad Mayor. En cuanto a las carreras de Constructor o Constructor Civil se imparte en 19 instituciones a lo largo del país, lo que incluye centros de formación técnica, institutos profesionales, y universidades con duración sobre los cinco semestres. Siete de ellas contemplan en su malla curricular una asignatura que hace referencia al tema de la madera, que son: CFT Iprosec, Universidad Mayor, IP de Chile, IP IPG, Universidad Técnica Federico Santa María, CFT Ceduc – UCN y CFT Lota – Arauco. Por su parte, las carreras de Ingeniería que tratan temáticas de construcción son: Ingeniería en Construcción, Ingeniería Civil en Obras Civiles, Ingeniería Civil en Gestión de la Construcción, Ingeniería en Industrias de la Madera e Ingeniería Civil con diploma en ingeniería y gestión de la construcción. Estas carreras se dictan en 29 instituciones con una duración promedio de diez semestres y suman 34 carreras en total. De estas, 18 carreras tienen al menos un curso relacionado con la madera. Las instituciones y cantidad de carreras relacionadas a la construcción en madera son: IP Dr. Virginio Gómez (1), Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (1), Universidad Andrés Bello (1), Universidad Austral de Chile (1), Universidad Autónoma de Chile (1), Universidad Católica del Maule (1), Universidad Central de Chile (2), Universidad de La Frontera (1), Universidad de Magallanes (1), Universidad de Valparaíso (1), Universidad del Biobío (2), Universidad Mayor (1), Universidad Tecnológica Metropolitana (2), Pontificia Universidad Católica de Chile (1), y la Universidad de Talca (1).

Es interesante destacar que en al menos cuatro casas de estudio existe la carrera de Ingeniería Forestal, la que apunta a formar profesionales para la industria forestal primaria, que logren conocer y entender las necesidades, procesos y condiciones que debe alcanzar la madera para alcanzar altos niveles de desempeño. En el caso de la Universidad de Chile, el programa contempla cursos sobre los procesos industriales forestales además de estimular la comprensión de las necesidades del sector de construcción en madera, incluyendo el estudio de las propiedades mecánicas que requiere esta disciplina. Las otras instituciones que la imparten, pero con un enfoque menor hacia la construcción en madera, son: la Universidad de Concepción, la Universidad Mayor, y la Universidad Austral.

CAPACIDADES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN EN MADERA

En cuanto a la oferta de formación técnica relacionada a la construcción con madera, existen dos tipologías. Por un lado están las carreras de Técnico en Construcción, las que incluyen Técnico en Construcción, Técnico de Nivel Superior en Construcción y Técnico en Obras Civiles y se imparten en 29 instituciones, con una duración promedio de cinco semestres. Sólo siete de estas carreras contemplan una asignatura relacionada con la construcción en madera, impartidas en: la Universidad Católica de Temuco, la Universidad de Los Lagos, la Universidad Técnica Federico Santa María, el CFT Juan Bohon, el IP de Chile, el IP Dr. Virginio Gómez G. y el CFT Laplace. Por

otro lado, la carrera de Técnico en Edificación y Terminaciones, con una duración promedio de cuatro semestres, e impartida en cuatro instituciones. Sólo una de ellas incluye un curso relacionado con la madera, que es el CFT Proandes.

CAPACIDADES DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PARA LA INNOVACIÓN EN EDIFICACIÓN EN MADERA

El programa PoloMadera, de la Universidad de Concepción busca crear valor agregado en los productos de madera para fomentar el crecimiento económico de la región del Biobío. Sus líneas de acción van desde la investigación para el desarrollo de la manufactura eficiente en madera, y asesorías técnicas en construcción y productos derivados de la madera, hasta capacitación en nuevos procedimientos, técnicas constructivas y tecnologías para la transformación de la madera, y extensión tecnológica a las pequeñas y medianas industrias de la región[40].

Por otro lado, el Centro de Investigación en Tecnologías de la Construcción (CITEC) de la Universidad del Biobío es una unidad de desarrollo y transferencia tecnológica que busca desarrollar, aplicar y transferir conocimiento y tecnología a la industria de la construcción nacional. Sus líneas de acción son la investigación y desarrollo orientados a nuevos productos, procesos o servicios aplicables en la edificación local; asesorías y estudios destinados a resolver problemas, necesidades y prestar ayuda a la toma de decisiones de clientes específicos; servicios de laboratorios acreditados que cubren diversas áreas de ensayos y análisis de materiales y componentes de construcciones; formación y capacitación de pre y postgrado de la Universidad; y capacitación de personal de empresas[41].

El año 2014 nació el Centro UC de Innovación en Madera (CIM UC) como una alianza entre la Pontificia Universidad Católica y la Corporación Chilena de la Madera (CORMA). Esta institución ha asumido el desafío de desarrollar en Chile el potencial que representa ser un país forestal, fortaleciendo las características de la madera por ser un material altamente versátil, ecológico, tecnológico, durable y noble. Para esto, el CIM promueve la construcción en madera en altura a través de soluciones constructivas orientadas a la eficiencia energética, al alto estándar y al la sustentabilidad como factor primordial en el desarrollo de los ejes social, económico y ambiental[42].

La CORMA fundó en 2001 Madera21, una asociación que busca difundir y promover el uso de la madera en Chile, a través de cuatro ejes de trabajo: educación y capacitación, investigación y desarrollo, comunicación y difusión, y relación con grupos de interés. Entre sus actividades destaca la Semana de la Madera, evento anual cuya primera versión tuvo lugar el año 2004 y ha alcanzado gran notoriedad, interés y reconocimiento, por sus seminarios, exposiciones comerciales y charlas técnicas de alto nivel[43].

En el marco del Programa de Fortalecimiento y Creación de Capacidades Tecnológicas Habilitantes para la Innovación de CORFO es que surge el Centro Interdisciplinario para la Productividad y la Construcción Sustentable (CIPYCS) liderado por la Universidad Católica de Chile, la Universidad del Biobío, la Universidad Católica del Norte y la Universidad de Talca. Sus cinco áreas de trabajo son sistemas de construcción en madera; productividad; calidad y resiliencia estructural; nuevos materiales, sistemas constructivos y productos sustentables, y construcción sustentable. Entre sus iniciativas se destaca el laboratorio de prototipado a escala piloto, PEP Lab, con instalaciones de 1.240 m^2, en las dependencias de la Universidad del Biobío[44].

En 1989 la Cámara Chilena de la Construcción (CChC) creó la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT), una corporación de derecho privado y sin fines de lucro, que busca promover la innovación y el desarrollo tecnológico en la construcción. Dentro de sus líneas de acción destacan la de innovación y la de sustentabilidad, las cuales realizan proyectos ligados al desarrollo de sistemas más eficientes con madera. Además, el CDT tiene un nutrido calendario con diversas actividades de difusión y transferencia tecnológica[45].

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de Chile maneja el Laboratorio de Maderas USACH, cuyo objetivo es realizar proyectos de investigación sobre materiales de madera usados en la construcción. Dentro de las iniciativas desarrolladas se destaca el proyecto CLT Chile, el cual consistió en realizar estudios de ingeniería para facilitar la introducción en Chile de un nuevo sistema constructivo de rápida ejecución, utilizando elementos de madera contralaminada (CLT), para la construcción de edificios de mediana altura[46].

40 www.polomadera.cl
41 www.citecubb.cl
42 www.madera.uc.cl
43 www.madera21.cl y info.semanadelamadera.cl
44 www.cipycs.cl
45 www.cdt.cl
46 www.oocc-usach.cl/laboratorio-de-maderas

CAPACIDADES ACADÉMICAS Y DE LABORATORIOS

Programas Especializados en Diseño y Construcción en Madera

La formación profesional especializada en construcción en madera en Chile es escasa, existiendo un solo programa de pregrado que apunta a la especialización en madera. El resto de las carreras relacionadas con la construcción tienen sólo algunos cursos específicos sobre el tema, no siempre obligatorios.

En cuanto a estudios de posgrado, el Magíster en Construcción en Madera[47] es un programa destinado a Arquitectos, Ingenieros Civiles en todas sus especialidades, Ingenieros Constructores, Ingenieros Forestales, Ingenieros de Ejecución en Madera, Diseñadores Industriales, Constructores Civiles y Licenciados en disciplinas afines, que tiene como objetivo formar profesionales del área con profundos conocimientos sobre el correcto uso de la madera, con la finalidad de lograr una aplicación masiva de este material desde el mobiliario hasta las grandes estructuras. Apunta a formar posgraduados con amplio conocimiento y manejo de información actualizada, quedando en condiciones de: aplicar adecuadamente las soluciones arquitectónicas, constructivas y de diseño de objetos de madera; innovar, desarrollar e impulsar nuevas tecnologías relacionadas con la madera; difundir los nuevos conocimientos tanto a nivel de pregrado como postgrado; y contribuir al avance de la disciplina a nivel nacional e internacional.

Por otro lado, el Diplomado en Diseño, Cálculo y Construcción en Madera[48] es un programa que ofrece el CIM UC, de la Pontificia Universidad Católica de Chile, que ofrece conocimientos teórico-prácticos avanzados de diseño usando a la madera como principal elemento constructivo, así como las metodologías y técnicas constructivas asociadas a este material.

Finalmente, el Magíster en Arquitectura Sustentable y Energía (MASE UC), si bien es un programa de posgrado de carácter profesional y académico que -desde una perspectiva más amplia- capacita a sus egresados para dar respuestas valiosas a los problemas de sostenibilidad y energía relacionados con el mundo de la arquitectura, tiene una línea de investigación permanente para el trabajo en torno al diseño en madera, asumiendo el desafío del gran potencial forestal de Chile, y el excelente desempeño ecológico de la construcción en madera.

47 www.mcm.ubiobio.cl

48 madera.uc.cl/es/formacion/cursos/503-diplomado-en-diseno-calculo-y-construccion-en-madera

Laboratorios Especializados

Como se mencionó en el sub capítulo Certificación de Maderas Aserradas, Tableros Laminados, Paneles CLT u Otros (p:77) de este informe, existen cuatro laboratorios de ensayos especificados en madera para la construcción. Estos son:

- Holzbeton Kontroll Ltda.: fundado en 1996, este laboratorio ofrece servicio de Ensayos de Laboratorio en las áreas de mecánica de suelos, hormigones, certificación de madera, sondajes geotécnicos, ensayos geofísicos entre otros, además de servicios de ingeniería, abarcando desde el inicio hasta el término del proyecto.
- Laboratorio de Ciencias de la Construcción de la Universidad del Biobío: es una unidad académica dependiente del Departamento de la Construcción, perteneciente a la Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño. Al ser un laboratorio universitario, busca apoyar a la docencia de pregrado y posgrado en las actividades curriculares vinculadas con el desarrollo de las disciplinas relacionadas con el ámbito de la administración y de la construcción en todas sus facetas[47].
- Eurofins Testing S.A.: es parte de una red de laboratorios a nivel mundial que cuenta con más de 900 laboratorios, prestando servicios de análisis, consultoría e implementación, auditoría e inspección y certificación en diferentes rubros. En el ámbito de la madera, destaca por ser el único en Chile acreditados para análisis de Vigas Laminadas (Norma NCh 2148:2013), Puertas y Ventanas (Norma NCh 2148:2013), además de ser pioneros en la ejecución del control de los ensayos de Panel SIP.
- Laboratorio de Madera Estructural del Instituto Forestal (LME INFOR): financiado en parte por el Fondo de Inversiones Estratégicas (FIE) del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. Es un laboratorio acreditado por el Instituto Nacional de Normalización (INN), e inscrito en el registro de Laboratorios de Control de Calidad de los Materiales de Construcción del MINVU. La iniciativa surgió con el propósito de fortalecer y ampliar las capacidades de estandarización y ensayo para la madera estructural, para estructuras de madera y productos de ingeniería en el país[49].

49 www.ubiobio.cl
50 www.eurofins.cl
51 www.infor.cl

ANÁLISIS DEL MERCADO DE VIVIENDAS SOCIALES

Parque Inmobiliario de la Vivienda Social

Tras importantes esfuerzos que el Estado de Chile realizó para reducir el déficit habitacional nacional, pasando de un déficit de 771.935 viviendas en 1992 a 521.957 al 2002[50] y luego a 397.613 en 2017[51], en la actualidad sufre un alza, llegando a cifras que no se registraban desde hace más de 25 años[54]. De acuerdo con un estudio elaborado por Déficit Cero y el Centro de Políticas Públicas de la Pontificia Universidad Católica en Chile existe un déficit habitacional de más de 640 mil viviendas, siendo el 84,4% de los afectados personas que viven en condición de allegados, hacinados o en viviendas irrecuperables, particularmente en las regiones Metropolitana, Valparaíso, Biobío, Antofagasta, Tarapacá y el Maule. Esto, debido en parte por la crisis económica derivada de la pandemia de COVID-19, las alzas de los créditos hipotecarios, el elevado costo de los materiales y el aumento de precio de los arriendos . Debido a esto, uno de los caminos adoptado por el Gobierno será la implementación del Plan de Emergencia Habitacional para construir 260 mil viviendas en los próximos 4 años. En la actualidad, las herramientas para generar los proyectos inmobiliarios necesarios para dar respuesta a dicho déficit son los programas habitacionales gestionados por el MINVU, que pueden ser revisados en el capítulo Programas Habitacionales Gestionados por el Estado de Chile10 (p:57), y que se realizan a través de Decretos Supremos del Estado de Chile.

Adicionalmente a lo anterior, se estima que 1,3 millones de viviendas en Chile requieren ser reacondicionadas debido a bajos estándares cualitativos habitacionales, haciéndose urgente mejorar la habitabilidad de las viviendas existentes y nuevas.

Ahora bien, si analizamos la materialidad de las construcciones de vivienda en Chile, al hacer una segmentación según altura, es posible constatar que la madera es el material más utilizado desde el año 2016 en el país para viviendas de 1 y 2 pisos según las solicitudes de permisos de edificación y datos otorgados por el CIM UC, sin embargo, su uso en edificaciones de mayor altura aún no se masifica. En edificaciones de 3 y 4 pisos, el uso de madera se ha mantenido por debajo del 5%, sector donde el hormigón armado ha

52 IInstituto Nacional de Estadísticas (INE), Comisión Nacional del XVII Censo de Población y VI de Vivienda. (2003) Síntesis de Resultados: Censo 2002.

53 Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Comisión Nacional del XVII Censo de Población y VI de Vivienda. (2018) Síntesis de Resultados: Censo 2017.

54 Servicio Jesuita a Migrantes. Link.

desplazado a la albañilería como como el material predominante. En tanto, la presencia de la madera en edificaciones de 5 pisos o más, es inexistente, salvo por contadas excepciones. De esta manera, existe un espacio importante para el crecimiento de edificaciones en madera en el segmento de 3 o más pisos de altura, de generarse escenarios que promuevan su desarrollo.

Desde una perspectiva territorial, de acuerdo con el levantamiento de información de las Estadísticas de Edificación año 2002-2019 a nivel nacional, realizado por el CIM UC , el hormigón es el material predominante en la zona centro-norte del país, específicamente de Arica a Antofagasta, además de las regiones de Valparaíso y Metropolitana. Por otro lado, la albañilería de ladrillo aún predomina desde la región de Coquimbo, hasta la región del Biobío (con la excepción de Valparaíso y Metropolitana) y, finalmente, en la zona Sur, desde la región de La Araucanía hasta la Región de Magallanes, predomina la construcción con madera.

ACRÓNIMOS

ACHISINA	Asociación Chilena de Sismología e Ingeniería Antisísmica
CDT	Corporación de Desarrollo Tecnológico
CERTFOR	
CEV	Certificación Energética de Vivienda
CIM UC	Centro de Innovación en Madera, Universidad Católica
CONAF	Corporación Nacional Forestal
CORFO	Corporación de Fomento
CORMA	Corporación Chilena de la Madera
CTeC	Centro Tecnológico para la Innovación en la Construcción
DDU	Dirección de Desarrollo Urbano - MINVU
DITEC	División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional - MINVU
DOM	Dirección de Obras Municipales
DS	Decreto Supremo
FSC	
IDIEM	Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación de Estructuras y Materiales
INFOR	Instituto Forestal
INN	
LGUC	Ley General de Urbanismo y Construcción
MINVU	Ministerio de Vivienda y Urbanismo
MINURVI	Foro de Ministros y Autoridades Máximas de la Vivienda y el Urbanismo de América Latina y El Caribe
OGUC	Ordenanza General de Urbanismo y Construcción
CORFO	Corporación de Fomento
PDA	Plan de Descontaminación Ambiental
PEFC	
PPDA	Planes de Prevensión y/o Descontaminación Ambiental
RSH	Registro Social de Hogares
SAG	Servicio Agrícola Ganadero
SEREMI	Secretaria Regional Ministerial
SERVIU	Servicio de Vivienda y Urbanismo
USACh	Universidad de Santiago de Chile
WCTE	World Conference on Timber Engineering

BIBLIOGRAFÍA

Banco Mundial (2020) La construcción de viviendas en madera en Chile: Un pilar para el desarrollo sostenible y la agenda de reactivación. The World Bank Group. (p.19). https://documents1.worldbank.org/curated/en/224671607109191179/pdf/The-Construction-of-Timber-Houses-in-Chile-A-Pillar-of-Sustainable-Development-and-the-Agenda-for-Economic-Recovery.pdf

Diseña Madera: Soluciones constructivas para la edificación. https://www.disenamadera.cl

Centro de Innovación en Madera (2021) Manual de diseño de estructuras en madera. https://www.disenamadera.cl/templates/plantillaresponsiva/doc/Manual%20de%20Diseno%20de%20Estructuras%20en%20Madera-v8.pdf

Centro de Innovación en Madera (2021) Guía de operaciones de edificaciones en madera. https://www.disenamadera.cl/templates/plantillaresponsiva/doc/Guia_de_Operacion_CIM_UC.pdf

CORFO, COPEVAL, CDT (2016) Hoja de Ruta: Informe 2016. Programa Estratégico Mesoregional, Industria de la Madera de Alto Valor.

Instituto Forestal (INFOR), Área de Información y Economía Forestal. (2021) Anuario Forestal 2021. Gobierno de Chile. https://wef.infor.cl/publicaciones/publicaciones.php

Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Comisión Nacional del XVII Censo de Población y VI de Vivienda. (2003) Síntesis de Resultados: Censo 2002.

Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Comisión Nacional del XVII Censo de Población y VI de Vivienda. (2018) Síntesis de Resultados: Censo 2017.

Ministerio de Agricultura, Corporación Nacional Forestal (CONAF). (2016) Política Forestal 2015-2035. Gobierno de Chile. https://www.conaf.cl/wp-content/uploads/2020/12/6-Politica-forestal-2015-2035.pdf

Ministerio de Agricultura, Instituto Forestal (INFOR) (2015) Convenio de colaboración y transferencia Ministerio de Vivienda y Urbanismo e Instituto Forestal. https://www.infor.cl/index.php/?option=com_infor&view=proyecto&id=246

Ministerio de Agricultura, Instituto Forestal (INFOR) ¿Quiénes somos? https://www.infor.cl/index.php/about-us/somos-infor

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) Construcción Sustentable: Contexto. https://csustentable.minvu.gob.cl/contexto-y-fundamentos/

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) Estándares de construcción sustentable para viviendas de Chile. Tomo I: Salud y bienestar. (2018). (2º ed). https://csustentable.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/ESTÁNDARES-DE-CONSTRUCCIÓN-SUSTENTABLE-PARA-VIVIENDAS-DE-CHILE-TOMO-I-SALUD-Y-BIENESTAR.pdf

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) Estándares de construcción sustentable para viviendas de Chile. Manual de control de calidad de obra. (2018). https://catalogo.minvu.cl/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=24752

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) (2021) Guía de operaciones de edificaciones en madera. https://www.disenamadera.cl/templates/plantillaresponsiva/doc/Guia_de_Operacion_CIM_UC.pdf

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) Planes de Descontaminación Atmosférica. https://www.minvu.gob.cl/planes-de-descontaminacion-atmosferica/

ANEXOS

ANEXO 2.1: LISTADO DE NORMAS RELACIONADAS CON EL FUEGO

Normas Generales sobre Prevención de Incendios	
NCh 933	Terminología.
NCh 934	Clasificación de fuegos.
Resistencia al Fuego	
NCh 935/1	Ensaye de resistencia al fuego - Parte 1: Elementos de construcción general.
NCh 935/2	Ensaye de resistencia al fuego - Parte 2: Puertas y otros elementos de cierre.
NCh 2209	Ensaye del comportamiento al fuego de elementos de construcción vidriados.
Cargas Combustibles en Edificios	
NCh 1914/1	Ensaye de reacción al fuego - Parte 1: Determinación de la no combustibilidad de materiales de construcción.
NCh 1914/2	Ensaye de reacción al fuego - Parte 2: Determinación del calor de combustión de materiales en general.
NCh1916	Determinación de cargas combustibles.
NCh1993	Clasificación de los edificios según su carga combustible.
Comportamiento al Fuego	
NCh1974	Pinturas - Determinación del retardo al fuego.
NCh 1914/2	Determinación del comportamiento de revestimientos textiles a la acción de una llama.
NCh1979	Determinación del comportamiento de telas a la acción de una llama.
Señalización de Edificios	
NCh2111	Señales de seguridad.
NCh2189	Condiciones básicas.
Elementos de Protección y Combate contra Incendios	
NCh1429	Extintores portátiles - Terminología y definiciones.
NCh1430	Extintores portátiles - Características y rotulación.
NCh1433	Ubicación y señalización de los extintores portátiles.
NCh1646	Grifo de incendio - Tipo columna de 100 mm - Diámetro nominal.
Normas sobre Rociadores Automáticos	
NCh2095/1	Sistemas de rociadores– Parte 1: Terminología, características y clasificación.
NCh2095/2	Sistemas de rociadores- Parte 2: Equipos y componentes.
NCh2095/3	Sistemas de rociadores- Parte 3: Requisitos de los sistemas y de instalación.
NCh2095/4	Sistemas de rociadores- Parte 4: Diseño, planos y cálculos.
NCh2095/5	Sistemas de rociadores- Parte 5: Suministro de agua.
NCh2095/6	Sistemas de rociadores- Parte 6: Recepción del sistema y mantención.

ANEXO 2.2: LISTADO DE NORMAS RELACIONADAS CON LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Normas Generales	
NCh853	Componentes y elementos para la edificación ⍰ Resistencia térmica y transmitancia térmica - Método de cálculo.
Envolvente Eficiente	
NCh3137_1	Comportamiento térmico de ventanas, puertas y contraventanas – Cálculo de transmitancia térmica – Parte 1 Generalidades.
NCh3137_2	Comportamiento térmico de ventanas, puertas y contraventanas – Cálculo de transmitancia térmica – Parte 2: Método numérico para marcos.
NCh3117	Comportamiento térmico de edificios – transmisión de calor por el terreno – Métodos de cálculo.
Infiltraciones	
NCh3294	Materiales de construcción - Determinación de la permeabilidad al aire de los materiales - Método de ensayo.
NCh3295	Aislación térmica - Determinación de la permeabilidad del aire en edificios - Método de presurización por medio del ventilador
NCh3296	Puertas y ventanas - Permeabilidad al aire – Clasificación
NCh3297	Puertas y ventanas – Permeabilidad al aire – Método.
NCh892	Arquitectura y Construcción. Ensayo de estanqueidad al aire
NCh890	Arquitectura y Construcción. Ventanas. Ensayos de resistencia al viento
NCh3502	Eficiencia energética de los edificios - Cálculo del consumo de energía para calefacción y enfriamiento de espacios

ANEXO 2.3: LISTADO DE NORMAS RELACIONADAS CON EL DESEMPEÑO ACÚSTICO

Normas Generales	
NCh3307/1:2020 ISO 12354-1:2017	Acústica de la edificación - Estimación del desempeño acústico de la edificación a partir del desempeño de los elementos - Parte 1: Aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos
NCh3307/2:2020 ISO 12354-2:2017	Acústica de la edificación - Estimación del desempeño acústico de la edificación a partir del desempeño de los elementos - Parte 2: Aislamiento acústico a ruido de impactos entre recintos
NCh3307/3:2020 ISO 12354-3:2017	Acústica de la edificación - Estimación del desempeño acústico de la edificación a partir del desempeño de los elementos - Parte 3: Aislamiento acústico a ruido aéreo frente al ruido exterior
NCh3307/4:2020 ISO 12354-4:2017	Acústica de la edificación - Estimación del desempeño acústico de la edificación a partir del desempeño de los elementos - Parte 4: Transmisión del ruido interior al exterior

ANEXO 4: LISTADO DE NORMAS RELACIONADAS CON LA CALIDAD DE MATERIALES

Normas Generales	
NCh853	Componentes y elementos para la edificación ⍰ Resistencia térmica y transmitancia térmica ⍰ Método de cálculo.
Envolvente eficiente	
NCh3137_1	Comportamiento térmico de ventanas, puertas y contraventanas – Cálculo de transmitancia térmica – Parte 1 Generalidades.
NCh3137_2	Comportamiento térmico de ventanas, puertas y contraventanas – Cálculo de transmitancia térmica – Parte 2: Método numérico para marcos.
NCh3117	Comportamiento térmico de edificios – transmisión de calor por el terreno – Métodos de cálculo.
Infiltraciones	
NCh3294	Materiales de construcción - Determinación de la permeabilidad al aire de los materiales - Método de ensayo.
NCh3295	Aislación térmica - Determinación de la permeabilidad del aire en edificios - Método de presurización por medio del ventilador
NCh3296	Puertas y ventanas - Permeabilidad al aire – Clasificación
NCh3297	Puertas y ventanas – Permeabilidad al aire – Método.
NCh892	Arquitectura y Construcción. Ensayo de estanqueidad al aire
NCh890	Arquitectura y Construcción. Ventanas. Ensayos de resistencia al viento
NCh3502	Eficiencia energética de los edificios - Cálculo del consumo de energía para calefacción y enfriamiento de espacios

CASO 2: CANADÁ

POLÍTICAS PÚBLICAS Y PROGRAMAS

Agenda Pública de Construcción en Madera (2010-2030)

A nivel nacional, la agenda pública de construcción en madera es dirigida por *Natural Resources Canada* (NRCan)[1], que desarrolla políticas y programas que mejoran la contribución del sector de recursos naturales a la economía, mejoran la calidad de vida de todos los canadienses, y llevan a cabo desarrollos de ciencia innovadora en instalaciones en todo Canadá. Esta institución enfoca su trabajo en las siguientes áreas:

- Fuentes de energía y distribución
- Bosques y silvicultura
- Minerales y minería
- Ciencias de la Tierra
- Eficiencia energética
- Ciencia y datos

La NRCan también representa a Canadá a nivel internacional para cumplir con los compromisos globales del país relacionados con el desarrollo sostenible de los recursos naturales. Para alcanzar estos objetivos, la institución provee financiamiento a universidades, empresas y otros organismos estatales a través de programas de investigación, innovación y desarrollo similares a los de las agencias de I+D+i en América Latina, como CORFO y ANID en Chile o CONICYT en Uruguay.

Los programas enfocados a la madera se denominan programas de financiamiento del sector forestal. Estos buscan tanto el desarrollo de oportunidades de mercado, como la innovación en la construcción en madera.

El primero de estos programas es el *Expanding Market Opportunities Program* (EMO)[1], que busca aumentar la presencia nacional e internacional del producto forestal canadiense, potenciar el conocimiento del recurso forestal nacional entre proveedores y consumidores, y promover el uso de la madera canadiense en construcción no tradicional como la de mediana altura y la no residencial.

El segundo es el *Green Construction through Wood Program* (GCWood)[2], que fomenta un mayor uso de la madera en la construcción no tradicional en Canadá al crear mayor conciencia y aumentar la capacidad para innovadores edificios altos de madera, puentes de madera y edificios comerciales de madera de poca altura.

1 www.nrcan.gc.ca

2 Programa de Expansión de Oportunidades de Mercado, Gobierno de Canadá. Link.

3 Programa de Construcción Verde a través de la Madera, Gobierno de Canadá. Link.

Figura 32. Proyecto Origine, Québec, Canadá. Fuente: www.nordic.ca

Dado que la construcción que utiliza el sistema de marco y plataforma es básicamente la norma en Canadá, sobre todo en construcciones de menos de seis pisos, la agenda pública nacional de construcción en madera no los incluye.

Desde 2010, los programas buscan desarrollar dos ejes diferentes de la construcción en madera: la construcción en altura y la construcción en madera masiva. Estos ejes proponen un desafío multivariable, incluyendo el desarrollo de nuevos materiales, nuevos procesos de fabricación y de montaje, nuevos códigos de construcción, y nuevos enfoques en el diseño entre otros.

CONSTRUCCIÓN DE MADERA EN ALTURA

Tall Wood Building Demonstration Initiative (TWBDI)[3] fue un fondo de desarrollo lanzado en 2013 por el gobierno de Canadá para incentivar la edificación en madera en altura. El programa se enfocaba en sobrepasar las barreras técnicas en el diseño y la construcción de este tipo de edificaciones, y fomentar la aceptación de los productos de madera-ingeniería en este tipo de edificaciones.

Desde 2013 a 2017, la TWBDI vinculó nuevos avances científicos con experiencia técnica para resaltar la aplicación, factibilidad y beneficios ambientales de soluciones estructurales innovadoras en madera para edificios con más de 10 pisos de altura. Como resultado de esta iniciativa, se desarrollaron dos edificios emblemáticos para promover la construcción en altura: la residencia universitaria *Brock Common*s en British Columbia (ver Figura 33) y los departamentos ecológicos *Origine* en Quebec (ver Figura 32). Además, se desarrolló una Guía Técnica de Diseño y Construcción de Edificios de Madera en Altura para Canadá[4].

CONSTRUCCIÓN EN MADERA MASIVA

La demanda de materiales y métodos de construcción más sostenibles, así como de sistemas de diseño y producción más sofisticados, han tenido un aumento de importancia en el mercado de la construcción en Canadá. La NRCan cree que la construcción en madera masiva impulsará el futuro de la construcción con bajas emisiones de carbono, al mismo tiempo que desarrollará la bioeconomía. El sector forestal de Canadá está respondiendo a esta oportunidad con productos y diseños innovadores.

Canadá ha tomado la iniciativa en el desarrollo de edificios en madera masiva. Desde 2007, cerca de 500 proyectos de construcción en madera masiva han sido completados o se encuentran en obra. Esto representa más de 1,5 millones de metros cuadrados de superficie bruta. Igualmente, en Canadá existen mas de 21 fábricas de elementos de madera masiva, que muestran la creciente capacidad de los productores nacionales.

El auge de la construcción masiva de madera en Canadá se debe principalmente a seis factores:

4 Tall Wood Building Demonstration Initiative. (2021). Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Green Construction through Wood (GCWood), Ottawa. Link.

5 Technical Guide for the Design and Construction of Tall Wood Buildings in Canada, Canadian Wood Council. Link.

Figura 33. Foto proyecto Brock Commons, British Columbia, Canadá. Fuente: archDaily

1. Evolución de los códigos de construcción.
2. Existencia de nuevos productos de madera masiva.
3. Desarrollo de sistemas de construcción innovadores.
4. Aumento del número de diseñadores y constructores con experiencia.
5. Existencia de productos y sistemas cada vez más asequibles.
6. Aumento del interés en materiales de construcción ecológicos y diseños sostenibles.

Con la amplia gama de usos y aplicaciones de la madera masiva, así como la mayor disponibilidad de nuevos materiales de construcción en el mercado, este material es una opción preferida para la construcción ecológica y con bajas emisiones de carbono.

Si bien la NRCan lidera la agenda de construcción en madera a nivel nacional, políticamente Canadá se divide en diez provincias y tres territorios con estructuras de gobierno propias, lo que genera políticas públicas muy diversas particulares para cada zona. En cuanto al fomento del uso de la madera en construcción, la iniciativa más importante a nivel provincial es la *Charte du Bois*[5] del Gobierno Provincial de Québec. Esta política publicada el 2013, busca incrementar la utilización de la madera en la construcción en la zona, crear y consolidar empleos en la región, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, desarrollar productos de madera con un mayor valor agregado y contribuir al enriquecimiento de Québec. La Carta se enfoca en los sectores de construcción no residencial, comercial, industrial, institucional y multifamiliar.

La política de madera de Quebec consiste en cuatro grandes áreas de acción resumidas en la Figura 34.

Programas Habitacionales Gestionados por el Gobierno

El año 1993 fue el cierre del programa de vivienda social en Canadá, por lo que actualmente el gobierno no ofrece programas habitacionales de subsidio a la construcción a nivel nacional, tal como existen en Uruguay (MVOT) o en Chile (MINVU). Por ende, no existe una metodología de contratación de los programas habitaciones ni una forma de acción sistemática frente al desarrollo de la vivienda social. No obstante, existe un programa de vivienda social para uso temporal, que se detalla a continuación.

En Canadá, el tipo de vivienda al que se tiene acceso depende del nivel de ingresos de las personas o grupos familiares. En lugar de hablar de

6 Charte du bois. 2013. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. Quebec. 8 p. Link.

POLÍTICA DE LA **MADERA DE QUEBEC**

1. LIDERAZGO GUBERNAMENTAL

El gobierno debe liderar con el ejemplo en el uso de la madera en la construcción, para lo que se crea un **comité interministerial** de alto nivel responsable de la implementación de la Charte du Bois en el sector público, apoyado por un **comité técnico interministerial** que supervisa los requerimientos para los reportes. Además, una serie de municipios han firmado declaraciones comprometiendose a aumentar el uso de la **madera en construcciones municipales**.

2. CONSTRUCCIÓN INNOVADORA

El gobierno alienta el **desarrollo de construcciones innovadoras** en madera, demostrando que es posible, gracias a los **avances tecnologicos** existentes, el uso de madera en edificios en altura. Se crea un **consejo asesor** que estudia y evalúa la evolución de las normativas correspondientes.

3. FORMACIÓN Y PROMOCIÓN

El gobierno espera trabajar con las universidades para introducir **cursos y programas obligatorios** sobre la madera en la construcción, con ayudas financieras estatales.

4. INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

El gobierno apoyará la investigación y desarrollo de actividades en el ámbito de la sustentabilidad y la construcción en madera, para aumentar la **capacidad competitiva del sector forestal**.

Figura 34. Resumen de lineas de acción de la política de la madera de Québec. Fuente: Elaboración propia

Figura 35. Tipos de vivienda dependiendo del nivel de ingresos de una familia. Fuente: About affordable housing in Canada, 2022

vivienda social como tal, existen varios niveles de vivienda a los que se pueden acceder, entre los que se encuentran los refugios de emergencia, la vivienda transicional, la vivienda de apoyo, la vivienda comunitaria y la vivienda asequible (Ver Figura 35).

La vivienda de emergencia es aquella en la que las personas en situación de calle pernoctan, similares en funcionamiento al Hogar de Cristo en Chile. La vivienda transicional es una vivienda de residencia transitoria, generalmente utilizada por menos de tres meses con un apoyo 24/7. La vivienda de apoyo es aquella en la que la persona se establece durante menos de dos años, y recibe el apoyo de un interventor un par de días a la semana. La vivienda comunitaria es una vivienda de alquiler social, en la que un organismo sin fines de lucro provee de vivienda entre 3 a 5 años, o de por vida, con un apoyo puntual. La vivienda asequible corresponde a aquella vivienda que al ser adquirida, el pago mensual por concepto de hipoteca es menor al 30% de los ingresos brutos de una familia. El resto de las soluciones son soluciones de arriendo a costo moderado, normalmente subvencionada por los gobiernos regionales y las municipalidades.

El parque de vivienda social canadiense actual fue construido entre los años 1946 y 1993, y el gobierno federal continúa haciendo una inversión sustancial en el sector. En 2016, el gobierno federal invirtió 1.7 mil millones de dólares canadienses (2.15 mil millones USD aprox.)[6] en el apoyo de 536.000 familias establecidas en viviendas sociales.

En 2017, Canadá lanzó su primera estrategia nacional de vivienda. Esta consiste en erradicar el déficit de vivienda e incrementar la calidad de la vivienda en general en un plazo de 10 años con una inversión total de 40 billones de dólares canadienses (50.5 billones USD aprox.). En cifras, se busca proveer de vivienda a 530.000 familias, reducir las personas en situación de calle de forma crónica a la mitad y cambiar la cara visible de la vivienda canadiense de forma definitiva.

Por otra parte, el gobierno de Canadá ofrece una serie de medidas para apoyar la compra de una vivienda, descritas a continuación.

- Medidas de Ahorro: incluye una cuenta de ahorros libre de impuestos (CELI), un regimen registrado de ahorro para pensión (REER) y un régimen de acceso a la propiedad (RAP) que ofrece la posibilidad de retirar hasta 35.000 CAD (USD 44.200 USD apox.) del fondo de pensiones REER sin pago de impuestos para la compra de la primera vivienda.
- Medidas de Préstamo: incluye un préstamo a la compra de una primera vivienda equivalente a un 5 o un 10% del precio de compra del inmueble en forma de pie. Este porcentaje debe ser devuelto una vez vendida la casa o al cabo de 25 años, considerando el precio de venta de la vivienda. El ingreso familiar anual para poder recibir este préstamo no debe superar los 120.000 CAD (151.400 USD aprox.) excepto para Toronto, Vancouver y Victoria localidades donde el monto aumenta a 150.000 CAD (189.000 USD aprox.). El préstamo no puede superar 4 veces el ingreso admisible (4.5 veces en Toronto, Vancouver o Victoria).
- Reducción de Impuestos: incluye la reducción de impuestos de hasta 750 CAD (940 USD aprox.) por la compra de la primera vivienda, el reembolso de los impuestos federales y provinciales por la compra de una nueva vivienda, y la reducción del impuesto a la renta o de la empresa al trabajar u operar una empresa desde la casa.

7 Según valor del dólar americano el 25 de enero de 2022 (USD 1 = CAD 0,7926).

Figura 36. Escuela de Arquitectura McEwen, Ontario, Canadá. Proyecto ganador del Wood Design Award de Wood WORKS! Canadá, categoría Institucional. Fuente: ArchDaily

GOBERNANZA Y ESPACIOS COLABORATIVOS

Mesas de Trabajo Colaborativo

En Canadá, las mesas de trabajo son constituidas para el desarrollo de proyectos específicos. Estas mesas de trabajo son normalmente establecidas por organismos como *Canadian Wood Council* (CWC), *Canadian Wood Products, FPInnovations, WoodWorks!* (*Cecobois* en Quebec), y la *Canada Mortgage and Housing Corporation*, entre otras.

Comités Técnicos Constituidos

Existen diversos comités técnicos permanentes que publican los *Codes Canadá*, y que trabajan bajo el alero de la *Canadian Comision on Building and Fire Codes* (CCBFC) establecida por el *National Research Council Canada* (NRC) . En representación de todas las facetas principales de la industria de la construcción, los miembros de la Comisión incluyen funcionarios de construcción, bomberos, arquitectos, ingenieros, contratistas y propietarios de edificios, así como miembros de la sociedad civil.

Los representantes del *Canadian Wood Council* (CWC) son miembros de varios de los comités permanentes y grupos de trabajo que actúan bajo el *Canadian Comision on Building and Fire Codes* (CCBFC). Ellos participan activamente en las actualizaciones técnicas y revisiones relacionadas a los códigos modelo canadienses que se aplican a los productos y sistemas de construcción de madera.

Convenios Interministeriales

A nivel Federal, no se han detectado convenios relativos a la construcción en madera entre ministerios, agencias u otros servicios del estado. Este tipo de actividad se desarrolla principalmente en los gobiernos provinciales, como lo es el caso de Québec con su *Charte du Bois* (ver capítulo: Políticas Públicas y Programas (p:93)). En ella se señala la creación de un comité interministerial de alto nivel para asegurar que los ministerios y organismos vinculados respeten sus compromisos, el que es apoyado además por un comité técnico interministerial. Asimismo, se indica la creación un consejo asesor que evalúa la evolución de la reglamentación en materia de concepción, construcción y seguridad de los edificios en madera.

Convenios Internacionales

Wood-WORKS! es una iniciativa canadiense que opera bajo el alero del CWC. Busca aumentar el uso de productos de madera en proyectos de construcción y difundir las capacidades de fabricación, diseño y construcción a través de referentes inspiradores y prácticos de madera en Canadá. Como parte de las actividades colaborativas entre los Estados Unidos y Canadá, el *American Wood Council* (AWC), trabajando con el CWC, desarrolló un símil de esta organización en los Estados Unidos, denominado con el mismo nombre: *Wood Works*. Sus operaciones son similares a las de la institución canadiense y su objetivo es facilitar el diseño, la ingeniería y la construcción exitosa de edificios comerciales y multifamiliares de madera en Estados Unidos. Esto se realiza a través de un apoyo gratuito para proyectos, un sólido programa educativo a nivel nacional y una amplia gama de recursos publicados.

NBC

NATIONAL BUILDING CODE 2017

NFC

NATIONAL FIRE CODE 2015

NPC

NATIONAL PLUMBING CODE 2015

NECB

NATIONAL ENERGY CODE FOR BUILDINGS 2015

NORMATIVAS Y REGULACIONES

La construcción de vivienda en Canadá se rige bajo los códigos de construcción vigentes nacionales, independiente de la materialidad, desarrollados por la *Canadian Comision on Building and Fire Codes* (CCBFC), y regulados por *Codes Canada*. A la fecha, existen los siguientes códigos de construcción nacionales vigentes:

- *National Building Code*[7]
- *National Fire Code*[8]
- *National Plumbing Code*[9]
- *National Energy Code for Buildings*[10]

Adicionalmente, existen diversos códigos provinciales asociados a la construcción, los que pueden ser consultados en el sitio web del Gobierno de Canadá.

El *National Building Code* (NBC) es el documento regulatorio general más completo. Este se aplica a la nueva construcción, a las obras de demolición, reubicación, renovación y cambio de uso del edificio. El Código no es retroactivo, es decir, un edificio construido de conformidad con una edición particular del NBC que está en vigor en el momento de su construcción, no está obligado a cumplir con la edición posterior del mismo código. El ajuste a una versión posterior del NBC es requerida solo en el caso que un edificio sufriera un cambio de ocupación o modificaciones importantes. La última versión se publicó en 2015 y, por lo general, se actualiza en un ciclo de cinco años. La próxima actualización está en proceso de desarrollo.

La edición actual del NBC se publica en un formato basado en objetivos, que permite una mayor flexibilidad para evaluar soluciones no tradicionales o diferentes alternativas. Este formato brinda información adicional que ayuda a los proyectistas y reguladores a determinar el nivel mínimo de desempeño que debe lograrse en diferentes aspectos para la evaluación de nuevas alternativas. Aunque el código ayuda a los usuarios a comprender la intención de los requisitos, son los proponentes y los reguladores los que deben demostrar el cumplimiento del mismo. En cualquier caso, se espera que los códigos basados en objetivos fomenten un espíritu de innovación y creen nuevas oportunidades para los fabricantes canadienses.

8 Código Nacional de Edificación.
9 Código Nacional de Incendios.
10 Código Nacional de la Plomería.
11 Código Nacional de la Energía de Edificaciones.

Normas Estructurales

Los requisitos relacionados con la especificación de productos de madera estructural y sistemas de construcción de madera relacionados con la salud, la seguridad, la accesibilidad y la protección de edificios contra incendios o daños estructurales se establecen en el NBC. En términos de diseño estructural, el NBC especifica las cargas, mientras que la resistencia de los materiales mismos se asegura a través del uso de estándares de materiales.

En Canadá, los productos de madera estructural se especifican de forma prescriptiva o mediante un diseño de ingeniería según la aplicación y la ocupación. Así, es posible construir viviendas y edificios pequeños sin un diseño estructural completo utilizando los requisitos prescriptivos que se encuentran en la Parte 9: Viviendas y Edificios Pequeños del Código. En general, se permite el uso prescriptivo si se cumplen las siguientes condiciones:

- Tres pisos o menos.
- Superficie de 600m^2 o menos.
- Miembros de madera repetitivos espaciados dentro de los 600 mm.
- Vanos menores de 12,2 m.
- Cargas vivas del suelo no superan los 2,4 kPa.
- Ocupación residencial, de oficina, comercial o industrial de riesgo medio a bajo.

Algunos requisitos de esta parte se basan en cálculos, sin embargo, la cuantificación de los esfuerzos del sistema en el comportamiento general de un edificio con armazón de madera no se puede hacer de manera adecuada utilizando supuestos de diseño típicos. En estos casos, los requisitos para casas y edificios pequeños se basan en criterios alternativos de carácter prescriptivo, que surgen a partir de un extenso historial de desempeño de viviendas con estructura de madera y edificios pequeños que cumplen con los objetivos y requisitos del código actual.

Los edificios que se encuentran fuera de los límites prescriptivos, que están destinados a una ocupación importante, o en situaciones posteriores a un desastre, deben ser diseñados por profesionales del diseño de acuerdo con la Parte 4 del NBC.

Normas de Resistencia al Fuego

En el ámbito de los requerimientos de resistencia al fuego, el NBC y el *National Fire Code* (NFC) se desarrollan como documentos complementarios.

El NFC aborda la seguridad contra incendios durante la operación de instalaciones y edificios. Los requisitos de este código, están destinados a garantizar que se mantenga el nivel de seguridad proporcionado inicialmente por el NBC. Con este objetivo, el NFC regula:

- La realización de actividades que causan riesgos de incendio.
- El mantenimiento del equipo de seguridad contra incendios y las instalaciones de salida.
- Las limitaciones en el contenido del edificio, incluido el almacenamiento y manejo de productos peligrosos.
- El establecimiento de planes de seguridad contra incendios.

El NFC está destinado a ser retroactivo con respecto a los sistemas de alarma contra incendios, tubería vertical y rociadores. En 1990, se revisó el NFC para aclarar que dichos sistemas *"deberán proporcionarse en todos los edificios cuando así lo exija y de conformidad con los requisitos del Código Nacional de Construcción de Canadá"*. Esto asegura que los edificios estén adecuadamente protegidos contra el riesgo inherente al mismo nivel que el NBC requeriría para un nuevo edificio. Este Código, no se refiere a otras características de protección contra incendios, como las medidas de control de humo o los ascensores de bomberos, pero si garantiza que los cambios en el uso del edificio no aumenten el riesgo más allá de los límites de los sistemas originales de protección contra incendios.

El NBC y el NFC están escritos para minimizar la posibilidad de conflicto en sus respectivos contenidos. Ambos deben tenerse en cuenta al construir, renovar o mantener edificios. Son normativas complementarias, el NBC define los requisitos de seguridad y protección contra incendios al momento de construcción, mientras que el NFC se hace cargo de los requisitos de incendios cuando el edificio está en funcionamiento. De esta forma, las estructuras más antiguas que no se ajustan al nivel actual de seguridad contra incendios pueden hacerse más seguras mediante los requisitos de la NFC.

Los cambios significativos más recientes en la NFC se relacionan con la construcción de edificios de seis pisos incorporando el concepto de "construcción combustible". Como resultado, se agregaron ocho medidas de protección adicionales relacionadas con edificios combustibles de mediana altura para abordar los riesgos de incendio durante la construcción cuando aún no se han implementado las características de protección contra incendios indicadas en el NFC.

"...los requisitos (estructurales) para casas y edificios pequeños se basan en criterios alternativos de carácter prescriptivo, que surgen a partir de un extenso historial de desempeño de viviendas con estructura de madera y edificios pequeños..."

Figura 37. Construcción marco-plataforma. Fuente: www.ultratec.qc.ca

"...A medida que aumentan los requisitos de eficiencia energética para los edificios, la madera será una solución natural más adecuada (...) para desarrollar edificios con un alto rendimiento energético operativo y proporcionar un confort interior constante para los ocupantes..."

CONSTRUCCIONES COMBUSTIBLES

La provisión de seguridad contra incendios en un edificio es un asunto complejo. Para desarrollar disposiciones de códigos seguros, la prevención, la supresión, el movimiento de los ocupantes, el uso del edificio y el control del combustible son solo algunos de los factores que se deben considerar además de la combustibilidad de los componentes estructurales.

La experiencia de pérdidas por fuego muestra que el contenido de los edificios juega un papel importante en términos de carga combustible y potencial de generación de humo en un incendio. La protección pasiva contra incendios proporcionada por las clasificaciones de resistencia al fuego en los ensamblajes de piso y muros en un edificio asegura la estabilidad estructural en caso de incendio. Sin embargo, la clasificación de resistencia al fuego de los conjuntos estructurales no controla necesariamente el movimiento del humo y el calor, lo que puede tener un gran impacto en el nivel de seguridad de los ocupantes y de daños a la propiedad resultantes del fuego.

El uso de sistemas de rociadores automáticos además de significar una mejora en la seguridad de la vida de los ocupantes y de la propiedad, puede aumentar el área permitida de construcción en los edificios de madera. Los rociadores suelen funcionar muy pronto en un incendio, por lo que controlan rápidamente los efectos dañinos, mejorando en gran medida la seguridad de la vida y las perspectivas de protección de la propiedad de todos los edificios, incluidos los construidos con materiales no combustibles.

El NBC clasifica los edificios de madera como "construcción combustible". A pesar de esto, cuando se diseñan y construyen las edificaciones de madera según los requisitos del Código, estos brindan el mismo nivel de seguridad humana y protección de la propiedad que se requiere para edificios de tamaño comparable definidos en la NBC como "construcción no combustible". Por lo mismo, la madera se ha utilizado para prácticamente todo tipo de edificios, incluidos escuelas, almacenes, estaciones de bomberos, edificios de apartamentos e instalaciones de investigación. El NBC establece pautas para el uso de la madera en aplicaciones que se extienden mucho más allá del sector residencial tradicional y de la construcción pequeña, permitiendo la construcción de madera de hasta seis pisos de altura y el revestimiento de madera para edificios designados como de construcción no combustible.

Al cumplir con los límites de área y altura para las diversas categorías de edificios del NBC, la construcción con armazón de madera puede cumplir con los requisitos de seguridad humana por estar normalmente protegida por paneles de yeso cuya clasificación de resistencia al fuego se puede probar. Además, las restricciones permitidas de altura y área se pueden ampliar mediante el uso de muros cortafuegos para dividir un área de construcción grande en áreas de construcción separadas más pequeñas.

El NBC permite el uso de "construcción de madera pesada" en edificios donde se requiere que la construcción combustible tenga una clasificación de resistencia al fuego de 45 minutos. También se permite el uso de esta forma de construcción en edificios grandes no combustibles en ciertas ocupaciones. Para ser aceptables, los componentes deben cumplir con las dimensiones mínimas y los requisitos de instalación. La construcción de madera pesada recibe este reconocimiento debido a su buen desempeño bajo exposición real al fuego y su aceptación como un método de construcción a prueba de incendios. En los edificios con rociadores que pueden ser de construcción combustible, no se requiere una clasificación de resistencia al fuego para el ensamblaje del techo o sus soportes cuando se construyen con madera pesada. Esto quiere decir, que en estos casos un ensamblaje de techo de madera pesada y sus soportes no tendrían que cumplir con las dimensiones mínimas de los miembros estipuladas en la NBC.

Los elementos de madera masiva también se pueden usar siempre que se permita la construcción combustible. En esos casos, sin embargo, dichos elementos de madera en masa deben diseñarse específicamente para cumplir con las clasificaciones de resistencia al fuego requeridas.

Eficiencia Energética

El *National Energy Code for Buildings* (NECB) está disponible de forma gratuita en línea, publicado por el NRC y desarrollado por la CCBFC, en colaboración con NRCan. CWC mantiene una participación continua en el desarrollo y actualización del NECB.

El NECB tiene como objetivo ayudar a ahorrar en las facturas de energía, reducir la demanda máxima de energía, y mejorar la calidad y la comodidad del ambiente interior del edificio. A través de cada ciclo de desarrollo, el NECB tiene la intención de implementar un enfoque escalonado hacia el objetivo de Canadá para lograr edificios *Net Zero Energy Ready* para 2030, presentado en el 2016 en el Marco Pancanadiense sobre Crecimiento Limpio y Cambio Climático.

El NECB establece los requisitos técnicos para el diseño y la construcción energéticamente eficientes, y describe los niveles mínimos de eficiencia energética para el cumplimiento del código de todos los edificios nuevos. Se aplica a todos los tipos de edificios, excepto viviendas y edificios pequeños, que se abordan en la Cláusula 9.36 del NBC. El NECB ofrece tres caminos de cumplimiento: prescriptivo, compensación y desempeño.

El momento más rentable para incorporar medidas de eficiencia energética en un edificio es durante la fase inicial de diseño y construcción puesto que es más costoso realizar trabajos de adaptación más tarde. Esto es particularmente cierto para la envolvente del edificio, que incluye paredes exteriores, ventanas, puertas y techos, elementos sobre los cuales el NECB aborda consideraciones como las tasas de infiltración de aire (fugas de aire) y la transmisión térmica de calor a través de la envolvente del edificio. Teniendo en cuenta las diferentes zonas climáticas de Canadá, el NECB también proporciona requisitos relacionados con la máxima transmitancia térmica general (efectiva) para ensamblajes de paredes opacas sobre el suelo y la resistencia térmica efectiva de los ensamblajes en contacto con el suelo, por ejemplo, cimientos de madera permanentes. Además, el NECB especifica la ventana máxima y la relación puerta-pared en función de la zona climática en la que se encuentra el edificio.

A medida que aumentan los requisitos de eficiencia energética para los edificios, la madera será una solución natural más adecuada para combinar con otros materiales aislantes y resistentes a la intemperie para desarrollar edificios con un alto rendimiento energético operativo y proporcionar un confort interior constante para los ocupantes.

Desempeño Acústico

Actualmente, el NBC solo regula el diseño acústico de ensambles de paredes y pisos interiores que separan las unidades de vivienda de otras unidades u otros espacios en un edificio (por ejemplo, apartamentos, casas, habitaciones de hotel). Los requisitos de clasificación STC[11] para ensamblajes de paredes y pisos interiores están destinados a limitar la transmisión de ruido aéreo entre espacios, sin exigir ningún requisito para el control de la transmisión del ruido de impacto a través de los ensamblajes del piso. Los pasos y otros impactos pueden causar una gran molestia en las residencias multifamiliares, por lo que los constructores, preocupados por la calidad y la reducción de las quejas de los ocupantes, se aseguran que los pisos estén diseñados para minimizar la transmisión de impactos.

Más allá de cumplir con los requisitos mínimos del NBC en ocupaciones residenciales, los diseñadores también pueden establecer calificaciones acústicas para el diseño de proyectos no residenciales y especificar materiales y sistemas para garantizar que el edificio funcione a ese nivel. Además de limitar la transmisión de ruido aéreo a través de paredes y pisos estructurales internos, también se debe considerar la transmisión de sonido flanqueante a través de juntas perimetrales y la transmisión de sonido a través de paredes divisorias no estructurales.

En el Apéndice A del NBC en las secciones A-9.10.3.1 se proporciona más información y requisitos relacionados con las calificaciones de transmisión de sonido STC, ASTC[12] e IIC[13]. Esto incluye, entre otras cosas, las Tablas 9.10.3.1-A y 9.10.3.1.-B que proporcionan datos genéricos

12 *Sound Transmission Class (STC):* prueba de cuantificación del sonido aéreo transmitido directamente a través del paquete de muro divisorio.

13 *Apparent Sound Transmission Class (ASTC)*: cuantifica el sonido transmitido directamente a través del paquete de muro divisorio, como también indirectamente a través de los elementos constructivos contiguos.

14 *Impact Insulation Class (IIC):* prueba de cuantificación del sonido transmitido por ruidos de impacto directamente a través del paquete de muro divisorio.

Figura 38. Ejemplo construcción combustible: Vidéotron Centre, Québec, Canadá. Fuente: www.nordic.ca

sobre las calificaciones STC de diferentes tipos de paredes con montantes de madera y las calificaciones STC e IIC para diferentes tipos de madera en montajes de suelo, respectivamente. Las Tablas A-9.11.1.4.-A a A-9.11.1.4.-D presentan opciones genéricas para el diseño y construcción de uniones entre conjuntos separadores y flanqueantes. Es probable que la construcción de acuerdo con estas opciones cumpla o supere una calificación ASTC de 47 exigida por el NBC. La Tabla 9.11.1.4. presenta datos sobre tratamientos de piso genéricos que se pueden usar para mejorar el desempeño de aislamiento acústico de flanqueo de pisos con estructura liviana, es decir, capas adicionales de material sobre el contra piso (por ejemplo, acabado de concreto, OSB o madera contrachapada) y pisos o revestimientos terminados (por ejemplo, alfombra, madera de ingeniería).

Calidad de los Materiales

Además de los códigos de construcción ya mencionados, existen documentos que rigen el estándar de diseño de productos, al igual que los ensayos de materiales y soluciones. La *Canadian Standards Association* (CSA)[14] es la encargada de publicar otros códigos que abordan por ejemplo, los sistemas eléctricos, de gas y de ascensores. Para el diseño de construcción en madera, estos estándares pueden encontrarse en la página web del *Canadian Wood Council*.

La resistencia estructural de los productos de madera y los sistemas de construcción se diseñan de acuerdo con los requisitos de CSA O86 para resistir las cargas descritas en la Parte 4 del NBC. En el caso del diseño de ingeniería en madera, CSA O86 proporciona al diseñador los medios para calcular los valores de resistencia de los productos de madera estructural para resistir la gravedad y las cargas laterales. La información de diseño adicional se encuentra en los documentos complementarios del NBC: Comentarios estructurales (Guía del usuario: NBC 2015: Parte 4 de la División B) y la Guía ilustrada del usuario: NBC 2015: Parte 9 de la División B, Vivienda y edificios pequeños.

DISEÑO DE PRODUCTOS DE MADERA ESTRUCTURAL

El NBC contiene los requisitos relacionados con el diseño de ingeniería de productos y sistemas de madera estructural. Se hace referencia al estándar CSA O86 en la Parte 4 del NBC, además de encontrarse en los códigos de construcción provinciales para el diseño de ingeniería de productos de madera estructural.

El CSA O86 proporciona criterios para el diseño estructural y la evaluación de estructuras de madera o elementos estructurales. Está escrito según el Método de los Estados Límite (LSD)[15] y proporciona ecuaciones de resistencia y valores de resistencia especificados para productos de madera estructural, que incluyen: madera clasificada, madera laminada encolada, madera laminada cruzada (CLT), madera contrachapada sin lijar, tableros de virutas orientadas (OSB), componentes de construcción compuestos, muros de corte de estructura ligera y diafragmas, pilotes de madera, construcción tipo poste, viguetas en I de madera prefabricadas, productos de madera compuesta estructural (SCL), cimientos de madera permanentes (PWF) y sus conexiones estructurales.

El CSA O86 proporciona enfoques racionales para las comprobaciones del diseño estructural relacionadas con los estados límite últimos, como flexión, cortante y carga, así como los estados límite de servicio, como la deflexión y la vibración. Este documento también contiene factores de modificación de la resistencia para el comportamiento relacionado con la duración de la carga, los efectos del tamaño, la condición de servicio, la estabilidad lateral, los efectos del sistema, el tratamiento protector y retardador de fuego, las muescas, la esbeltez y la longitud de apoyo.

En resumen, el diseño estructural de edificios y componentes de madera se realiza utilizando las cargas definidas en la Parte 4 del NBC y los valores de resistencia del material obtenidos utilizando el estándar CSA O86.

CIMIENTOS DE MADERA PERMANENTES PARA VIVIENDAS Y EDIFICIOS PEQUEÑOS

El CSA S406, actualizado por última vez el 2016, es el estándar de diseño y construcción para *Permanent Wood Foundations* (PWF)[16] al que se hace referencia en la Parte 9 del NBC y en los códigos de construcción provinciales. Este, se aplica a la selección de materiales, el diseño, la fabricación y la instalación de cimientos de madera permanentes. La norma también contiene información sobre la preparación del sitio, los materiales, el corte y el mecanizado, las bases, los selladores y la impermeabilización, las barreras exteriores contra la humedad, el relleno y la nivelación del sitio.

15 Asociación de Estándares Canadienses.

16 Limit State Design (LSD): enfoque de seguridad de cálculo estructural que utiliza el concepto de estado límite, entendido como la condición de una estructura más allá de la cual no cumple con los criterios de diseño pertinentes.

17 Cimientos de Madera Permanentes.

Figura 39. Ensayo viga de madera compuesta de la ASTM. Fuente: www.canadawood.org

Los detalles específicos y los requisitos prescriptivos que se proporcionan en el CSA S406 son para edificios construidos en PWF que caen bajo la Parte 9 del NBC, es decir, edificios de hasta tres pisos de altura sobre los cimientos y que tienen un área de construcción que no exceda de 600 m^2. El estándar prevé el uso opcional de durmientes de madera, losas de concreto vertido y sistemas de piso de sótano de madera suspendidos como componentes del PWF, y para el uso de PWF como cerramientos de espacios angostos. La norma no excluye los PWF que también pueden diseñarse para edificios más grandes, utilizando los mismos principios de diseño, siempre que se cumplan los requisitos del código de construcción.

El estándar CSA S406 incluye diversas tablas de selección y figuras isométricas, destinadas a aumentar la eficiencia del diseño y la comprensión de los detalles de construcción de PWF. Este se desarrolló en base a supuestos de diseño de ingeniería específicos con respecto a los procedimientos de instalación, tipo de suelo, claros libres para pisos y techos, cargas muertas y vivas, factores de modificación, desviaciones y altura de relleno.

Para condiciones que van más allá del alcance de CSA S406, se pueden usar detalles similares siempre que se basen en principios de ingeniería aceptados que aseguren un nivel de rendimiento equivalente al establecido en el estándar. Si alguna de las condiciones de diseño es diferente o más severa que las suposiciones, el PWF debe ser diseñado por un ingeniero o arquitecto profesional e instalado de conformidad con el estándar. Independientemente del tamaño del edificio y la conformidad con los supuestos de diseño de CSA S406, algunas autoridades con jurisdicción solicitan un sello del profesional de diseño para emitir un permiso de construcción.

Protección de Maderas

La fabricación y aplicación de conservantes para madera se rigen por las normas de la serie CSA O80. Estos estándares basados en consenso indican las especies de madera que pueden ser tratadas, los conservantes permitidos, y la retención y penetración del conservante en la madera que se debe lograr para la categoría de uso o aplicación. La serie de normas CSA O80 también especifica los requisitos relacionados con el retardo del fuego de la madera a través del tratamiento químico que utiliza la impregnación térmica y a presión de la madera. Los temas generales cubiertos en la serie de normas CSA O80 también incluyen materiales y su análisis, procedimientos de impregnación térmica y a presión, y fabricación e instalación.

Los estándares canadienses para la conservación de la madera se basan en los estándares de la *American Wood Protection Association* (AWPA)[17], modificados para las condiciones canadienses. Por esto, solo se enumeran los conservantes de madera registrados por la Agencia Reguladora de Manejo de Plagas de Canadá.

Las penetraciones y cargas o retenciones de conservantes requeridas varían según las condiciones de exposición que es probable que encuentre un producto durante su vida útil. Cada tipo de conservante tiene distintas ventajas por lo que el utilizado debe estar determinado por el uso final del material. De esta forma, los requisitos de procesamiento y tratamiento de la serie CSA O80 están diseñados para evaluar las condiciones de exposición a las que estará sujeta la madera tratada a presión durante la vida útil de un producto. El nivel de protección requerido está determinado por la exposición a peligros (por ejemplo, condiciones climáticas, contacto directo con el suelo o exposición al agua salada), las expectativas del producto instalado (por ejemplo, el nivel de integridad estructural a lo largo de la vida útil) y los costos potenciales de reparación o reemplazo durante el ciclo de vida.

Esta serie de estándares de conservación CSA O80 consta de cinco tipos, como muestra la Figura 40. Los requisitos técnicos de CSA O80 están organizados en el Sistema de Categorías de Uso (UCS). El UCS está diseñado para facilitar al especificador y al usuario la selección de las especies de madera, el conservante, la penetración y la retención apropiados, de acuerdo con las condiciones típicas de humedad y el bio deterioro de la madera enfocado en el uso final previsto.

El estándar CSA O80.1 especifica cuatro categorías de uso (UC) para la madera tratada utilizada en la construcción:

- **UC1:** cubre la madera tratada utilizada en la construcción de interiores secos.
- **UC2:** cubre la madera tratada y los materiales a base de madera utilizados en la construcción de interiores secos que no están en contacto con el suelo pero que pueden estar expuestos a la humedad.

"...el diseño estructural de edificios y componentes de madera se realiza utilizando las cargas definidas en la Parte 4 del NBC y los valores de resistencia del material obtenidos utilizando el estándar CSA O86."

18 Asociación Americana de Protección de la Madera.

ESTÁNDARES CSA O80

1. CSA O80.0
Requisitos generales para la conservación de la madera

Trabajo de modificación, actualización y desarrollo la normativa necesaria para fomentar la construcción en madera y cuidar sus estándares.

2. CSA O80.1
Especificación de madera tratada

Busca ayudar a los especificadores y usuarios de productos de madera tratada a identificar los requisitos adecuados para los conservantes para diversos productos de madera y entornos de uso final.

3. CSA O80.2
Procesamiento y tratamiento

Especifica los requisitos mínimos y las limitaciones del proceso para el tratamiento de productos de madera.

4. CSA O80.3
Formulaciones conservantes

Especifica los requisitos y proporciona información aplicable a toda la serie de normas.

5. CSA O80.4
Aditivos CCA - Postes de servicios públicos

Especifica los requisitos para la preparación y el uso de combinaciones de conservante y aditivo CCA para postes de servicios públicos permitidos por CSA O80.1 y CSA O80.2.

Figura 40. Tipos de estándares de conservación CSA O80. Fuente: Elaboración propia

- **UC3:** cubre la madera tratada utilizada en la construcción exterior que no está en contacto con el suelo. Considera dos subcategorías.
  - **UC3.1:** cubre la construcción exterior sobre el suelo, con productos de madera revestidos y escurrimiento rápido del agua.
  - **UC3.2:** cubre construcciones exteriores sobre el suelo, con productos de madera sin recubrimiento o escurrimiento de agua deficiente.
- **UC4:** cubre la madera tratada utilizada en la construcción exterior que está en contacto con el suelo o el agua dulce. Considera dos subcategorías.
  - **UC4.1:** cubre componentes no críticos.
  - **UC4.2:** cubre los componentes estructurales críticos o los componentes que son difíciles de reemplazar.
- **UC5A:** cubre la madera tratada utilizada en aguas costeras que incluyen agua salobre, agua salada y zona de barro adyacente.

Otras Normativas y Regulaciones

REGLAMENTACIÓN PARA VIVIENDA COLECTIVA

Las reglamentaciones para la vivienda colectiva en Canadá son regidas por leyes provinciales. La *Canada Mortgage and Housing Corporation* (CMHC) publica la Guía del Comprador de Vivienda Colectiva de CMHC para orientar a los compradores frente a los diferentes factores que se deben tener en cuenta para la realización de la compra de una vivienda colectiva, además de explicar el funcionamiento de las leyes relacionadas con la vivienda colectiva en las diferentes provincias o territorios.

El primer capítulo explora los conceptos básicos de la vivienda colectiva, de modo de explicar la copropiedad de la vivienda colectiva. El segundo capítulo explora la gobernanza en la vivienda colectiva, como lo son la estructura de gobierno, sus responsabilidades y diferentes estilos de gestión. El tercer capítulo explora los pros y los contras de la propiedad en vivienda colectiva. El cuarto capítulo explica los parámetros de adquisición de una vivienda colectiva, respecto de la capacidad de crédito del consumidor y otras variables. El quinto y último capítulo explora las listas de verificación, consejos y preguntas frecuentes.

CÓDIGO DE DISEÑO DE PUENTES DE AUTOPISTA

Como se identifica en la filosofía de diseño del CSA S-6, la seguridad es la principal preocupación en el diseño de puentes de carretera en Canadá. Para los productos de madera, la CSA S-6 aborda los criterios de diseño asociados con los estados límite últimos (LSD), los estados límite de servicio (principalmente deflexión, agrietamiento y vibración), y los estados límite de fatiga para los componentes de conexión de acero en puentes de madera. La vida útil del diseño de la estructura en el estándar se ha establecido en 75 años para todos los tipos de puentes, incluidos los construidos en madera.

El CSA S-6 se aplica a los tipos de estructuras y componentes de madera que probablemente se requieran para las carreteras, incluidos: madera laminada encolada, madera aserrada, madera compuesta estructural (SCL), cubiertas laminadas con clavos, cubiertas compuestas de madera y hormigón laminado, cubiertas laminadas pretensadas, cerchas, pilotes de madera, cunas de madera y caballetes de madera. La norma no se aplica a la cimbra o encofrado. El estándar considera el diseño de los miembros de madera bajo flexión, cortante, compresión y apoyo. Además, la norma brinda orientación y requisitos relacionados con la inclinación y la curvatura de estos elementos. También se analiza más información sobre la durabilidad, el drenaje y el tratamiento de conservación de la madera en los puentes.

Figura 41. Mistissini Bridge, Québec, Canadá. Fuente: www.nordic.ca

DESCRIPCIÓN DE LA INDUSTRIA FORESTAL

Fase Producción de la Materia Prima

CERTIFICACIÓN DE LA GESTIÓN FORESTAL

La certificación de la gestión forestal la llevan a cabo organizaciones independientes que evalúan las operaciones forestales en relación con las normas para la gestión forestal sostenible. Canadá tiene el área más grande de bosques certificados por terceros en el mundo. Esto, junto con una sólida gobernanza de la gestión forestal, respalda la reputación nacional como fuente de productos forestales producidos de forma legal y sostenible.

La certificación de gestión forestal de terceros complementa las leyes y reglamentos de gestión forestal exhaustivos y rigurosos de Canadá. Brinda una garantía adicional de que una empresa forestal está operando legalmente, de manera sostenible y de conformidad con los estándares reconocidos mundialmente para la gestión forestal sostenible. En Canadá se utilizan tres sistemas de certificación forestal: el de la CSA, el de la *Sustainable Forestry Initiative* (SFI)[18], y el del *Forest Stewardship Council Canada* (FSC)[19].

Los sistemas de la CSA y la SFI cuentan con el respaldo de la organización paraguas internacional denominada *Programme for the Endorsement of Forest Certification* (PEFC)[20].

Por otro lado, el FSC tiene cuatro Estándares Regionales de Manejo Forestal. Tres de ellos, el Estándar Nacional Boreal, el Estándar Marítimo y el Estándar BC, han sido acreditados por FSC International. El cuarto, el Estándar *Great Lakes St. Lawrence*, se encuentra actualmente en forma de borrador.

De esta manera, Canadá tiene más de la mitad de las certificaciones respaldadas por PEFC del mundo y casi un tercio de las certificaciones FSC del mundo. Aunque los sistemas de certificación forestal difieren entre sí, los tres se basan en estándares que reflejan la comprensión actual de lo que implica la gestión forestal sostenible.

CERTIFICACIÓN DE CADENA DE CUSTODIA

La certificación de producción sustentable de productos de madera para la construcción se realiza a través de la certificación de su cadena de custodia. La *Chain of Custody* (CoC)[21] es el proceso de seguimiento de los productos forestales desde su lugar de origen, a través de todas las etapas de transferencia y producción, hasta el consumidor final como producto final.

19 Iniciativa Forestal Sostenible.
20 Consejo de Administración Forestal.
21 Programa para el Reconocimiento de la Certificación Forestal.
22 Cadena de Custodia.

En Canadá, existen al menos tres organismos que desarrollan certificaciones de cadena de custodia: FSC, PEFC y SFI, los que se describen a continuación.

La certificación *Forest Stewardship Council* (FSC) funciona a través de evaluaciones por organismos de certificación, independientes de las empresas solicitantes. Un organismo de certificación externo independiente realiza una evaluación para garantizar que se implementen controles de identificación de fuentes elegibles para la gama de productos especificada, y para evitar que el material certificado y reciclado se mezcle con material de fuentes inaceptables. Al final de la evaluación, el equipo informa sobre cualquier área en la que la gestión o los productos no cumplan con los requisitos aplicables, lo que se conoce como "no conformidades". El Certificador puede entonces emitir un certificado, con la condición de que se corrijan las no conformidades o, puede no emitir un certificado hasta que las no conformidades hayan sido resueltas. Los certificados de CoC son válidos por cinco años, sujetos a auditorías anuales.

El estándar CSA SFM, respaldado por el PEFC, utiliza el estándar de cadena de custodia PEFC ST 2002:2013 adaptado al contexto canadiense. Esto brinda a los administradores forestales de CSA la opción adicional de usar la etiqueta de producto PEFC. Se puede encontrar más información sobre la Cadena de Custodia PEFC y los requisitos para usar el logotipo y las etiquetas de PEFC en su página web de Cadena de Custodia[22].

Las organizaciones que busquen suministrar material certificado por CSA a Europa querrán demostrar el cumplimiento de las Regulaciones de la Madera de la UE. PEFC proporciona un proceso confiable para alinear su cadena de custodia existente para cumplir con los requisitos de EUTR. PEFC ST 2002:2013 se alinea completamente con los requisitos de EUTR.

El programa *Sustainable Forestry Initiative* (SFI) bajo el estándar de abastecimiento de fibra SFI 2015-2019 requiere que los participantes del programa establezcan medidas adecuadas para garantizar que toda la fibra que obtengan provenga de fuentes legales y responsables, independientemente de si es de bosques certificados o no certificados. El Estándar de Cadena de Custodia 2015-2019 de SFI se aplica a cualquier organización que obtenga, procese, fabrique, manipule, comercialice, convierta o imprima productos de origen forestal. El programa SFI cumple con las pautas sobre declaraciones ambientales en la publicidad y comunicación de productos emitidas por la Comisión Federal de Comercio de EE. UU. y las pautas sobre etiquetado y publicidad ambientales emitidas por la Oficina de Competencia de Canadá.

CERTIFICACIÓN DE MADERAS ASERRADAS, TABLEROS, LAMINADOS, PANELES CLT U OTROS

La madera aserrada dimensionada es madera maciza aserrada de menos de 89 mm (3,5 pulgadas) de espesor. Se puede hacer referencia a la madera por su tamaño nominal en pulgadas, lo que significa el tamaño real redondeado a la pulgada más cercana o por su tamaño real en milímetros. En términos de resistencia estructural, la madera aserrada debe cumplir con el estándar CSA 0141:05. Las reglas de clasificación pueden prever la clasificación mecánica de la madera como complemento de la clasificación visual. La clasificación estructural de la madera es desarrollada por una serie de agencias a lo ancho del país, normalmente específicas para cada provincia o territorio.

Existen dos niveles de secado de la madera dimensionada. La madera secada al aire o en horno (*S-Dry*), que tiene un contenido de humedad del 19% o menos, y la madera de superficie verde (S-Grn), con un contenido de humedad superior al 19%. Algunos aserraderos aplican un sello voluntario, "KD", que indica que la madera fue secada en horno.

La madera ensamblada (*fingerjoined*) canadiense se fabrica de conformidad con las normas de productos especiales SPS 1 de la NLGA (*Fingerjoined Structural Lumber*), SPS 3 (*Fingerjoined "Vertical Stud Use Only" Lumber*), o SPS 4 (*Fingerjoined Machine Graded Lumber*).

Por su parte, el tablero de virutas orientadas (OSB) es un panel de madera estructural versátil y ampliamente utilizado. El OSB hace un uso eficiente de los recursos forestales, empleando especies menos valiosas y de rápido crecimiento. Este está hecho de árboles de diámetro pequeño para producir un panel estructural económico. El proceso de fabricación puede hacer uso de árboles torcidos, nudosos y deformados que de otro modo no tendrían valor comercial, maximizando así la utilización del bosque.

En Canadá, los paneles OSB se fabrican para cumplir con los requisitos del estándar CSA O325. Esta norma establece clasificaciones de rendimiento para usos finales específicos, como revestimientos de pisos, techos y paredes en construcciones de madera con estructura liviana. El revestimiento

"...Canadá tiene más de la mitad de las certificaciones respaldadas por PEFC del mundo y casi un tercio de las certificaciones FSC del mundo."

23 *Chain of Custody, Canadian Sustainable Forest Management*, PEFC. Link.

Figura 42. Softwood en Saguenay, Quebec.
Fuente: www.thecanadianencyclopedia.ca

que cumple con CSA O325 se menciona en la Parte 9 del NBC. Además, los valores de diseño para el revestimiento de construcción OSB se enumeran en CSA O86, lo que permite el diseño de ingeniería de revestimiento de techo, revestimiento de pared y revestimiento de piso utilizando OSB conforme a CSA O325.

Por otro lado, la madera contrachapada es un producto de panel a base de madera de ingeniería ampliamente reconocido que se ha utilizado en proyectos de construcción canadienses durante décadas. Los paneles de madera contrachapada fabricados para aplicaciones estructurales se construyen a partir de múltiples capas o láminas de chapa de madera blanda que se pegan entre sí de modo que la dirección de la veta de cada capa de chapa sea perpendicular a la de las capas adyacentes. Estas láminas de chapa de madera se unen con un adhesivo de resina de fenol-formaldehído resistente al agua, y se curan con calor y presión.

Los dos tipos más comunes de madera contrachapada de madera blanda que se producen en Canadá son la madera contrachapada de abeto Douglas (DFP) para revestimiento sin lijar, que se rige por la norma CSA O121; y la madera contrachapada de madera blanda canadiense (CSP), regida por la norma CSA O151. Todos los productos de madera contrachapada estructural están marcados con un sello de grado legible y duradero que indica: conformidad con CSA O121, CSA O151 o CSA O153, el fabricante, el tipo de unión (exterior), la especie (DFP) o (CSP) y la calificación.

La madera contrachapada se puede tratar químicamente para mejorar la resistencia a la descomposición o al fuego. El tratamiento de conservación debe realizarse mediante un proceso a presión, de acuerdo con las normas CSA O80. Se requiere que los fabricantes de madera contrachapada realicen pruebas de conformidad con las normas ASTM D5516 y ASTM D6305 para determinar los efectos de los retardadores de fuego o cualquier otro producto químico que pueda reducir la resistencia.

Por su parte, las viguetas en I de madera prefabricadas son elementos de madera estructural patentados que consisten en bridas de madera maciza aserrada o de chapa de madera laminada (LVL), unidas a una red de madera contrachapada o tablero de virutas orientadas (OSB) mediante adhesivo. Cada fabricante produce viguetas en I con características únicas de resistencia y rigidez. Para garantizar que los productos patentados hayan sido fabricados bajo un programa de control de calidad supervisado por una organización de certificación externa independiente, los fabricantes generalmente hacen que sus productos sean evaluados y registrados según los requisitos y pautas del *Canadian Construction Material Centre* (CCMC)[23].

La forma de "I" de la sección transversal de estos productos de madera estructural proporciona una mayor relación resistencia/peso que la madera maciza aserrada tradicional. La rigidez uniforme, la resistencia y el peso ligero de estos elementos prefabricados permiten su uso en aplicaciones de viguetas y vigas de mayor luz para construcciones residenciales y comerciales. Las vigas en I de madera generalmente se fabrican con bridas y material de alma sin tratar y, por lo tanto, normalmente no se usan para aplicaciones exteriores. Estas vigas también son dimensionalmente estables, ya que se fabrican con un contenido de humedad entre el 6 y el 12 %.

Por otro lado, las disposiciones de diseño para CLT (*Cross Laminated Timber*) en Canadá se aplican a los paneles de madera aserrada fabricados de acuerdo con la norma ANSI/APA PRG 320. El contenido de humedad de las láminas de madera en el momento de la fabricación de CLT está entre el 9 y el 15%. Los adhesivos estructurales utilizados en la unión de laminaciones deben cumplir con CSA O112.10 y ASTM D7247 y también se evalúan para el rendimiento térmico durante la exposición al fuego.

Los fabricantes canadienses de madera laminada deben estar calificados y certificados según el código de calificación CSA O177 para fabricantes de madera laminada encolada estructural. Esta norma establece pautas obligatorias para los procedimientos de equipos, fabricación, pruebas y mantenimiento de registros. La madera laminada se fabrica a partir de madera que tiene un contenido de humedad del 7 al 15%.

El LSL (*Laminated Strand Lumber* o Madera de Filamentos Laminados) se utiliza principalmente como marco estructural para la construcción residencial, comercial e industrial. Las aplicaciones comunes de LSL en la construcción incluyen cabeceras y vigas, montantes de pared altos, tableros de borde, placas de alféizar, carpintería y marcos de ventanas. El LSL también ofrece una buena fuerza de sujeción de sujetadores.

El LVL (*Laminated Vaneer Lumber* o Madera de Chapa Laminada) se utiliza principalmente como marco estructural para la construcción residencial

24 Centro Canadiense de Materiales de Construcción.

Figura 43. Planta prefabricadora de estructuras de madera Metric Modular. Fuente: www.naturallywood.com

y comercial. Las aplicaciones comunes de LVL en la construcción incluyen cabeceras y vigas, vigas de limatesa y limahoya, tablones de andamios, y el material de brida para vigas en I de madera prefabricadas. El LVL también se puede utilizar en postes de señalización de carreteras o como plataforma de caja de camión.

El PSL (*Parallel Strand Lumber* o Madera de Hebras Paralelas) se emplea principalmente como marco estructural para la construcción residencial, comercial e industrial. Las aplicaciones comunes de PSL en la construcción incluyen cabeceras, vigas y dinteles en la construcción de estructuras ligeras, y vigas y columnas en la construcción de postes y vigas. El PSL es un material estructural atractivo que se adapta a aplicaciones donde la apariencia del acabado es importante.

El OSL (*Oriented Strand Lumber* o Madera de Hebras Orientadas) se utiliza principalmente como marco estructural para la construcción residencial, comercial e industrial. Las aplicaciones comunes de OSL en la construcción incluyen cabeceras y vigas, montantes de pared altos, tableros de borde, placas de alféizar, carpintería y marcos de ventanas. El OSL también ofrece una buena fuerza de sujeción de sujetadores.

Tanto el LSL, LVL, PSL como el OSL son productos patentados y, por ende, los tamaños y propiedades de ingeniería específicas son exclusivos de cada fabricante. Por eso, estos elementos no tienen un estándar común de producción ni valores de diseño comunes. Los valores de diseño se derivan de los resultados de las pruebas analizadas de acuerdo con CSA O86 y ASTM D5456, y los valores de diseño son revisados y aprobados por el CCMC. Los productos que cumplen con las pautas del Centro reciben un número de evaluación y un informe de evaluación que incluye las fortalezas de diseño especificadas, que posteriormente se enumeran en el registro de evaluaciones de productos del CCMC. El nombre del fabricante o la identificación del producto y el grado de tensión están marcados en el material en varios intervalos, pero debido al corte final, es posible que no esté presente en todas las piezas.

IMPREGNACIÓN RETARDANTE DEL FUEGO

La *Fire-Retardant Treated Wood* (FRTW)[25], tal como se define en el NBC, es *"madera o un producto de madera que ha tenido sus características de combustión superficial, como la propagación de la llama, la tasa de contribución de combustible y la densidad del humo desarrollado, reducido por la impregnación*

25 Madera tratada con retardador de fuego.

con productos químicos retardadores de fuego". La FRTW debe impregnarse a presión con productos químicos retardadores de fuego de acuerdo con la Serie de Normas CAN/CSA-O80, Preservación de Madera y cuando se somete a pruebas de fuego para determinar la inflamabilidad de su superficie, debe tener una clasificación de propagación de llama no superior a 25. Este tipo de madera debe secarse en horno después del tratamiento hasta alcanzar un contenido de humedad del 19% para la madera aserrada y del 15% para los tableros.

Fase de Industrialización de Edificaciones en Madera

Como muestra del mercado de industrialización en Canadá, este ítem se ha desarrollado utilizando la información disponible para la Provincia de Québec. Esto se debe a que el directorio de empresas de Québec es el de mejor acceso dado que puede ser filtrado dependiendo del área comercial de las empresas a través de un código de actividad de la industria.

En Norteamérica, el mercado de industrialización se comercia bajo el código de actividades NAICS (*North American Industry Classification System*). El código utilizados para plantas industrializadoras de elementos constructivos es el código 321215, y aquel para los edificios prefabricados en madera es el código 321992.

Actualmente, una base de datos de industrias a nivel federal se encuentra en desarrollo, pero no existe la capacidad de acceder a ella a través de filtros por código de industria, sino a través del nombre de la empresa o su código de empresa, impidiendo la generación de listas de búsqueda.

PLANTAS INDUSTRIALIZADORAS DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS Y ESTRUCTURALES EN MADERA

Según el banco de información industrial de inversiones de Québec, a la fecha existen 55 empresas que se dedican a la comercialización de elementos constructivos y estructurales en madera bajo el código NAICS 321215.

Estas empresas tienen diversos niveles de desarrollo y capacidad, que se pueden ver en la Tabla 17, tal como lo muestra su nivel de ingresos anuales. El 18% de las empresas tiene ingresos entre 1 y 3 millones de dólares canadienses (entre 1.3 y 3.7 millones USD aprox.), el 20% entre 3 y 5 millones (entre 3.7 y 6.3 millones USD aprox.), el 20% igualmente entre 5 y 10 millones (entre 6.3 y 12.6 millones USD aprox), el 17% entre 10 y 50 millones (entre 12.6 y 63 millones USD aprox.), y solo una empresa supera los 100 millones de la divisa canadiense (126 millones USD aprox.).

La empresa líder es Chantiers Chibougamou, propietaria de Nordic Structures y Scierie Landrienne. Esta empresa cuenta con más de

Ingresos anuales (CAD)	Cant. de empresas	Cant. promedio de empleados operativos	Cant. promedio de empleados
No Informados	10	84	26
Menos de $100.000	1	1	1
$100.000 a $499.999	1	3	0
$500.000 a $999.999	1	6	2
$1 M a $3 M	10	10	3
$3 M a $5 M	11	23	7
$5 M a $10 M	11	44	14
$10 M a $25 M	7	70	19
$25 M a $50 M	2	123	40
$50 M a $100 M	0	0	0
$100 M a $250 M	1	670	30
Total	55	1.034	142

Tabla 17. Cantidad de empresas y empleados dedicados a la comercialización de elementos constructivos y estructurales en madera según rango de ingreso

50 años en operación y cuenta con 670 empleados operativos y 30 empleados no operativos. Geográficamente, se emplaza en el norte de Québec, a 9 horas de Ottawa-Gatineau, 8 horas de Montreal y 6 horas de la ciudad de Québec. Es la empresa que provee la mayor cantidad de trabajos en su ciudad. Chantiers Chibougamou es una de las empresas líderes de América del Norte en la producción de madera de ingeniería, como i-joists, madera laminada y CLT.

A continuación, le sigue Structures Ultratec, empresa con más de 20 años en operación. Su especialidad es el desarrollo de estructuras prefabricadas en madera. Ultratec realiza más de 2.500 proyectos por año, siendo estos proyectos estructuras prefabricadas (de muros, vigas, columnas, viguetas, etc.) con ayuda de equipamientos de alta tecnología. Ultratec posee 4 plantas en total a lo largo y ancho de la provincia de Québec, empleando 245 operarios y 80 empleados no operativos.

DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE SE INDUSTRIALIZAN

En Canadá, los sistemas que más se industrializan son los de entramado ligero y madera masiva. El método de referencia comunmente utilizado para construir viviendas unifamiliares y multifamiliares de poca altura en América del Norte, el sistema de entramado ligero, actualmente se utiliza para construir una gama más amplia de tipos de edificios y de mayor tamaño y altura, como escuelas, centros de atención médica, oficinas comerciales, y proyectos comerciales y residenciales de uso mixto. La construcción de entramado ligero está hecha de madera dimensional y madera de ingeniería que se dispone regularmente y se sujeta con clavos para crear ensamblajes de piso, pared, escalera y techo. A medida que se unen, los componentes de madera forman la estructura de un edificio, como un esqueleto. Esta misma construcción se puede completar en un entorno controlado, construido como módulos casi terminados, con plomería y acabados, que luego se pueden entregar en el sitio para su instalación.

La construcción en madera masiva, en contraste con la construcción de madera de estructura liviana, se construye utilizando una categoría de productos de madera de ingeniería que generalmente están hechos de grandes paneles, columnas o vigas de madera maciza, a menudo fabricados fuera del sitio, utilizados para la construcción de paredes, pisos y techos de carga. La madera masiva está diseñada para clasificaciones de alta resistencia siendo comparable con el concreto y el acero, pero es significativamente más liviana. Los productos de madera masiva son capas gruesas y comprimidas de madera, que crean elementos de carga fuertes y estructurales, y que se pueden construir en componentes panelizados. Por lo general, se forman a través de laminación, sujetadores o adhesivos. La madera masiva puede complementar las opciones híbridas y de estructura ligera, y es un sustituto ecológico de los materiales y sistemas de construcción con alto contenido de carbono. Debido a que estos productos son más livianos que otros materiales de construcción, se prestan bien para los sistemas de construcción de madera prefabricada, lo que permite un proceso más rápido y eficiente. La madera contralaminada (CLT) es un producto popular en masa debido a su versatilidad. El CLT se utiliza para construir pisos, paredes, huecos de ascensores y techos. La madera laminada encolada (glulam) se usa a menudo como cabeceras, vigas, columnas, cerchas o en arcos de carga. Existe una variedad de productos de madera de ingeniería utilizados en la prefabricación, incluida la madera laminada con clavos (NLT), la madera laminada con clavijas (DLT), la madera de filamentos laminados (LSL), la madera de chapa laminada (LVL), y la madera de torones paralelos (PSL).

Fase de Construcción y Montaje en Madera

EMPRESAS CONSTRUCTORAS QUE OPTAN POR CONSTRUIR EN MADERA

Si bien no existe información en la literatura ni un directorio de empresas constructoras que optan por construir en madera, si existe información de las constructoras que realizaron ciertos proyectos emblemáticos en Canadá o en el exterior, con soluciones nacionales. Empresas como PCL Construction, Construction Durand, Ronam Construction, Construction HGB inc., Construction Drolet, entre otras, han realizado proyectos en madera, asumiendo el rol tanto de montajista como de constructora en este tipo de edificaciones.

BARRERAS OBJETIVAS Y SUBJETIVAS PARA QUE MÁS EMPRESAS CONSTRUCTORAS OPTEN POR CONSTRUIR EN MADERA

Según FPInnovations , existen tres tipos de barreras para la construcción industrializada en madera:

"...Existe evidencia de que las alternativas panelizadas y modulares podrían reducir el tiempo en obra hasta dos y cinco meses, respectivamente. Sin embargo, la prefabricación tiene un sobrecosto del 4 al 14%."

1. El sobrecosto debido a la industrialización.
2. Los niveles de desarrollo de las empresas de industrialización.
3. La calidad de la madera producida en Canadá versus la calidad necesaria para la producción con maquinaria europea altamente automatizada.

Las primas de costos actuales para la prefabricación existen en gran medida debido a los costos adicionales de los gastos generales de fábrica y la falta de ahorros potenciales de la estandarización y la automatización. Existe evidencia de que las alternativas panelizadas y modulares podrían reducir el tiempo en obra hasta dos y cinco meses, respectivamente. Sin embargo, la prefabricación tiene un sobrecoste del 4 al 14%.

Como industria, la construcción modular está más desarrollada y consolidada que la construcción panelizada. Una evaluación técnica de alto nivel sugiere que el sector modular es más sofisticado con respecto a las prácticas comerciales, las eficiencias de diseño y fabricación, el transporte, y la logística del sitio. Las fábricas modulares, por su parte, se acercan más al trabajo manual. La construcción con paneles generalmente incluye paneles abiertos que comprenden sólo materiales estructurales y que requieren sólo un oficio. Por otro lado, los paneles exteriores de un sólo lado pueden incluir una barrera contra la humedad, una ventana, un revestimiento y, en ocasiones, un aislamiento térmico. Los paneles de dos lados o cerrados, tienen un acabado en ambos lados con aislamiento, servicio, barrera contra la humedad y paneles de yeso interiores. En la actualidad, sólo existen un pequeño número de fábricas en Canadá que producen paneles de un sólo lado, y aún menos que producen paneles cerrados. De ellas, sólo dos utilizan software CAD/CAM y maquinaria de fabricación totalmente automatizada, mientras que el resto utilizan un híbrido de CAD y maquinarias de fabricación semiautomáticas.

En general, a medida que aumenta la automatización, también lo hace la demanda de insumos de materiales precisos. Esta es una fuente importante de fricción en la adaptación de la maquinaria europea a los materiales de construcción norteamericanos que han evolucionado en torno a la construcción manual in situ. Si bien la calidad de la madera es una consideración menor en las plantas manuales, las instalaciones totalmente automatizadas son más sensibles a ella. Existe una inversión de capital para producir los tipos de madera y de *Engineered Wood Products* (EWP) que son aceptables para los procesos industriales. Sin mejoras en la productividad a través de la estandarización y la automatización, queda una prima adicional para la construcción industrializada.

Respecto de la construcción en madera en general, un estudio[25] realizado por la Universidad Laval en 2017 refleja que existen seis barreras que impiden el desarrollo de este tipo de construcciones a nivel canadiense, las que se describen a continuación.

1. Existencia de una norma de construcción que lo permita: sin una norma adecuada para la construcción en madera, los esfuerzos por su desarrollo son normalmente inviables.
2. Falta de experiencia en la construcción en madera: esto deriva en problemas de calidad en la construcción, que genera una mala imagen de cara a los clientes y empresas en el rubro, los que optarían por evitar este tipo de construcción.
3. Costo: paradójicamente, tanto el capital, los materiales, la construcción y el mantenimiento a largo plazo son mencionados en la literatura como barreras importantes.
4. Durabilidad del material y aspectos técnicos: existe una visión general de que la madera no es un material durable, y debe ser trabajada antes de introducirla. Igualmente, existe una creencia de que las soluciones en madera no alcanzan altos estándares acústicamente, en sensación de seguridad, en estabilidad dimensional de la madera, humedad, rigidez, calidad, defectos técnicos, y protección de la madera ante agentes degradadores.
5. Cultura de la industria de la construcción: existen factores como la actitud conservadora del sector, la falta de apertura a nuevas soluciones, una alta preferencia por prácticas prestablecidas, y una falta de estandarización y organización de la industria, entre otros factores, que frenan el uso de la madera en la construcción.
6. Disponibilidad de material: para un uso a gran escala, es necesario asegurar la disponibilidad tanto de madera como de elementos de madera-ingenería y que el incremento de demanda no atente contra los precios de mercado

26 Gosselin, A., Blanchet, P., Lehoux, N., & Cimon, Y. (2017). Main motivations and barriers for using wood in multi-story and non-residential construction projects. BioResources, 12(1), 546-570.

Capacidades Profesionales y Técnicas

CAPACIDADES PROFESIONALES PARA LA CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA EN MADERA

En Canadá, los perfiles profesionales para la construcción industrializada en madera varían dependiendo de la empresa, puesto que no todos los roles que existen están normados por la ley. A pesar de ello, existe un patrón general de las capacidades profesionales empleadas en el área.

Los arquitectos especializados normalmente se forman en el área madera dentro de su malla curricular tal como lo hacen para otro tipo de materialidades. Si desean profundizar en una materialidad, existe la posibilidad de realizar estudios y certificaciones adicionales, lo que no son requeridos para el desempeño del cargo. Sin embargo, los arquitectos que trabajan en Canadá deben poseer una licencia válida y un sello de arquitecto, otorgados por una orden provincial de arquitectos.

Los ingenieros diseñadores de estructuras en madera vienen de una vasta gama de ingenieros. Estos pueden provenir de áreas como ingeniería en madera, ingeniería civil o de otro dominio afín. Existe una serie de formaciones para la concepción de estructuras en madera, desde profesionales hasta cursos específicos para el uso de software, pero no son obligatorios a la hora de desempeñar la labor. Lo que es necesario, es adherir a la orden de ingenieros de la provincia en la que se desempeña y deben poseer una licencia válida y un sello de ingeniero, otorgados por una orden provincial de ingenieros.

CAPACIDADES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA EN MADERA

Dependiendo del nivel de terminaciones ofrecidos por las empresas, existen diferentes niveles de capacidades técnicas en las empresas de construcción industrializada.

En términos generales, para el desarrollo de estructuras de madera el rol requerido es el de carpintero. Este realiza funciones como la de erigir las estructuras de muros, suelos y techumbres, además de tener la capacidad de instalar revestimientos exteriores, aislantes, puertas y ventanas, entre otras funciones. En Québec, el carpintero requiere de un certificado de estudios de curso de carpintería y la certificación de al menos 150 horas de trabajo inscrito en la comisión de la construcción de Québec.

En terminaciones de suelo, existe el rol de solador. Entre las actividades que realiza se encuentran las de preparar superficies, encolar y colocar mármoles, granitos (terrazos), pizarras, baldosas cerámicas y cualquier otro material similar o sustitutivo. En Québec, el solador requiere de un certificado de estudios de curso de solería y la certificación de al menos 150 horas de trabajo inscrito en la comisión de la construcción de Québec.

Para los recubrimientos de techumbre, el rol requerido es el de instalador de recubrimientos de techumbre. Realiza labores de colocación de cubiertas que pueden estar compuestas por fieltros saturados de asfalto, betún caliente y grava, membranas elastoméricas líquidas y termoplásticas y diferentes tipos de tejas. En Quebec, el instalador de recubrimientos de techumbre requiere de un certificado de estudios de curso de instalación de recubrimientos de techumbre y la certificación de al menos 150 horas de trabajo inscrito en la comisión de la construcción de Quebec.

Otros roles importantes son los de electricista y plomero, los que requieren técnicos formados y licenciados de forma obligatoria y por ley, dadas las figuras requeridas por las aseguradoras presentes en Québec. Otros roles que pueden aplicar al mundo de la construcción son los de albañil, técnico en aislación, calderero, aplicador de cemento, electricista especializado en sistemas de seguridad, hojalatero, técnico en refrigeración, mecánico de ascensores, mecánico de maquinarias pesadas, mecánico en protección de incendios, mecánico industrial de obra, montajista-ensamblador, vidriero, operador de maquinaria pesada, pintor, yesero, instalador de revestimientos blandos, instalador de sistemas interiores, soldador, soldador de cañerías e instalador de cañerías, entre otras.

La mayoría de estos roles requieren de un curso especializado de alrededor de 4000 horas de aprendizaje antes de ser elegibles para efectuar su examen final de obtención de la certificación correspondiente, y la certificación requiere de al menos 150 horas de trabajo inscrito en la comisión de la construcción de Québec.

Figura 44. Centro de Formación Profesional Pierre-Dupuy. Fuente: www.pierredupuy.qc.ca

CAPACIDADES ACADÉMICAS Y DE LABORATORIOS

Programas de Especialización en Diseño y Construcción en Madera

Actualmente existen once programas de estudios superiores vinculados a la madera en cuatro universidades canadienses. Estos se dictan en las provincias de mayor actividad maderera, como los son: British Columbia, Québec y New Brunswick.

- La Universidad de Northern British Columbia (UNBC) dicta una maestría en ingeniería en diseño integrado en madera y un bachillerato en ciencias en procesamiento de productos de madera.
- La Universidad de British Columbia (UBC) dicta por su parte un doctorado en ciencias e ingeniería de los materiales lignocelulósicos y una maestría en ciencias forestales.
- La Universidad de Quebec en Trois-Rivières (UQTR) dicta un doctorado y una maestría en ciencias e ingeniería de los materiales lignocelulósicos.
- La Universidad Laval (UL) dicta dos programas de doctorado y dos de maestría en ciencias de la madera y en ingeniería de la madera y de los materiales renovables.
- La Universidad de New Brunswick dicta el bachillerato en ciencias forestales.

PERFIL DEL CUERPO ACADÉMICO

En cada universidad, la apuesta académica varía respecto de los recursos y la historia de las provincias, su desarrollo en el área forestal y las universidades.

En la Universidad del Norte de British Columbia (UNBC), los programas del área madera son liderados por la escuela de ingeniería. De la planta actual, el perfil de los académicos se enfoca principalmente en el manejo del laboratorio de innovación en madera, el desarrollo de soluciones antisísmicas en maderas e híbridas, el desarrollo de soluciones resistentes al fuego, el desarrollo de productos de madera-ingeniería, juntas de madera, estructuras híbridas y análisis estructural, el desarrollo de soluciones eficientes energéticamente asociadas a la física del edificio, el desarrollo de soluciones acústicamente superiores, el desarrollo de análisis y simulaciones multi-físicas de productos, elementos y edificaciones, entre otras.

En la Universidad de British Columbia (UBC) en cambio, los programas del área madera son liderados por el departamento de ciencias de la madera de la facultad de forestales. Los perfiles académicos varían entre expertos en física de la

madera, química de la pulpa y el papel, estrategias de comunicación, maquinaria para la madera, biomateriales, nanomateriales, materiales compuestos madera-bambú, productos forestales, tecnologías genómicas, biotecnología, diseño y manufactura de productos de madera, anatomía de la madera, calidad de la madera, programas de procesamiento de productos de madera, protección y terminación de la madera, fotoprotección y modificación de la madera, manufactura de productos de segunda transformación en madera, marketing y economía de productos forestales, química avanzada de carbohidratos y biomateriales funcionales sustentables, conversión de biomasa, gestión de negocios sustentables, diseño de edificios de madera y construcción en madera, CAD/CAM de productos de madera, sistemas avanzados de construcción en madera, desarrollo y transformación del sector forestal, materiales renovables avanzados, biocoloides, biotecnología, bioenergía, compuestos de madera, gestión y optimización de la cadena de abastecimiento, ecología industrial y gestión de negocios sustentables de recursos naturales.

La Universidad de Quebec en Trois Rivières (UQTR), por su parte, tiene un foco especializado en los materiales lignocelulósicos albergada en la facultad de química. Los académicos tienen perfiles enfocados en química, biología molecular, microbiología, fibras lignocelulósicas, propiedades de superficies, química verde, nanofibras electrofiladas, nanomateriales, medioambiente, ciencias del papel, biomateriales, tribología, materiales compuestos de fibras naturales, propiedades químicas y físicas de la madera, biocompuestos multifuncionales, biopolímeros, revestimientos inteligentes, materiales avanzados para la energía y el medioambiente, caracterización física de materiales, fatiga de materiales compuestos, valorización de la biomasa, microbiología industrial, biocarburantes de 2ª y 3ª generación, biorefinería, algorefinería, logística, gestión de operaciones y de la cadena de abastecimiento, economía circular, reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, industria 4.0, inteligencia manufacturera y ciudades durables.

La Universidad Laval (UL), tiene una estrategia generalista similar a la de UBC que reside en el departamento de ciencias de la madera y del bosque de la facultad de forestales, geografía y geomática. Los académicos poseen perfiles variados en diferentes áreas relacionadas a la madera, como la silvicultura, entomología forestal, operaciones forestales, bosques autóctonos, productos de segunda transformación, patología forestal, genética de los hongos, ingeniería de la madera y biomateriales, manejo forestal, genómica forestal, medioambiente y política, manejo del territorio, manejo integrado de los bosques, anatomía de la madera, materiales compuestos a base de madera, modelización de ecosistemas boreales, manejo de hábitats fáunicos, política forestal, economía forestal, fabricación de elementos de madera, física de la madera, hidrología forestal, agroforestería, operaciones forestales digitales, productos de terminación en madera, operaciones forestales, biología de la conservación, ecología animal, ecología, nutrición, silvicultura, plantaciones, genómica forestal, estructuras de madera, mecánica de la madera, forestería urbana, química de la madera, las pastas y papeles, pedología forestal, física de los edificios y estructuras de madera.

LABORATORIOS ESPECIALIZADOS

En la Facultad de Forestales de la Universidad Laval, existe una serie de laboratorios enfocados al desarrollo de los productos de madera, desde la semilla al edificio. Los laboratorios del área forestal son los de análisis ambiental, bioquímica, biometeorología y eco-fisiología, cartografía, química y pedología, dendrocronología, dendrometría, ecología y eco-fisiología forestal, entomología forestal, geomorfología y sedimentología, hidrología forestal, microscopía y palinología, operaciones forestales, paleoecología terrestre y acuática, patología, radio-cronología, radioisótopos, telemetría, además de diversos invernaderos y emplazamientos en el bosque boreal. En las áreas de genómica forestal y medioambiental, existen los laboratorios de biología molecular y genómica, cultura in vitro, micología, patología forestal y transcriptómica. Finalmente, para las áreas de ingeniería y ciencias de la madera y de los materiales renovables existen los laboratorios de mecánica y carpintería, anatomía de la madera, biodegradación, estructuras de madera y optimización, química analítica, química de polímeros y de los adhesivos, química de la madera, segunda transformación, ensayos mecánicos, resistencia al fuego, terminaciones, paneles compuestos, física de la madera, preservación, secado, resistencia de las uniones acero-madera al clima boreal y finalmente de fabricación.

En la Universidad del Norte de British Columbia existe el laboratorio de investigación

para la innovación en madera. Este laboratorio cuenta con instalaciones para el desarrollo de las ciencias de la madera y la investigación en ingeniería de la madera. El principal objetivo es el de fabricar y probar estructuras de madera a gran escala utilizando productos de madera ingeniería como CLT, GLT y LVL, entre otros.

En la Universidad de British Columbia existe el laboratorio de ingeniería de la madera y mecánica aplicada. Este laboratorio ofrece servicios de control de humedad de la madera, secado y transformación de la madera, y variados ensayos mecánicos para productos y soluciones en madera. Su objetivo es la evaluación de la componente estructural de las edificaciones enmadera y sus componentes estructurales, incluyendo los conectores.

En la Universidad de Quebec en Trois Rivières existe un laboratorio enfocado en los materiales lignocelulósicos, y sus equipos son un sistema de purificación de la fibra, una máquina experimental de papel y cartón, una unidad de laminado de papel y cartón en capas, una planta piloto para la producción de pulpa, un sistema de impregnación de bio-compuestos al vacío, un cuarto con temperatura y humedad controlada para la caracterización mecánica y óptica del papel cartón y bio-compuestos, una unidad para la manufactura de nanofibras, un reactor inter-etapas para material lignocelulósico, y un extrusor de doble rotación para fraccionado de biomasa forestal y la producción de compuestos basados en fibras naturales y lodos de papel.

Además de los laboratorios alojados en universidades, existen laboratorios externos que se detallan a continuación.

El Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Madera es un laboratorio presente en USA, Canadá y Australia. Ofrecen servicios de inspección de estructuras de madera, servicios de ingeniería y diseño de madera, servicios de pruebas de laboratorio de calidad de la madera y cursos de estructuras de madera con certificación.

El FPInnovations es otro laboratorio que ofrece servicios en áreas tan variadas como las operaciones forestales (competitividad, costo y valor de la fibra, oferta de fibra, forestería 4.0, bosques indígenas, herramientas de transferencia de conocimientos, gente y seguridad, sostenibilidad), pulpa y papel (desarrollo de nuevos productos para la infraestructura existente, implementación de nuevas tecnologías, incremento de la competitividad), productos de madera (construcción en madera, viviendo con la madera, acceso y aceptación en los mercados, manufactura primaria), bioproductos (aplicaciones para bioproductos, energía y combustibles de biomasa, plataformas para biomateriales, sostenibilidad y la economía del carbono), pruebas acreditadas por el consejo de estándares de Canadá, certificación ELD, EPD, entre otros. De forma colaborativa, ofrece servicios en áreas como la investigación de la operación de incendios forestales, fibras de madera, logística forestal, reducción de emisiones de CO_2, gestión y manejo de los bosques, certificación de los bosques, especies forestales, desempeño de productos de madera (acústico, durabilidad, fuego, salud, resiliencia, térmico, valor y versatilidad), diseño y construcción (madera híbrida, marco y plataforma, madera masiva, prefabricación) y el apoyo específico en proyectos que vinculen a la madera.

PROGRAMAS DE FORMACIÓN TÉCNICA EN CONSTRUCCIÓN EN MADERAS

En Canadá, existen al menos 5 programas de formación técnica ofrecidos en los diferentes centros de formación vinculados a la madera: ebanistería, procesamiento de productos forestales, mueblería y carpintería, tecnología y mantenimiento industrial, y escultura.

El programa de ebanistería tiene como objetivo formar artesanos especializados en el trabajo de la madera y capaces de crear o diseñar obras originales en un sólo ejemplar o en series limitadas, para fabricar o reparar muebles para usos diversos y otros trabajos de ebanistería, hechos de madera maciza y materiales derivados de la madera.

El programa de procesamiento de productos forestales tiene como objetivo formar tecnólogos aptos para trabajar en la industria de transformación primaria de la madera, en fábricas que utilicen procesos de aserrado, descortezado, fabricación de tableros aglomerados, tratamiento de madera, secado, cepillado, encolado y fabricación de tejas de madera blanda o dura.

El programa de mueblería y carpintería tiene como objetivo preparar a tecnólogos capaces de realizar tareas de redacción de diseños, gestión de producción y supervisión en el campo del mueble y la carpintería arquitectónica. Podrán ejercer su profesión en una pequeña, mediana o gran empresa tanto en la ebanistería industrial y comercial, como en la ebanistería de diseño y en la fabricación de mobiliario de interior y exterior.

El programa de tecnología y mantenimiento industrial tiene como objetivo el formar técnicos capaces de ejercer su función laboral en todas las empresas de los sectores industriales: papelero, metalúrgico, transformación primaria y fabricación de productos metálicos, alimentarios, madereros, petroquímicos, material de transporte, así como que en empresas ofreciendo servicios de mantenimiento tercerizados. De hecho, es posible encontrar técnicos de mantenimiento industrial en todos los sectores industriales, así como en la construcción.

El programa de técnicas de artes y oficios en escultura tiene como objetivo el formar especialistas en la forma y el espacio, diseñan y fabrican objetos escultóricos de pequeño, mediano y gran formato destinados a una función arquitectónica, expresiva, decorativa, conmemorativa, señalética, utilitaria, social o lúdica. Trabajan materiales como la madera, la piedra, el metal, la arcilla, el yeso y el plástico.

Figura 45. Imágenes laboratorios relacionados a la madera en la Universidad Laval, Quebec, Canadá.
Fuente: www.materiauxrenouvelables.ca

Figura 46. Ecobarrio de viviendas de bajo costo. Proyecto Un Toit Vert, Quebec, Canadá. Fuente: www.tergos.qc.ca

ANÁLISIS DE MERCADO DE VIVIENDAS SOCIALES

Parque Inmobiliario de la Vivienda Social Canadiense

Desde el cierre del programa de vivienda social en Canadá en el año 1993, la disponibilidad de vivienda social y datos sobre esta es escasa. A pesar de ello, existen iniciativas que han realizado estudios puntuales respecto de la vivienda social, que se detallan a continuación.

En el año 2014, se realizó un levantamiento del panorama sobre la vivienda social canadiense por la *Housing Services Corporation* (HSC)[26]. En este informe, se reconoce que el 68% de la vivienda es utilizada por propietarios, el 26% es propiedad del sector privado y solo el 6% restante corresponde al espectro de vivienda social descrito anteriormente.

No obstante, se cree que las necesidades de vivienda son importantes igualmente, sobre todo respecto a los ingresos familiares. Según datos publicados en 2010 por la *Canada Mortgage and Housing Corporation* (CMHC)[27], más del 27% de los hogares canadienses gasta más del 30% de su ingreso bruto en concepto de vivienda, y el 10.5% gasta más del 50%, lo que significan alrededor de 380.600 hogares.

En lo que respecta a materialidad, en Canadá no existe un repositorio abierto de la materialidad de la vivienda, sea social o privada. Por esto, no existe una valoración real del stock de vivienda actual segmentado por materialidad.

Lo que sí es conocido y se publica de forma periódica, es la cantidad de viviendas iniciadas por año. En 2020, se inició la construcción de 217.802 unidades, y se proyecta que entre 2021 y 2023 esta cifra aumente. En términos del mercado de vivienda ya construida, en 2020 se realizaron 551.392 reventas a un precio de 567.699 CAD (716.00 USD aprox.), muy por encima del monto máximo para los programas de vivienda asequible detallados en el capítulo: Programas Habitacionales Gestionados por el Gobierno (p:96)) de este documento.

Se estima que tanto la cantidad de reventas como el precio sigan en aumento, considerando las nuevas condiciones de necesidad de vivienda y las tasas de interés asociadas a los créditos hipotecarias, entre otras variables, como principales motores de este incremento[28].

27 Housing Services Corporation (2014). Canada's social and affordable housing landscape. April 2014.

28 Link Homeless Hub (2022). Affordable Housing.

29 CMHC (2021). Housing Market Outlook: Canada and Metropolitan areas. Spring 2021.

ACRÓNIMOS

AWC	American Wood Council
AWPA	American Wood Protection Association
CCBFC	Canadian Comision on Building and Fire Codes
CCMC	Canadian Construction Material Center
CMHC	Canada Mortgage and Housing Corporation
CoC	Chain of Custody
CSA	Canadian Standards Association
CWC	Canadian Wood Council
EMO	Expanding Market Opportunities Program
EWP	Engineered Wood Product
FRTW	Fire-Retardant Treated Wood
FSC	Forest Stewardship Council
GCWood	Green Construction through Wood Program
HSC	Housing Services Corporation
NAICS	North American Industry Classification System
NBC	National Building Code
NECB	National Energy Code for Buildings
NFC	National Fire Code
NPC	National Plumbing Code
NRC	National Research Council
NRCan	Natural Resources Canada
PEFC	Programme for the Endorsement of Forest Certification
PWF	Permanent Wood Foundations
SFI	Sustainable Forestry Initiative
TWBDI	Tall Wood Building Demonstration Initiative
UCS	Use Category System
UBC	Universidad de Brittish Columbia
UL	Universidad Laval
UNBC	Universidad del Norte de Brittish Columbia
UNBC	Universidad de Quebec en Trois-Rivières

BIBLIOGRAFÍA

About Wood-Works! (2022) Wood-Works! https://wood-works.ca/about-ww/

Acoustics. (2022) Canadian Wood Council. https://cwc.ca/how-to-build-with-wood/codes-standards/building-codes/acoustics/

Chain of custody [certification]. (2022) Canadian Sustainable Forest Management. https://www.csasfmforests.ca/chainofcustody.htm

Charte du bois. (2013) Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. Quebec. https://mffp.gouv.qc.ca/nos-publications/charte-du-bois/

CMHC. (2021) Housing Market Outlook: Canada and Metropolitan areas. Spring 2021.

Codes & standards review. (2022) Canadian Wood Council. https://cwc.ca/how-to-build-with-wood/codes-standards/

Codes and standards. (2022) Canadian Wood Council. https://cwc.ca/en/how-to-build-with-wood/codes-standards/

Combustible Construction. (2022) Canadian Wood Council. https://cwc.ca/how-to-build-with-wood/codes-standards/building-codes/combustible-construction/

CSA 080 Wood Preservation. (2022) Canadian Wood Council. https://cwc.ca/how-to-build-with-wood/codes-standards/wood-standards/csa-080-wood-preservation/

CSA O86 Engineering design in wood. 2022. Canadian Wood Council. https://cwc.ca/en/how-to-build-with-wood/codes-standards/wood-standards/

csa-o86-engineering-design-in-wood/

CSA S406 Permanent Wood Foundations. (2022) Canadian Wood Council. https://cwc.ca/how-to-build-with-wood/codes-standards/wood-standards/csa-s406-permanent-wood-foundations/

CSA S-6 Canadian Highway Bridge Design Code. (2022) Canadian Wood Council. https://cwc.ca/en/how-to-build-with-wood/codes-standards/wood-standards/csa-s6-highway-bridge-code/

Energy Code. (2022) Canadian Wood Council. https://cwc.ca/en/how-to-build-with-wood/codes-standards/energy-code/

Fire Code. (2022) Canadian Wood Council. https://cwc.ca/en/how-to-build-with-wood/codes-standards/fire-code/

Forest certification in Canada. (2022) Government of Canada. https://www.nrcan.gc.ca/our-natural-resources/forests/sustainable-forest-management/forest-certification-canada/17474

Gosselin, A., Blanchet, P., Lehoux, N., & Cimon, Y. (2017) Main motivations and barriers for using wood in multi-story and non-residential construction projects. BioResources, 12(1), 546-570.

Homeless Hub. (2022) Affordable Housing. https://homelesshub.ca/solutions/housing-accommodation-and-supports/affordable-housing

Housing Services Corporation (2014) Canada's social and affordable housing landscape. April 2014.

Karacabeyli, E., & Lum, C. (2014) Technical Guide for the Design and Construction of Tall Wood Buildings in Canada. Canadian Wood Council (CWC). https://library.fpinnovations.ca/en/permalink/fpipub42991

Logements en copropriété – guide de l'acheteur. 2022. Canada Mortgage and Housing Corporation. https://www.cmhc-schl.gc.ca/fr/consumers/home-buying/buying-guides/condominium

Lumber. (2022) Canadian Wood Council. https://cwc.ca/en/how-to-build-with-wood/wood-products/lumber/

Naturally wood (2022) Light-frame construction. https://www.naturallywood.com/topics/light-frame-construction/

Naturally wood (2022) Mass timber and taller wood construction. https://www.naturallywood.com/topics/mass-timber/

Tall Wood Building Demonstration Initiative (2021) Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Green Construction through Wood (GCWood), Ottawa. https://cfs.nrcan.gc.ca/publications?id=40337

Répertoire d'entreprise du Québec. (2022) Icriq. https://www.icriq.com/fr/

SFI 2015-2021 Standards and Rules. 2022. Sustainable Forest Initiative. https://forests.org/standardguide2015-2019/

Technical Guide for the Design and Construction of Tall Wood Buildings in Canada. (2022) Canadian Wood Council. https://web.fpinnovations.ca/tallwood/

The State of Mass Timber in Canada. (2021) 2021. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Green Construction through Wood (GCWood) Program, Ottawa. 54 p.

Tung, D. (2020) An overview of FPInnovations' industrialized construction program in 2019-2020. FPInnovations report.

Wood design in the National Building Code of Canada. 2022. Canadian Wood Council. https://cwc.ca/en/how-to-build-with-wood/codes-standards/wood-design-in-the-national-building-code-of-canada/

https://cwc.ca/en/how-to-build-with-wood/wood-products/

www.nrcan.gc.ca

https://www.canada.ca/fr/agence-consommation-matiere-financiere/services/acheter-maison.html

https://www.nrcan.gc.ca/science-and-data/funding-partnerships/funding-opportunities/forest-sector-funding-programs/expanding-market-opportunities-program/13133

https://www.nrcan.gc.ca/science-and-data/funding-partnerships/funding-opportunities/forest-sector-funding-programs/green-construction-through-wood-gcwood-program/20046

CASO 3: FINLANDIA

POLÍTICAS PÚBLICAS Y PROGRAMAS

Administrativamente Finlandia se divide en 19 regiones. Las regiones son gobernadas por consejos regionales, que sirven como foros de cooperación para las municipalidades de la región. Las regiones representan actualmente las variaciones dialectales, culturales y económicas.

Las políticas públicas y el Programa en Madera descritos a continuación en este documento son de carácter nacional con incumbencia en las 19 regiones.

Agenda Pública de Construcción en Madera (2010-2030)

La construcción con madera juega un papel vital en la promoción de la bioeconomía y el fomento del uso de la madera puede ayudar a apoyar el cuidado sostenible de los bosques. Aumentar la cantidad de madera utilizada en la construcción también es una forma eficiente de alcanzar los objetivos energéticos y climáticos establecidos en la Estrategia Nacional de Energía y Clima, y de reducir la huella de carbono de Finlandia para 2030.

El Programa de Construcción en Madera (2016-2025) es un emprendimiento conjunto del gobierno finlandés coordinado por el Ministerio del Medio Ambiente, destinado a aumentar el uso de la madera en el desarrollo urbano, edificios públicos y grandes construcciones, como puentes o galpones. El programa también tiene como objetivo diversificar y expandir las diferentes aplicaciones de la madera desarrollando el mayor valor agregado posible a este material.

El programa promueve el uso de la madera fortaleciendo la base de las capacidades de la industria, actualizando la legislación y los reglamentos de construcción relevantes para la construcción con madera, y proporcionando información basada en evidencia sobre la construcción con madera. El programa busca que en la década de 2020 el uso de la madera se transforme en una parte fundamental de la construcción en Finlandia.

Los objetivos del programa son promover y desarrollar capacidades para llevar la construcción con madera a un nivel competitivo internacional, apoyar la fabricación industrial de productos de madera en Finlandia, impulsar las exportaciones, y apoyar la Estrategia de Bioeconomía de Finlandia, considerando que aumentando el uso de madera en la construcción, aumentará al almacenamiento a largo plazo de carbono.

El Programa de Construcción en Madera tiene cinco áreas de enfoque, que se exponen a continuación junto con acciones concretas relacionadas llevadas a cabo.

1. Aumentar el uso de la madera en el desarrollo urbano: El programa promueve iniciativas locales que fomentan la construcción en madera y participa en el avance y desarrollo de dichas iniciativas con las autoridades locales. Los principales grupos de interés son las autoridades locales que dirigen el desarrollo urbano y la industria de la construcción con madera.
   Acciones concretas: subsidios gubernamentales para proyectos de construcción en madera financiados por el municipio, por ejemplo, desarrollo de viviendas, pautas para modelos innovadores de planificación y desarrollo, compromiso con los desarrolladores junto con las organizaciones y clientes.
2. Fomentar el uso de la madera en los edificios públicos: El objetivo es mejorar el conocimiento y las habilidades de los encargados de la toma de decisiones locales y de las autoridades en la contratación de construcción de madera, además de aumentar la conciencia general sobre la importancia de la huella de carbono.
   Acciones concretas: directrices de contratación para proyectos de construcción pública, herramientas de contratación electrónica, herramientas de medición y evaluación de pruebas para establecer el almacenamiento de carbono y la huella de carbono en proyectos de construcción de madera, y la publicación de un informe sobre el almacenamiento de carbono en productos de madera.
3. Aumentar la edificación de grandes construcciones en madera: El programa potencia la innovación y desarrollo de nuevas soluciones industriales para grandes construcciones de madera, como puentes y galpones, para lo que requiere métodos compartidos y estándares abiertos.
   Acciones concretas: estudios de extensión en control urbanístico y formación del profesorado en tecnología de la edificación, además de la creación del Régimen de Ayudas al Crecimiento y Desarrollo de la Madera, cuyo objetivo es desarrollar nuevas soluciones y relacionarse con nuevos actores en la materia.
4. Fortalecer las bases regionales de competencias: El programa busca la colaboración regional en el desarrollo, lo que mejora las competencias en la construcción con madera. Las competencias y la experiencia se transfieren a las autoridades, promotores, empresas de construcción, proveedores de productos de madera y organizaciones de investigación y desarrollo a través de proyectos de construcción reales.
   Acciones concretas: desarrollo de la formación en institutos de formación profesional y universidades de ciencias aplicadas, activación de la red empresarial WoodFinland, y recopilación de los proyectos de desarrollo en la construcción con madera y sus resultados en una base de datos nacional.
5. Promover las exportaciones: El programa promueve las exportaciones y la colaboración internacional en el campo de la construcción en madera junto con organizaciones como Team Finland. En particular, se profundiza la colaboración con otros países nórdicos
   Acciones concretas: financiación de proyectos de investigación sobre construcción con madera, trabajo de desarrollo legislativo pannórdico sobre construcción con madera y participación en la red Nordic Wooden Cities.

Además de las acciones concretas descritas, las áreas de enfoque del programa se abordan a través de una amplia gama de métodos. Este desarrolla normas y reglamentos relacionados con las comunidades, el entorno construido y la vivienda; publica informes y estudios sobre la construcción con madera; y promueve soluciones de construcción industrial con madera. El programa también apoya la investigación internacional y la cooperación para el desarrollo, y ofrece información imparcial sobre el uso de la madera en la construcción. Además, comunica y comparte información con las partes interesadas y los grupos objetivo en todos los ámbitos, incluido el sector público, los profesionales de la industria de la construcción y los estudiantes.

Los resultados del programa se evalúan según los siguientes indicadores:

- El aumento del número de bloques de viviendas con entramado de madera.
- La proporción de construcción industrial en madera respecto al total de construcción de madera.

- El aumento de las exportaciones de productos de construcción a base de madera.
- La cantidad de carbono secuestrado por los edificios.
- El aumento del número de promotores sin ánimo de lucro activos en la construcción con madera.
- Una evaluación de impacto anual.

El Programa de Construcción de Madera recibió fondos de financiación para 2016-2018 del proyecto de Punta de Lanza del gobierno. Para 2018–2025, el programa recibió financiamiento bajo la Estrategia Nacional de Energía y Clima.

MADERA EN LA CONSTRUCCIÓN PÚBLICA

Los municipios finlandeses juegan un papel importante en la mitigación del cambio climático. Muchos de ellos han reconocido el uso de la madera en la construcción como un medio para reducir las emisiones municipales de dióxido de carbono y avanzar hacia los objetivos climáticos nacionales establecidos. Promover el uso de la madera en los edificios públicos es una de las áreas de enfoque del Programa de Construcción en Madera, lo que hace al brindar herramientas concretas a los actores municipales y sensibilizarlos en general sobre los beneficios de la madera en la construcción, incluyendo temáticas de huella de carbono, salud y seguridad asociadas a este material. El Programa cuenta con fondos destinados específicamente al desarrollo de competencias y a la educación. A los desarrolladores públicos se les ofrece soporte y herramientas para lograr sus objetivos las que incluyen subvenciones, guías, capacitaciones, una base de datos de buenos ejemplos de proyectos, entre otras.

El informe Objetivos Nacionales para Edificios Públicos de Madera, publicado en septiembre de 2020, estipula como objetivo el incremento de la cuota de construcción pública en madera en relación al total de los edificios públicos nuevos, definiendola en un 31% en 2022 y un 45% en 2025 (ver Tabla 17). Se prevé que la competitividad de la construcción industrial en madera mejorará a medida que se generalice el uso de la madera en la construcción y aumente la oferta de soluciones.

La construcción pública incluye dentro de los edificios construidos por un actor público a: las viviendas unifamiliares y adosadas; las casas adosadas; los bloques de viviendas; los edificios residenciales para comunidades y las viviendas para colectivos especiales; los edificios residenciales de tiempo libre; los edificios comerciales; los edificios de oficinas; los edificios de transporte y comunicaciones; los edificios para atención institucional; los edificios educativos; los edificios industriales y de explotación de minas y canteras; los edificios de suministro de energía; los edificios de servicios públicos; los almacenes; los edificios agrícolas; y otros edificios.

MADERA EN LA CONSTRUCCIÓN RESIDENCIAL PÚBLICA

Se clasifican como bloques de viviendas residenciales, todos los bloques de viviendas con al menos dos plantas destinadas a uso residencial continuo, en los que la superficie habitable es al menos la mitad de la superficie construida. Uno de los objetivos del Programa de Construcción en Madera es incrementar la cuota de edificios residenciales públicos a un 22% respecto al total de edificios residenciales en 2022 y un 46% en el año 2025.

Los Acuerdos sobre Uso de Suelo, Vivienda y Transporte (MAL) para los años 2020-2031 también brindan incentivos financieros para que las ciudades construyan con madera. El Centro de Financiamiento y Desarrollo de la Vivienda de Finlandia (ARA) ofrece mayores subvenciones iniciales para la construcción de viviendas de alquiler en esta materialidad. Se estima que el desarrollo de la construcción industrial en madera mejora la competitividad del uso de la madera, lo que permite el aumento de la construcción de bloques de viviendas residenciales en esta materialidad.

Por otro lado, la madera es un material propicio para la construcción de plantas adicionales y para la renovación. Se prevé que la construcción complementaria en madera crezca, especialmente en áreas densamente edificadas. En este sentido, la velocidad de la construcción industrializada en madera es un factor positivo.

Año	Volúmen total de construcción (1000 m3)	Edificación con armazón de madera (1000 m3)	Proporción de la madera en el mercado (%)
2019	6.907	1.039	15
2022	5.661	1.760	31
2025	5.221	2.296	45

Tabla 18. Objetivos uso de la madera en el sector público a partir de informe de Objetivos Nacionales para Edificios Públicos en Madera

Nombre del Proyecto (Solicitante)	Presupuesto del Proyecto	Subvención Concedida
Landskapets fastighetsverk på Åland / Tillsammans para transporte moderno – Åland. (Affärsverk)	92.504 EUR / 112.000 USD	64.753 EUR / 78.800 USD
Estructuras saludables - Informe sobre las condiciones para la producción local relacionada con la construcción deportiva en el área de Kokonniemi. (Ciudad de Porvoo)	64.500 EUR / 78.500 USD	30.000 EUR / 36.500 USD
Make-talo 2.0 - Edificio de apartamentos modelo de madera de Helsinki. (Producción de viviendas de la ciudad de Helsinki)	209.400 EUR / 254.800 USD	50.000 EUR / 60.800 USD
Proyecto de investigación: piloto de piscina de madera maciza, piscina Elmo. (Gestión de locales en la ciudad de Vantaa)	170.900 EUR / 208.000 USD	50.000 EUR / 60.800 USD
Proyecto Keitele Wood Village. (Municipio de Keitele)	40.000 EUR / 48.700 USD	28.000 EUR / 34.000 USD
Producción de viviendas de la ciudad de Helsinki. Plan conceptual: Renovación de la fachada de un edificio de apartamentos suburbano e implementación de pisos adicionales en estructuras de madera	107.600 EUR / 131.000 USD	50.000 EUR / 60.800 USD
Ayuntamiento de Rauma. Promoción de la construcción en madera, caso Escuela de madera Uotila	28.572 EUR / 34.800 USD	20.000 EUR / 24.300 USD

Tabla 19. Proyectos financiados por la Tercera Convocatoria del Régimen de Ayudas hasta el 2022

Además de subvenciones directas a proyectos de desarrollo, el gobierno de Finlandia provee apoyo a los constructores de edificios públicos a través de reuniones con actores claves del sector, de una guía de contratación de un edificio público de madera y de una base de datos de proyectos sobre edificios públicos de madera en Finlandia.

Régimen de Ayudas al Crecimiento y Desarrollo a partir de la Madera

El Régimen de Ayudas al Crecimiento y Desarrollo a partir de la Madera es parte del Programa de de Construcción en Madera, y tiene por objeto fomentar el uso de la madera en la construcción mediante la concesión de ayudas a diversos proyectos. En el esquema de ayuda, la financiación se asigna a proyectos seleccionados con el objetivo de activar grupos de interés y alentar a nuevos actores, influyendo ampliamente el sector para acelerar su crecimiento.

TERCERA CONVOCATORIA

El volumen total de los proyectos financiados en la Tercera Convocatoria del Régimen de Ayudas al Crecimiento y Desarrollo a partir de la Madera fue de poco más de 713.000 euros. Todos los proyectos financiados finalizarán a más tardar el 30 de junio de 2022, los que se muestran en la Tabla 19.

QUINTA CONVOCATORIA

En la quinta convocatoria de propuestas al Régimen de Ayudas al Crecimiento y Desarrollo a partir de la Madera, se concedió un total de 1,1 millones de euros (1,34 millones de dólares americanos aprox.)[1] a 17 proyectos que promueven la digitalización de la construcción con madera, las soluciones bajas en carbono, la economía circular y redes industriales. El objetivo fue encontrar soluciones replicables que hagan avanzar rápidamente la construcción finlandesa en madera. El Ministerio del Medio Ambiente recibió 35 solicitudes, las cuales fueron evaluadas por un equipo independiente de esta institución. El presupuesto total de los proyectos financiados hasta el momento es de aproximadamente 2,9 millones de euros (3,5 millones de dólares americanos aprox.).

A los interesados se les ofreció la oportunidad de refinar su propia idea de proyecto junto con expertos incluso antes de que se abriera la solicitud. La Tabla 20 muestra los proyectos financiados que finalizarán el 30 de septiembre de 2022.

De acuerdo al portal online de la Asociación Finlandesa de la Industria de la Madera, un total de 180 proyectos han sido subvencionados hasta el momento en el Programa de Construcción en Madera del Ministerio de Medio Ambiente. La naturaleza de los proyectos varía, desde normas y reglamentos relacionados con la construcción de edificios de distinta tipología, soluciones industrializadas en madera o proyectos pilotos de construcción, hasta el apoyo a la investigación internacional y la cooperación para el desarrollo de información de acceso público sobre el uso de la madera en la construcción. Por otro lado, promueve la capacitación de los actores involucrados y los grupos objetivos en el sector público, los profesionales de la industria de la construcción y los centros de estudios en sus distintos niveles.

Proyectos Financiados por el Programa de Construcción en Madera

PROYECTO MATERIAL DIDÁCTICO CONSTRUCCIÓN INDUSTRIAL EN MADERA [TPUUR]

El proyecto tPUUr, que se completará en agosto del 2022, produce material didáctico para la construcción industrial en madera para uso de profesores en colegios secundarios, politécnicos y universidades, con un presupuesto total de 72.700 EUR (88.400 USD aprox.). El conjunto cubre todo el proceso desde el material de madera, el diseño, la fabricación industrial y las operaciones en el sitio de construcción, hasta el impacto ambiental, la reparación de edificios de madera y la economía de la construcción. El proyecto es implementado por el Colegio Vocacional Lappia, la Universidad de Ciencias Aplicadas del Sudeste de Finlandia, la Universidad de Ciencias Aplicadas de Metropolia, la Universidad de Ciencias Aplicadas de Jyväskylä, la Universidad de Tampere y la Asociación Finlandesa de la Industria de la Madera. Se planea completar en agosto de 2022, abordando los siguientes temas:

- La madera como material de construcción .
- Sistemas de construcción industrial.
- Diseño arquitectónico.
- Diseño estructural.
- Diseño HVAC.
- Física de la construcción.
- Prefabricación industrial.
- Instalación y operaciones del sitio.
- Estandarización y aprobación de productos de construcción.

1 Según valor del euro respecto del dólar americano el 25 de enero de 2022 (EUR 1 = USD 1,2169).

- Impactos ambientales de la construcción con madera.
- Reparación de edificios en madera.
- Economía de la construcción, administración y gestión de proyectos.
- Desarrollo de la plataforma digital.

"¿Y SI LO CONSTRUYO EN MADERA?" EMISIONES DE CARBONO E INFORMACIÓN DE COSTOS PARA LA TOMA DE DECISIONES

El proyecto desarrollado por la empresa Bionova Oy, garantiza que la información sobre el potencial de reducción de costos de todo el ciclo de vida y emisiones de carbono este fácilmente disponible en etapas tempranas para respaldar la toma de decisiones. Las decisiones significativas que afectan las emisiones de carbono durante el ciclo de vida de un proyecto de construcción se realizan a menudo en la etapa de anteproyecto, contando con información limitada sobre las especificaciones del proyecto. Una mayor certeza se obtiene en las etapas posteriores, sin embargo, las decisiones sobre los materiales de construcción a utilizar se toman actualmente con datos incompletos. El objetivo del proyecto es garantizar que los clientes y arquitectos tengan un acceso fácil y confiable a la información sobre las emisiones del ciclo de vida, el impacto en los costos y el potencial de ahorro de las soluciones de construcción con madera en todas las etapas claves de toma de decisiones. Esto brinda a los usuarios la oportunidad de decidir basandose en resultados cuantitativos.

En la primera fase del proyecto, se creará un prototipo del software. Será posible comparar las emisiones y los costos de las estructuras de madera con las soluciones convencionales en una etapa muy temprana, por ejemplo, basandose únicamente en la escala y los tipos de edificios. En la segunda fase, se crearán especificaciones y requisitos mínimos para modelos que respalden el cálculo del ciclo de vida de los edificios de madera. El proyecto también brindará orientación a los clientes y diseñadores sobre los impactos del ciclo de vida de los edificios de madera.

ESCUELA DE CLT EN EL MUNICIPIO DE KUHMO

La construcción de la escuela en el municipio de Kuhmo tuvo un costo total estimado de 298.000 EUR (363.000 USD aprox.) y la subvención estatal del Ministerio de Medio Ambiente fue de 119.200 EUR (145.000 USD aprox.). Uno de los objetivos del proyecto fue la creación de un modelo de adquisición nuevo e innovador para la construcción pública de madera que pueda replicarse fácilmente. Con este fin, el proyecto recopila una gran cantidad de información y comunica publicamente sobre el modelo de licitaciones, adquisiciones y construcción que surgen durante el proyecto (ver Figuras 31 a 38). Otros objetivos del proyecto incluyen:

- Construir una red local para implementar la construcción de la escuela en CLT.
- Crear un modelo de contratación para el desarrollo e implementación de un proyecto de construcción pública.
- Desarrollar e implementar un sistema de construcción modular y flexible para la construcción de escuelas.
- Crear una plataforma que permita escalarse y que esté genuinamente disponible para proyectos futuros más allá de los límites municipales y de las empresas locales.
- Aumentar la información acumulada sobre la construcción (costo, tiempo, rendimiento del trabajo) y publicarla abiertamente.

PUUDASJÄRVEN SCHOOL

La escuela construida en 2016 y ubicada en el norte de Finlandia, consta de cuatro volúmenes agrupados en dos alas conectadas por un comedor. Las construcciones de dos pisos, al norte, albergan oficinas administrativas, un gimnasio, estudios de arte, un taller de metal y la cocina, mientras que las de un piso, al sur, albergan aulas.

Estructuralmente, los volúmenes están construidos con paredes exteriores sólidas de troncos de pino laminados. El espesor de 11 pulgadas de los troncos brinda todo el aislamiento requerido en el edificio y elimina la necesidad de acabados interiores. Los pisos intermedios y las escaleras se construyeron en CLT.

En la parte superior de los volúmenes rectilíneos se diseñaron tragaluces en forma de cajas, los que en los edificios de aulas de un sólo piso tienen un ancho de 7 metros y un largo de 12 metros. Las cajas vidriadas están sostenidas por columnas laminadas y curvas de pino que se extienden desde un nodo central aproximadamente 3 metros sobre el techo. La forma de "Y" de las columnas no fue solo una decisión estética, sino también una opción funcional en espacios donde se debía evitar el exceso de columnas.

Solicitante	Presupuesto del Proyecto	Subvención Concedida
Universidad de Helsinki, Facultad de Agricultura y Silvicultura	339.793 EUR / 413.500 USD	135.917 EUR / 165.400 USD
ProdLib Oy	124.950 EUR / 152.000 USD	49.980 EUR / 61.000 USD
Fundación Y	250.200 EUR / 304.500 USD	99.200 EUR / 121.00 USD
Fixtep Oy	21.000 EUR / 25.550 USD	8.400 EUR / 10.200 USD
Helst Oy	192.400 EUR / 234.100 USD	76.960 EUR / 93.650 USD
Universidad de Tampere, Unidad de Arquitectura	106.601 EUR / 129.700 USD	42.640 EUR / 51.900 USD
Korepuu Oy	451.380 EUR / 549.300 USD	150.000 EUR / 182.500 USD
Servicios comunitarios y medioambientales de la ciudad de Oulu	200.000 EUR / 243.400 USD	80.000 EUR / 97.350 USD
Universidad de Tampere, ECOSAFE	282.000 EUR / 343.150 USD	112.800 EUR / 137.250 USD
Arctic Smart Village Oy	200.000 EUR / 243.400 USD	80.000 EUR / 97.350 USD
Honkarakenne Oy	222.500 EUR / 270.750 USD	77.875 EUR / 94.750 USD
Rothoblaas SRL	125.000 EUR / 152.100 USD	50.000 EUR / 60.850 USD
Casagrande Laboratorio Centro de Investigación Urbana Oy	200.000 EUR / 243.400 USD	80.000 EUR / 97.350 USD
Rakennustieto Oy	36.000 EUR / 43.800 USD	14.400 EUR / 17.500 USD
Rakennustieto Oy	20.000 EUR / 24.350 USD	8.000 EUR / 9.750 USD
Arinahtitoimisto Elina Ipatti Oy (con Maamusta Oy)	79.448 EUR / 96.700 USD	31.779 EUR / 38.700 USD
Weston Group Oy	140.000 EUR / 170.350 USD	56.000 EUR / 68.150 USD

Tabla 20. Proyectos financiados por el Régimen de Ayudas al Crecimiento y Desarrollo a partir de la Madera hasta el 2022

Figura 47. Escuela en Kuuhmo. Fuente: Archdaily

Figura 48. Escuela en Kuuhmo. Fuente: Archdaily

Figura 49. Escuela en Kuuhmo. Fuente: Archdaily

DESARROLLO DE CONCEPTOS DE PLANTAS Y ÁTICOS ADICIONALES EN EDIFICIOS DE VIVIENDA UTILIZANDO MADERA PREFABRICADA

El objetivo del proyecto es conceptualizar la construcción de plantas adicionales y áticos con estructuras de madera prefabricadas de gran tamaño, y así aumentar el uso de la madera industrial en la construcción urbana. Se desarrollarán procesos claros, cooperación, división de responsabilidades, estructura de contrato y modelos de comunicación del proyecto para la red formada, a partir de la cadena de valor del proyecto de construcción adicional y las empresas de vivienda de los antiguos edificios de apartamentos.

La construcción de pisos y áticos adicionales utilizando grandes elementos de madera prefabricados agiliza el proceso de construcción, promueve la gestión de la calidad, el control de la humedad y de los costos, y acorta el tiempo de construcción y, por lo tanto, las molestias a los residentes.

Por otro lado, el objetivo del proyecto es desarrollar las condiciones previas para la gestión de proyectos basada en el modelado de información y su utilización en la gestión y comunicación de proyectos de red.

Publicaciones de Fomento de la Construcción Sustentable

Dentro de las acciones del Programa de Construcción en Madera se encuentra el desarrollo de publicaciones de fomento de la construcción sustentable. Entre las publicaciones mencionadas se encuentran:

- Criterios de Contratación para la Construcción Baja en Carbono: esta presenta criterios que se aplican de forma voluntaria para reducir la huella de carbono de los proyectos inmobiliarios ejecutados con fondos públicos. Se presta especial atención a la incorporación del análisis de ciclo de vida (LCA), que debe aplicarse desde la etapa de planificación de los edificios con cálculo detallado de la huella de carbono. Además de los requisitos de idoneidad de los licitadores y las estimaciones de costos, los criterios incluyen la valoración de aspectos energéticos, materiales y de innovación.
- Métodos para la Evaluación del Ciclo de Vida de los Edificios: La publicación describe el método empleado en el Ministerio de Medio Ambiente de Finlandia para la evaluación del carbono durante toda la vida útil de los edificios públicos.
- La Guía de Adquisiciones para la Construcción de Madera: Este documento será publicado a finales del 2022.

Programas Habitacionales Gestionados por el Gobierno

El Centro de Financiamiento y Desarrollo de la Vivienda de Finlandia (ARA) tiene la responsabilidad principal de la implementación de la política de vivienda de Finlandia y pertenece al poder administrativo del Ministerio del Medio Ambiente.

ARA otorga subvenciones, ayudas y garantías para la vivienda, y construye y supervisa el uso de las suyas. Por otro lado, el Centro participa en proyectos relacionados con el desarrollo y la especificación en el mercado de la vivienda social y produce servicios de información para la industria. ARA es un socio experto, promotor y modernizador de viviendas, y entre sus principales tareas encontramos:

- Desarrollo de viviendas sustentables, de alta calidad y a precios razonables.
- Apoyo a la mejora de las condiciones de vivienda de personas con ingresos bajos o medios y grupos con necesidades especiales.
- Supervición y dirección de las corporaciones de vivienda sin fines de lucro para garantizar la buena gestión de las finanzas y la asignación de subsidios gubernamentales a los residentes.
- Dirección y supervisión del uso del stock de inmuebles de ARA y gestión de los riesgos relacionados con sus préstamos junto con el Tesoro Público.
- Promoción, utilización y difunsión de los resultados de las actividades de investigación y desarrollo relacionadas con las condiciones de vivienda.
- Recopilación, análisis y difusión de información sobre el mercado inmobiliario y mantención de los servicios de información en línea para la industria.

El parque inmobiliario de ARA se compone de viviendas en régimen de alquiler, en régimen de ocupación y en régimen de co-propiedad financiadas. Debido a que en el parque inmobiliario subvencionado por el Estado interviene un elemento social, se ha limitado el uso y la entrega de estas viviendas. Los edificios ARA se han construido desde 1949, y la premisa básica de la vivienda protegida por el Estado ha sido la provisión de condiciones de vivienda seguras para los residentes a un costo razonable.

Región	Subvencion por departamento	Subvención por departamento con estructura en madera
Municipio de Helsinki	10.000 EUR / 12.200 USD	15.000 EUR / 18.250 USD
Municipios de Tampere, Turku y Oulu	3.000 EUR / 3.650 USD	8.000 EUR / 9.750 USD
Municipios de Lahti, Jyväskyä y Kuopio	0	5.000 EUR / 6.000 USD

Tabla 21. Subvención ARA según Municipio. Fuente: www.ara.fi

Una de las funciones de ARA es orientar y controlar el uso de su parque inmobiliario y las actividades de los propietarios de edificios residenciales financiados con subvenciones estatales, además de gestionar los riesgos relacionados con el parque inmobiliario y el préstamo junto con la Hacienda Pública.

A través de la dirección y el seguimiento, ARA garantiza que los subsidios estatales se asignen a los residentes, que las corporaciones de construcción residencial operen de acuerdo con las regulaciones, reglas y pautas aplicadas a la producción de viviendas subvencionadas por el estado, y que las corporaciones no obtengan más ingresos para sus dueños que los permitidos por la ley.

A finales de 2017 había 418.000 viviendas ARA en Finlandia, las que representaban menos del 30% del parque inmobiliario total de Finlandia como muestra la Figura 50. De estas, 268.000 eran viviendas de alquiler (64%), 104.000 eran viviendas en co-propiedad con intereses subvencionados (25%), y 46.000 eran viviendas con derecho de ocupación (11%). La información sobre el número de viviendas se basa en el sistema de información de población del Centro de Registro de Población y en los registros ARA.

TIPOS DE VIVIENDAS ARA

Las viviendas con régimen de alquiler son aquellas en las que el Estado apoya la producción de viviendas de alquiler asequibles mediante el pago de bonificaciones de intereses sobre los préstamos tomados con este fin, y mediante la emisión de una garantía estatal para estos. Dichos préstamos, conocidos como "préstamos con subsidio de interés a largo plazo", generalmente tienen un período de duración de 40 años. Durante este tiempo, los inquilinos son designados de acuerdo a motivos sociales.

Por otro lado, la vivienda con derecho de ocupación es una mezcla entre vivienda de alquiler y vivienda propia. Los residentes de este tipo de viviendas pagan una tarifa de derecho de ocupación, que es entre 10-15% del precio de compra original de la unidad. Además, los residentes pagan una tarifa de administración, que es comparable al alquiler.

Los residentes tienen derecho a permanecer en viviendas con derecho de ocupación durante el tiempo que deseen. Cuando ceden una unidad, se les devuelve el derecho de ocupación que pagaron por la unidad con una suma calculada de acuerdo al índice de costo de construcción.

Por último, la vivienda en co-propiedad con intereses subvencionados es aquella en la que los gastos de vivienda se dividen de manera que inicialmente el residente paga el 15% del precio de compra del apartamento y se convierte en titular de la cantidad correspondiente de acciones, mientras que el constructor de la casa posee la participación mayoritaria del apartamento.

Al principio, el accionista minoritario vive en el apartamento durante un alquiler a plazo fijo, manteniendo el precio razonable durante todo el período. El período de alquiler en la vivienda en co-propiedad varía de 5 a 12 años, según el acuerdo entre los accionistas minoritarios y mayoritarios. Es posible comprar un departamento de co-propiedad al final del período de alquiler, a un precio basado en el valor de compra original del departamento. El precio de redención se calcula reduciendo del precio de compra original del departamento la cuota inicial y las posibles acciones adicionales pagadas por el residente.

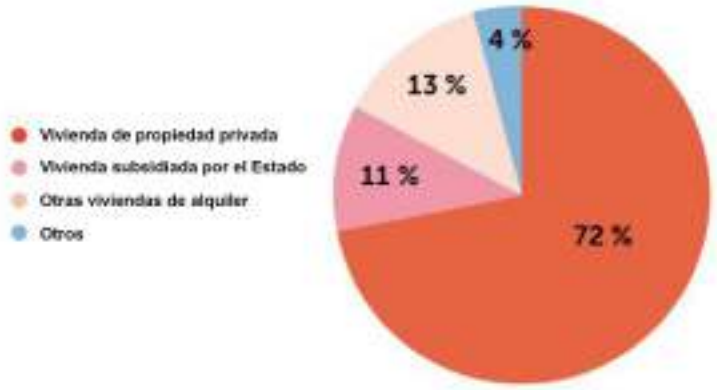

Figura 50. Distribución del parque inmobiliario en Finlandia el año 2017. Fuente: Y-Foundation (2017) "A home of your own. Housing First and ending homelessness in Finland"

Figura 51. Edificio de vivienda en Kuninkaantammi. Fuente: https://puuinfo.fi

SUBVENCIONES ARA

La subvención inicial para la construcción de viviendas de alquiler se concede para las viviendas que se construirán con un préstamo de bonificación de intereses a largo plazo. Está destinada a los proyectos de ARA situados en municipios vinculados por el Acuerdo MAL (Acuerdo de Uso de Suelo, Vivienda y Transporte), que son: Helsinki, Tampere, Turku , Oulu, Lahti, Jyväskylä y Kuopio.

La Tabla 21 especifica la subvención otorgada por departamento destinado a alquiler. Se concede un adicional de 5.000 euros si la propiedad es un edificio de viviendas con estructura en madera. Las viviendas de alquiler social pueden ser producidas por:

- Autoridades locales u otras corporaciones públicas, principalmente municipios finlandeses.
- Corporaciones que cumplan ciertas condiciones previas establecidas en las reglamentaciones vigentes de ARA y designadas por la autoridad competente.
- Sociedades limitadas o sociedades de responsabilidad civil de varios tipos en las que una o más de las dos organizaciones mencionadas anteriormente tengan autoridad dominante directa. En muchos casos, la sociedad de responsabilidad limitada bajo la autoridad dominante es una empresa propiedad de un municipio finlandés.

Por otro lado, A-Kruunu es una empresa constructora de asignación especial propiedad del Estado que opera bajo la dirección del Ministerio del Medio Ambiente. Las construcciones de los primeros proyectos de vivienda de la compañía comenzaron en el verano de 2015.

La misión de A-Kruunu es construir viviendas de alquiler asequibles, ubicadas mayoritariamente en el área de Helsinki, representando aproximadamente un 75% del total. Dentro de estas, un 15% de los edificios de viviendas son de estructura en madera. Fuera de la región de Helsinki, las viviendas se construyen en los centros urbanos más densos, donde la necesidad de viviendas de alquiler asequibles es significativa.

Además de la producción de viviendas en madera, A-Kruunu busca promover innovaciones a través de la investigación. Las áreas de investigación incluyen el desarrollo de la construcción en madera, la economía circular y la construcción baja en carbono. Gran parte de los proyectos de construcción en madera forman parte de proyectos de investigación científica más extensos destinados a obtener información significativa sobre las edificaciones en madera.

Figura 52. Edificio DAS Kelo. Fuente: https://puuinfo.fi

Figura 53. Vivienda en Sipoo. Fuente: https://www.a-kruunu.fi

Edificios Emblemáticos de Vivienda en Madera

VIVIENDAS EN KUNINKAANTAMMI

- Ubicación Kuninkaantammi, Helsinki
- Uso: Residencial
- Constructor: A-Kruunu Oy
- Año: 2018
- Diseño arquitectónico: ARK House Arkkitehdit Oy
- Diseño estructural / Estructuras de madera: Sweco Rakennetekniikka Oy; Estructuras de hormigón: Insinööritoimisto Kai Kakko Oy

El proyecto se compone de dos bloques residenciales en madera de cuatro pisos de altura que integran un total de 58 departamentos de alquiler.

El plan urbanístico de Kuninkaantammi definió en gran medida los lineamientos de la arquitectura exterior de los edificios. Los rasgos más característicos de la arquitectura de la zona son la escala uniforme, las diferentes variaciones de la cubierta a dos aguas, los balcones totalmente retraídos y el uso vivo pero controlado de los colores. En el sitio, la masa de los edificios y la selección de los colores de las fachadas están deliberadamente asincrónicas para generar un ritmo visual. La variación de altura de los techos a dos aguas también es parte clave de la expresión arquitectónica del proyecto.

La estructura del edificio se realizó en paneles de CLT, con excepción del sótano y el garaje. El revestimiento de madera de las fachadas de los bloques es principalmente panelado horizontal, a excepción de la fachada sur, en la cual se utilizaron paneles verticales.

El proyecto es parte del Programa de Construcción de Apartamentos en Desarrollo de la Ciudad de Helsinki, e incluyó la investigación comparativa de las propiedades de la construcción en madera y de la construcción de hormigón en edificios equivalentes a lo largo de la fase de diseño, construcción y operación. Casi simultáneamente, se construyeron en la parcela vecina los edificios de vivienda en hormigón de tamaño similar y con el programa correspondiente. La investigación comparativa también incluyó una encuesta de satisfacción del cliente, que examina las posibles diferencias en el confort de los habitantes de un edificio de madera y uno similar de hormigón. De acuerdo a los resultados iniciales, la huella de carbono del edificio de viviendas en madera es aproximadamente un 30% menor durante la construcción, teniendo en cuenta todo el edificio, incluyendo sus cimentaciones y movimientos de tierra. Los proyectos difieren ligeramente en los tiempos de desarrollo, ya que los bloques de viviendas de madera requirieron más tiempo en la fase de diseño, pero por otro lado, el edificio de hormigón requirió es más tiempo en la construcción.

EDIFICIO DAS KELO

- Ubicación: Rovaniemi
- Uso: Vivienda para estudiantes y oficinas
- Constructor: Domus Arctica DAS sr
- Año: 2019
- Costos de inversión 8 millones de euros
- Diseño arquitectónico: Artto Palo Rossi Tikka Oy
- Diseño estructural A-Insinöörit Oy

El objetivo de la Fundación Domus Arctica fue construir un edificio residencial seguro y saludable para estudiantes, tipología común en la ciudad de Rovaniemi. El edificio está ubicado entre el campus de la Universidad de Laponia y la Universidad de Ciencias Aplicadas de Laponia.

DAS Kelo es un edificio de apartamentos para estudiantes de ocho plantas con estructura de CLT. La fundación es de hormigón, y las siguientes siete plantas se desarrollaron con elementos volumétricos de CLT. La fachada exterior, pintada de gris, está realizada con tablas de abeto.

DAS Kelo se ha implementado con una subvención de inversión de ARA y un préstamo con bonificación de intereses.

VIVIENDAS SIPOO

- Ubicación: Söderkulla, Sipoo
- Uso: Residencial
- Constructor: A-Kruunu
- Año: 2021

Los bloques de viviendas en madera construidos por A-Kruunu en el año 2021, se ubican junto al centro de Söderkulla, en Sipoo. El conjunto compone un total de 47 departamentos de alquiler.

El proyecto Söderkulla es significativo porque A-Kruunu abrió una licitación para diferentes sistemas de construcción en madera. Los edificios de madera del proyecto se construyeron a partir de módulos de unidades de caja prefabricados. El objetivo del proyecto es desarrollar la producción industrial de edificios de apartamentos de madera, crear una producción en masa y de esa manera, reducir los costos unitarios.

VIVIENDAS EN PUDASJÄRVI

- Ubicación: Pudasjärvi
- Uso: Residencial
- Constructor: Lapti Oy
- Año: 2020

El edificio de cuatro plantas ubicado en la ciudad de Pudasjärvi tiene una superficie de 2.300 metros cuadrados distribuidos en un total de 53 departamentos y 5 locales comerciales. Los departamentos más pequeños son estudios de 35,5 metros cuadrados y los más grandes son departamentos de cuatro habitaciones y cocina de alrededor de 80 metros cuadrados.

El edificio fue construido por Pudasjärven Vuokratalot Oy y por la empresa constructora Lapti Oy, y el precio total fue de aproximadamente 9,5 millones de euros. El edificio consta de una estructura híbrida, en la cual el marco se construyó con elementos prefabricados de hormigón y las paredes exteriores del tronco laminado de pino.

Se utilizaron aproximadamente 700 metros cúbicos de troncos de pino para las fachadas de los edificios. Los troncos de las paredes exteriores tienen 275 mm de espesor y 275 mm de alto. La empresa Kontio, productora de viviendas en tronco, desarrolló y registró para este edifico el tronco SmartLog. El producto se fabricó con laminación de lamelas entrecruzadas, mejorando la estabilidad y la compresión vertical de los troncos. El SmartLog demostró ser una solución competitiva para la construcción de edificios en altura en tronco.

Figura 54. Viviendas Puudasjarven. Fuente: https://www.pudasjarvenvuokratalot.fi/

Figura 55. Viviendas Puudasjarven. Fuente: https://www.pudasjarvenvuokratalot.fi

Figura 56. Viviendas Puudasjarven. Fuente: https://www.pudasjarvenvuokratalot.fi

Figura 57. Viviendas Puudasjarven. Fuente: https://www.pudasjarvenvuokratalot.fi

ACRÓNIMOS

ARA	Centro de Financiamiento y Desarrollo de la Vivienda de Finlandia
MAL	Acuerdos sobre Uso de Suelo, Vivienda y Transporte

BIBLIOGRAFÍA

Kuittinen M., & le Roux S. (2018) Environment guide. Procurement criteria for low-carbon building [Guía ambiental. Criterios de contratación para una construcción baja en carbono]. Ministry of Environment of Finland

Y-Foundation. (2017) A home of your own. Housing First and ending homelessness in Finland.

ArchDaily. Timber School in Kuhmo. www.archdaily.com/904178/timber-school-in-kuhmo-alt-architects-plus-architecture-office-karsikas

https://www.kontio.com/en/pro-architect/pro-architect-stories/pudasjarvi-school-campus/

https://puuinfo.fi/arkkitehtuuri/daycare-centres-and-schools/pudasjarvi-log-campus/?lang=en

https://finnisharchitecture.fi/pudasjarvi-log-campus/

https://yle.fi/uutiset/3-12138176

https://www.sttinfo.fi/tiedote/lapti-rakentaa-kaksi-hirsikerrostaloa-pudasjarvelle?publisherId=55623418&releaseId=69880105

https://www.sttinfo.fi/tiedote/lapti-rakentaa-kaksi-hirsikerrostaloa-pudasjarvelle?publisherId=55623418&releaseId=69880105

PARTICIPACIÓN INTERSECTORIAL

3

ENREVISTAS - DEPARTAMENTOS - VISITAS

Figura 58. Diagrama actores constituyentes. Fuente: Elaboración propia

ENTREVISTAS A STAKEHOLDERS

El éxito de la Hoja de Ruta para el fomento de la vivienda de interés social en madera en Uruguay está sujeto a la participación multisectorial conjunta, tanto en su creación como en su desarrollo e implementación. Por esto, la inclusión de las experiencias y puntos de vista de actores de todas las áreas del sector forestal y del sector de la construcción es fundamental para el análisis del contexto nacional actual previo a la co-construcción de la misma.

En esta línea, y siguiendo el cronograma descrito en el capítulo 1, se realizaron una serie de entrevistas estructuradas en formato online, vía plataforma Zoom, que permitieron conversar con 75 actores del sector (ver Tabla 22). Estos se pueden clasificar en cinco grupos de referencia, conformando una nube de actores diversa e interrelacionada como resume la Figura 58. Los grupos son: sector público, sector empresarial - privado, sector académico, sector técnico profesional, y sector usuarios finales. Las reuniones sostenidas tuvieron una duración de entre 45 y 90 minutos, con un formato similar, comenzando con una breve presentación del proyecto de co-creación de la Hoja de Ruta para el fomento de la vivienda de interés social en madera, para luego pasar a una etapa de preguntas y conversación libre.

El objetivo de estas reuniones era entender la posición del actor entrevistado en la cadena productiva del sector forestal y/o en los procesos de construcción, considerando las barreras existentes para el desarrollo en el contexto actual, las posibles líneas de acción a futuro del entrevistado, y las acciones externas adecuadas que influenciarían estas líneas de acción. Se consideró que la metodología de reunión "uno a uno" sería más adecuada para los participantes en comparación con modalidades más masivas como la de *focus group*, de modo que tengan el espacio para expresar sus puntos de vistas sin restricciones, y así recabar la mayor cantidad de información posible y fidedigna.

Para cada entrevista se realizó una minuta detallada de la conversación sostenida, dejando un registro formal. En las minutas se especifica los participantes, se resumen los temas de conversación y se detalla al final un punteo de las acciones externas propuestas por los entrevistados para el beneficio de la Hoja de Ruta y su posible participación en ella. Estas minutas pueden ser revisadas en la sección de anexos al final de este capítulo, pero los nombres de los asistentes y sus respectivas instituciones no se publicaron para mantener la confidencialidad.

Nº	Institución	Entrevistado	Profesión	Cargo	Fecha Entrevista	Sector
1	SPF - Sociedad de Productores Forestales	Nelson Ledesma		Presidente SPF	25/11/2021	Privado
2	Universidad ORT | Facultad de Arquitectura	Laura Moya	Arquitecta Ph.D	Académica e Investigadora	26/11/2021	Académico
3	MGAP - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca	Carlos Faroppa		Director General Forestal MGAP	07/12/2021	Público
4	MGAP - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca	Mariana Boscana		Direccción General Forestal MGAP	07/12/2021	Público
5	ADIMAU - Asociación de Industriales de la Madera y Afines de Uruguay	Juan Pablo Martínez		Presidente ADIMAU | Director Maderable	16/12/2021	Privado
6	ADEMA - Asociación de Empresarios de la Madera y Afines	Daiana Morgavi		Presidenta ADEMA | Maderas Morgavi	21/12/2021	Privado
7	ADEMA - Asociación de Empresarios de la Madera y Afines	Gonzalo Casanova		Secretario ADEMA | Nortimber	21/12/2021	Privado
8	MIEM - Ministerio de Industria, Energía y Minería	Walter Verri		Subsecretario MIEM	03/02/2022	Público
9	MIEM - Ministerio de Industria, Energía y Minería	Ángel Larrama	Economista Msc	Dirección Nacional de Industria MIEM	03/02/2022	Público
10	MIEM - Ministerio de Industria, Energía y Minería	Laura Lacuaye		Asesora MIEM	03/02/2022	Público
11	UDELAR | Facultad de Ingeniería	Daniel Godoy	Arquitecto Msc	Docente Instituto de Ensayos y Materiales	03/02/2022	Académico
12	IDR - Intendencia Departamental de Rivera	Florencia Herrera	Asistente Social	Asistente Social IDR	04/02/2022	Usuarios
13	IDR - Intendencia Departamental de Rivera	Martín García Costa	Arquitecto	Director de Obras IDR	04/02/2022	Público
14	Empresa Ñandé	Sebastián Ugarte	Arqutecto	Gerente General Ñandé	04/02/2022	Privado
15	Empresa Ñandé	Diego de Angelis	Carpintero	Gerente de Producción Ñandé	04/02/2022	Privado
16	Empresa Frank Construcciones	Andrés Ribas	Arquitecto	Director Frank Construcciones	08/02/2022	Privado
17	Empresa Enkelg Group | Arboreal	Matías Abergo	Comercial	CEO cofundador Enkel - Arboreal	09/02/2022	Privado
18	Empresa Enkelg Group | Arboreal	Juán Gutiérrez	Arquitecto	Director de Proyectos Enkel - Arboreal	09/02/2022	Privado
19	Empresa Enkelg Group | Arboreal	Gustavo Percibale		Gerente de Operaciones Arboreal	09/02/2022	Privado
20	ANV - Agencia Nacional de Vivienda	Ignacio Ferrari		Asesor Presidente ANV	10/02/2022	Público
21	ANV - Agencia Nacional de Vivienda	Klaus Mill		Presidente ANV	10/02/2022	Público
22	ANV - Agencia Nacional de Vivienda	Ariel Beltrand			10/02/2022	Público
23	ANV - Agencia Nacional de Vivienda	Haroldo Gravier			10/02/2022	Público
24	MEVIR - Comisión Honoraria Pro Erradicación de la Vivienda Rural Insalubre	Amparo Souza	Asistente Social	Asistente Social MEVIR	22/02/2022	Usuarios
25	Empresa RECONER	Ma. Verónica Acosta	Lic. Economía	Oficina de Planeamiento Reconer	25/02/2022	Privado
26	LATU - Laboratorio Tecnológico del Uruguay	Silvia Böthig	Ingeniera Química Msc	Investigadora 4 LATITUD	25/02/2022	Laboratorios
27	LATU - Laboratorio Tecnológico del Uruguay	Javier Doldán	Ingeniero Msc.	Jefe Departamento Materiales y Productos	25/02/2022	Laboratorios
28	LATU - Laboratorio Tecnológico del Uruguay	Carlos Saizar	Ingeniero Químico Msc.	Investigador 4 LATITUD	25/02/2022	Laboratorios
29	LATU - Laboratorio Tecnológico del Uruguay	Andrés Olivera	Arquitecto	Consulto Senior LATU	25/02/2022	Laboratorios
30	LATU - Laboratorio Tecnológico del Uruguay	Sebastián Quaglioti	Ingeniero Agrónomo	Analista LATU	25/02/2022	Laboratorios
31	UDELAR | Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo	Juan José Fontana	Arquitecto Ph.D	Docente	03/03/2022	Laboratorios
32	SAU - Sociedad de Arquitectos del Uruguay	Jorge Casaravilla	Arquitecto	Comisión de Vivienda SAU	03/03/2022	Técnico Profesional
33	SAU - Sociedad de Arquitectos del Uruguay	María Jorge	Arquitecta	Presdidenta Comisión de Vivienda SAU	03/03/2022	Técnico Profesional
34	SAU - Sociedad de Arquitectos del Uruguay	Teresa Buroni	Arquitecta	Comisión de Vivienda SAU	03/03/2022	Técnico Profesional
35	SAU - Sociedad de Arquitectos del Uruguay	Américo Rocco	Arquitecta	Comisión de Vivienda SAU	03/03/2022	Técnico Profesional
36	SAU - Sociedad de Arquitectos del Uruguay	Leonardo Gómez	Arquitecto	Secretaría Política SAU	03/03/2022	Técnico Profesional
37	SAU - Sociedad de Arquitectos del Uruguay	Mercedes Espasandín	Arquitecta	Comisión de Vivienda SAU	03/03/2022	Técnico Profesional
38	Ministerio de Ambiente	Paola Visca	Economista	Dirección de Cambio CLimático	03/03/2022	Público

Nº	Institución	Entrevistado	Profesión	Cargo	Fecha Entrevista	Sector
39	IDT - Indendencia Departamental de Tacuarembó	Silvia Elena Silveira		Sirectora General de Ordenamiento Territorial IDT	04/03/2022	Público
40	INEFOP - Instituto Nacional de Empleo y Formación Profesional	Miguel Carvallo	Arquitecto	Área de Formación Profesional | Construcción en Madera INEFOP	08/03/2022	Técnico Profesional
41	INEFOP - Instituto Nacional de Empleo y Formación Profesional	Jhonny Hernández	Psicólogo MBA	Coordinador Unidad de Gestión de Cursos INEFOP	08/03/2022	Técnico Profesional
42	INEFOP - Instituto Nacional de Empleo y Formación Profesional	Viviana Marínez	Lic. Sociología | Lic. Ciencia Política	Gerente Formación Profesional INEFOP	08/03/2022	Técnico Profesional
43	INEFOP - Instituto Nacional de Empleo y Formación Profesional	Agustín Celiberti	Lic. En Desarrollo	Técnico Gestión de Proyectos INEFOP	08/03/2022	Técnico Profesional
44	INIA - Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria	Roberto Scoz	Ingeniero Agrónomo Ph.D	Director Programa Nacional de Investigación Forestal INIA	08/03/2022	Público
45	Cámara de la Construcción del Uruguay	Karim Manzur	Arquitecto	Suplente Presidente Cámara	10/03/2022	Técnico Profesional
46	MEVIR - Comisión Honoraria Pro Erradicación de la Vivienda Rural Insalubre	Ana Fernández		Supervisora de Obras MEVIR	11/03/2022	Público
47	APPCU - Asociación de Promotores Privados de la Construcción del Uruguay	Julio César Camarano		Fondo Social APPCU	11/03/2022	Privado
48	DNB - Dirección Nacional de Bomberos	Nery Sosa	Bombero	Jefe Departamento Protección Contra Incendios DNB	17/03/2022	Público
49	UDELAR | Facultad de Química	Mariano Romero	Químico Ph.D	Área Física FQ UDELAR	18/03/2022	Académico
50	UDELAR | Facultad de Química	Livia Arizaga	Químico Ph.D	Área Química y Materiales FQ UDELAR	18/03/2022	Académico
51	UDELAR | Facultad de Química	Nestor Tancredi	Químico Ph.D	Área Físico-Química y Área Energía Renovable FQ UDELAR	18/03/2022	Académico
52	AIU - Asociación de Ingenieros del Uruguay	Otto Vicente	Ingeniero Industrial	Miembro AIU | Estudio Otto Vicente Fuego	18/03/2022	Técnico Profesional
53	AIU - Asociación de Ingenieros del Uruguay	Martin Dulcini	Ingeniero	Presidente AIU	18/03/2022	Técnico Profesional
54	IDR - Intendencia Departamental de Rivera	Alejandro Bretón	Químico Farmacéutico	Dirección de Desarrollo y Medioambiente IDR	21/03/2022	Público
55	IDR - Intendencia Departamental de Rivera	Rafael Soares	Tecnólogo en Madera	Secretario Técnico Regional REDEMA	21/03/2022	Público
56	IDR - Intendencia Departamental de Rivera	Melina Leites	Bioquímica	Directora Empresas y Alimentos IDR	21/03/2022	Público
57	IDT - Intendencia Departamental de Tacuarembó	Araseli Acosta	Arquitecta	Coordinadora Proyectos IDT	21/03/2022	Público
58	UDELAR | CENUR Noreste	Marcela Ibáñez			22/03/2022	Académico
59	UDELAR | CENUR Noreste	Diego Passarella			22/03/2022	Académico
60	UDELAR | CENUR Noreste	Carlos Mantero			22/03/2022	Académico
61	UTU - Dirección General de Educación Técnico Profesional	Fernado Rodríguez Sanguinetti	Arquitecto	Docente UTU	23/03/2022	Técnico Profesional
62	Congreso de Intendentes	Silvana Viera	Arquitecta	Comisiones de Arquitectura y Construcción	23/03/2022	Público
63	Congreso de Intendentes	Macarena Rubio	Arquitecta Ph.D	Secretaria Ejecutiva CI	23/03/2022	Público
64	Congreso de Intendentes	Diego Irazábal		Consejero Partido Nacional CI	23/03/2022	Público
65	Empresa URUFOR	Javier Otegui		Director URUFOR	25/03/2022	Privado
66	Empresa URUFOR	Nicolás López		Gerente Comercia URUFOR	25/03/2022	Privado
67	IDRN - Intendencia Departamental de Río Negro	Alejandra Vila	Arquitecta	Directora General de Vivienda IDRN	30/03/2022	Público
68	Empresa FYMNSA	Pablo Balerio	Economista	Director FYMNSA	30/03/2022	Privado
69	IDD - Intendencia Departamental Durazno	Matías Cabrera		Departamento de Obras IDD	31/03/2022	Público
70	IDT - Indendencia Departamental de Tacuarembó	Yanina Sivsov		Dirección de Ordenamiento Territorial IDD	04/03/2022	Público
71	IDT - Indendencia Departamental de Tacuarembó	Pablo Garza		Dirección de Ordenamiento Territorial IDD	04/03/2022	Público
72	MVOT - Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial	Isabel Erro			01/04/2022	Público
73	MVOT - Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial	Daniel Cafferatta		Direccion de Viviendas MVOT	15/02/2022	Público
74	Empresa LUMIN	Diego Chabaneau		Gerente Planeamiento Estratégico LUMIN	02/04/2022	Privado
75	Empresa LUMIN	Daniela d'Alto		Gerente Comercial LUMIN	02/04/2022	Privado

Tabla 22. Actores entrevistados. Fuente: Elaboración propia

A partir de las entrevistas realizadas se obtuvieron, en un primer lugar y sin filtro alguno, 108 acciones propuestas por los 75 actores líderes participantes del sector forestal y de la construcción. Muchas de estas acciones se repitieron y/o apuntaban a temáticas similares, por lo que se realizó un trabajo de análisis y procesamiento de las propuestas. Luego de este proceso, se redujo el número a un total de 62 acciones, detalladas en la Tabla 23, que se clasificaron de manera sistemática en los 7 ejes temáticos descritos a continuación.

1. Leyes, normativas y reglamentos para la edificación en madera: Acciones vinculadas a innovar en los cuerpos legales, normativos y regulatorios para la edificación con maderas, tanto a nivel nacional como departamental, tales como: protección al fuego, propiedad horizontal, desempeño estructural, confort higrotérmico, protección y durabilidad, entre otros.
2. Formación de capacidades de profesionales, técnicos y obreros para la evaluación, diseño y ejecución de proyectos de madera: Acciones orientadas al fortalecimiento de las capacidades profesionales y técnicas, tanto en el ámbito público como privado, para la edificación con maderas, en áreas tales como: ingenierías, arquitectura, construcción, economía, industrias, administración, y montajes.
3. Investigación y desarrollo en elementos y sistemas constructivos en maderas: Acciones orientadas a fortalecer las bases científicas y de innovación vinculadas a la edificación con maderas (materiales y sistemas), en relación tanto con el capital humano avanzado, como de infraestructura de laboratorios y otros recursos.
4. Transferencia de capacidades tecnológicas hacia el sector PYME de la edificación industrializada con maderas: Acciones orientadas a fortalecer las bases científicas y de innovación vinculadas a la edificación con maderas (materiales y sistemas), en relación tanto con el capital humano avanzado, como de infraestructura de laboratorios y otros recursos.
5. Abastecimiento de madera estructural a la cadena de procesamiento industrial, con énfasis en las PYMEs: Acciones destinadas a fortalecer la cadena de abastecimiento de madera estructural certificada, de origen nacional, hacia la PYME maderera, garantizando de manera sostenible en el tiempo una amplia base social y productiva.
6. Superación de barreras culturales y de mercado para la edificación de madera: Acciones orientadas a superar las brechas culturales y de mercado en torno a las edificaciones en madera, que permitan disminuir los prejuicios y reconocer sus ventajas ambientales, económicas y de calidad.
7. Estructura de gobernanza para la promoción de la vivienda de interés social con maderas: Acciones orientadas a fortalecer la participación de multi actores en el desarrollo de la hoja de ruta, integrando la red de iniciativas actualmente en desarrollo (nacionales y departamentales), involucrando en su gestión la experiencia internacional para acelerar de manera garantizada la obtención de buenos resultados.

EJE 1 Leyes, normativas y reglamentos para la edificación en madera	1	Trabajo con bomberos para revisar y actualizar el decreto existente, y desarrollar nueva normativa en relación a la resistencia al fuego, incluyendo aspectos de seguridad de los ocupantes, vías de evacuación, señalética, y otros.
	2	Actualizar normativas de construcción incluyendo, sistemas no tradicionales y la posibilidad de uso de nuevas tecnologías en edificaciones en bloque y en altura, apuntando a normalizar las normativas a nivel nacional.
	3	Actualizar Ley de Propiedad Horizontal y su Anexo que prohibe la incorporación de estructuras "combustibles".
	4	Revisión de la normativa existente de construcción con madera, específicamente en aspectos estructurales y resistencia a esfuerzos dinámicos como el viento.
	5	Desarrollar normativas que aborden la durabilidad y la protección material, específicamente en construcciones de madera.
	6	Caracterización de los tipos de madera en construcción e incorporación de nuevas especies.
	7	Instaurar de manera efectiva el CIR como proceso alternativo al DAT.
	8	Incorporación de requerimientos sustentables en la construcción a través de sistemas de mediciones o ponderaciones.
	9	Auditar las construcciones en madera.
EJE 2 Formación de capacidades de profesionales, técnicos y obreros para la evaluación, diseño y ejecución de proyectos de madera	1	Definir los perfiles profesionales, técnicos y obreros para el desarrollo de la construcción en madera.
	2	Fomentar la capacitación de profesionales, técnicos y obreros (nuevos y en ejercicio) sobre el uso correcto, eficiente y seguro de la madera en construcción.
	3	Incorporar cursos de estructuras y resistencia al fuego especializados en construcción en madera en las carreras de ingeniería y arquitectura.
	4	Realizar jornadas regionales de capacitación de procesos de producción y construcción con madera.
	5	Capacitar a los profesionales encargados de la aprobación y/o gestión de proyectos desde el sector público.
	6	Generar documentos de buenas prácticas para los profesionales, técnicos y obreros sobre protección por diseño e impregnación de la madera.
	7	Generar guías prácticas de diseño para la correcta ejecución de proyectos en madera en todas sus fases.
	8	Generar guías prácticas para los usuarios para una correcta mantención de las edificaciones de madera.
EJE 3 Investigación y desarrollo en elementos y sistemas constructivos en maderas	1	Realizar proyectos prácticos que conecten el sector académico y la realidad nacional.
	2	Continuar el trabajo de caracterización de las maderas nacionales incorporando aspectos de durabilidad y protección.
	3	Desarrollar estudios de resistencia al fuego de los productos de madera nacional.
	4	Incentivar el desarrollo de nuevas soluciones constructivas adecuadas a las características de la madera nacional.
	5	Desarrollar capacidades de capital humano avanzado que puedan respaldar los estudios y actualizaciones normativs.
	6	Generar una base de datos nacional sobre los diferentes materiales de construcción y sus emisiones y LCA.
	7	Realizar estudios con mediciones precisas sobre los beneficios de las construcciones en madera en proyectos.
	8	Incentivar la investigación en el sector forestal, especialmente de procesos productivos de largo plazo para proyectar las inversiones futuras.
EJE 4 Transferencia de capacidades tecnológicas hacia el sector PYME de la edificación industrializada con maderas	1	Fomentar el uso del Fondo Industrial y otros fondos del MIEM para la inversión tecnológica en todas las etapas del proceso (forestal, industrial, construcción, etc).
	2	Desarrollar el Centro Tecnológico Forestal de Madera.
	3	Invertir en tecnologías de producción, procesos de industrialización, prefabricación y montaje, apuntando a una reducción de costos y plazos, e incluyendo su correcta capacitación.
	4	Guiar los próximos pasos de la inversión en términos de maquinarias y procesos.
	5	Desarrollar proyectos de mediana altura.
	6	Realizar giras tecnológicas para crear conexiones y compartir experiencias con países de mayor desarrollo de la construcción industrializada en madera.
EJE 5 Abastecimiento de madera estructural a la cadena de procesamiento industrial, con énfasis en las PYMEs	1	Fomentar el comercio de la producción forestal a nivel nacional a través de medidas de incentivo, intervención estatal y/o acuerdos a largo plazo.
	2	Garantizar una oferta constante y estandarizada de madera, destacando el rol de las barracas como intermediarios críticos.
	3	Invertir en la actualización de maquinarias e infraestructura productiva con un programa de ayudas que justifique la inversión.
	4	Potenciar la certificación de productos de madera.
	5	Potenciar el desarrollo de la industria forestal en los departamentos con mayor materia prima disponible.
	6	Potenciar el desarrollo de la industria forestal agregando valor a los productos de madera para consumo nacional y externo.
	7	Incorporar la impregnación no tóxica en el mercado de madera nacional para aumentar su consumo en construcción.
EJE 6 Superación de barreras culturales y de mercado para la edificación de madera	1	Realizar un trabajo de difusión sobre las ventajas de la construcción en madera para informar a los posibles usuarios.
	2	Realizar un trabajo de difusión sobre las ventajas de la construcción en madera para informar a los actores inmobiliarios.
	3	Generar incentivos para que desarrolladores privados consideren la madera como material de construcción.
	4	Difundir el potencial sustentable de la construcción en madera en base a estudios y mediciones fidedignas de proyectos ya construidos.
	5	Difundir el proceso completo de la industria forestal, desde las plantaciones al usuario final, para eliminar mitos sobre los procesos productivos.
	6	Hacer a las familias beneficiarias de viviendas sociales construidas en madera partes de todo el proceso, desde el dieño a la construcción, para que aprendan sobre el material y pierdan el prejuicio.
	7	Desarrollar proyectos de vivienda social y trabajar con las familias beneficiarias de forma personalizada durante todo el proceso.
	8	Crear iniciativas estatales de proyectos de construcción en madera de gran escala para uso público.
	9	Fiscalizar la construcción en madera para evitar desprestigiar el material con malas prácticas técnicas o profesionales.
EJE 7 Estructura de gobernanza para la promoción de la vivienda de interés social con maderas	1	Fomentar el contacto y la asociatividad entre los diferentes actores del sector forestal, desde la producción hasta el usuario final.
	2	Apoyo del MIEM en el desarrollo productivo de la PYME maderera.
	3	Generar demanda del producto maderero desde el sector público, con MVOT como propulsor de proyectos.
	4	Considerar los aspectos de sostenibilidad en los proyectos de vivienda social de manera integral para beneficiar la elección de la madera.
	5	Incluir la categoría de "wood products" en la contabilidad de las emisiones de efecto invernadero, para impulsar la medición sistemática de emisiones.
	6	Crear una Comisión de Construcción en Madera en el Congreso de Intendentes.

Tabla 23. Líneas de acción propuestas por los entrevistados. Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas estructuradas

Figura 59. Visita Proyecto MEVIR, Rivera. Fuente: Propia

TRABAJO DEPARTAMENTAL

El ordenamiento político - territorial de Uruguay sigue una lógica regional, organizándose a partir de 19 departamentos. De esta manera, las funciones administrativas se distribuyen en dos niveles, las del Gobierno Nacional y las de los Gobiernos Departamentales. Las Intendencias de cada departamento se organizan de manera diferente entre sí, para poder atender a las necesidades y particularidades de cada uno de ellos.

Como se describe en el capítulo de Normativas y Regulaciones (p:37) de Uruguay, una de las responsabilidades de las intendencias es la aprobación de los Permisos de Construcción, para lo que los proyectos deben probar el cumplimiento de ciertas normativas nacionales y locales. Esto supone una barrera para el desarrollo común de la construcción en madera, porque cada normativa local es diferente.

Esta diferencia implica además, que la implementación de los programas habitacionales del Sistema Público de Vivienda (SPV) también es impulsado por cada intendencia de forma particular, a través de la realización de convenios con el MVOT y otras instituciones involucradas. Por esto, los lineamientos de los gobiernos y autoridades locales van a impactar directamente en la política habitacional de cada departamento.

Por otro lado, la distribución de la industria forestal no es equitativa en el territorio nacional, como se describe en el capítulo: Descripción de la Industria Forestal (p:43) de Uruguay, siendo que los departamentos de Tacuarembó y Rivera concentran un 30% de la industria forestal uruguaya.

Se consideró fundamental para la creación y el desarrollo de la Hoja de Ruta la participación de los gobiernos departamentales en general, y de los departamentos forestales en particular. En un primer lugar, se incluyeron entre los actores entrevistados a autoridades y profesionales de las Intendencias de Rivera, Tacuarembó, Durazno y Río Negro, poniendo especial énfasis en las que ya han realizado proyectos de vivienda de interés social en madera. En esta línea, se realizó un trabajo departamental más profundo con las intendencias de mayor incidencia forestal, que son Tacuarembó y Rivera, considerándolos posibles departamentos piloto para el desarrollo de la construcción de viviendas de interés social en madera. Para esto, se realizaron visitas a terreno, donde se llevaron a cabo entrevistas presenciales con autoridades, profesionales, académicos,

empresarios, trabajadores y usuarios, y se visitaron instalaciones, industrias y proyectos. Así, se buscaba obtener una visión desde los territorios sobre las oportunidades, barreras y desafíos que presentaría la implementación allí de una agenda de promoción de la vivienda de interés social en maderas, además de invitarlos a participar de forma activa en la implementación de la misma. Ambas visitas se describen a continuación.

Visita Departamento de Rivera

La visita al Departamento de Rivera se llevó a cabo durante los días 6 y 7 de abril del 2022, y comenzó con una reunión en la Intendencia, en la que se conversó con el Secretario General, el Director General de Obras, una asistente social, un arquitecto de proyecto, entre otros. En esta instancia se habló de las acciones de la Hoja de Ruta, de la posibilidad de implementación de la misma en Rivera como departamento piloto, del sistema de programas habitacionales local, de la experiencia que existe en construcción en madera en proyectos de la intendencia, de las barreras existentes para poder seguir desarrollando este tipo de proyectos, y de las opciones que existen en el departamento para desarrollar un posible futuro proyecto de viviendas de interés social en madera.

Posteriormente, se visitó el Proyecto de Rivera de MEVIR (ver capítulo Proyectos Detonantes (p: 30)), construido en madera a finales del año 2021, en compañía del Director General de Obras, de la asistente social a cargo del proyecto y de uno de los arquitectos que trabajó en su desarrollo. Se tuvo la oportunidad de conocer a una de las familias beneficiarias del proyecto, que se componía de una pareja y sus dos hijas de no más de 10 años, quienes permitieron conocer el interior de su vivienda. Se destaca por un lado, la calidad constructiva de las viviendas y el nivel de terminaciones e instalaciones. Por otro, la percepción de los habitantes, quienes transmitieron un alto nivel de satisfacción, tanto en lo que fue el proceso de autoconstrucción, como en el confort existente a lo largo del tiempo habitado en la vivienda. Es importante recalcar, que la jefa de hogar de la familia con la que se pudo conversar defendía y promovía ferozmente el uso de madera en viviendas de interés social, por las razones antes mencionadas.

En el Departamento de Rivera se pudo visitar también el proyecto Mandubi de viviendas sociales construido hace 11 años en madera. En esta visita se tuvo la oportunidad de conversar con una beneficiaria que residía en una de las 45 casas parte del proyecto. En este caso, también es notable el nivel de satisfacción existente por parte de los habitantes luego de más de una década de uso de las viviendas, destacando el nivel de confort y eficiencia de las construcciones.

Para finalizar el recorrido, se visitó un pequeño aserradero de la zona, guiado por el dueño y miembro de ADEMA, y acompañado por la presidenta de la misma asociación, y miembros de REDEMA. En esta oportunidad se revisó el proceso de producción completo y las maquinarias disponibles en el aserradero, se conversó sobre los desafíos que enfrentan las MIPYMES de la zona, haciendo especial énfasis en la escasez de materia prima para producir, la obsolescencia de la maquinaria y el bajo valor agregado de sus productos, y se discutieron las posibles líneas de acción de la Hoja de Ruta y el involucramiento de ADEMA y REDEMA en su desarrollo. Se destaca la participación de las MIPYMES y agrupaciones relacionadas en el desarrollo de la industria de la construcción en madera, entendiéndolas como eslabones fundamentales en la cadena productiva forestal nacional, por lo que se considera esta visita de gran valor.

Visita Departamento de Tacuarembó

La visita al Departamento de Tacuarembó se llevó a cabo durante los días 7 y 8 de abril de 2022. Esta comenzó con una visita a la planta de Arboreal, en la que participaron el socio y cofundador de la empresa, el Gerente de Producción, y varios miembros de la intendencia. En ella se pudo apreciar el alto nivel tecnológico de la mayor parte del proceso productivo del aserradero, y se discutieron las líneas de acción de la Hoja de Ruta que interesarían a las GE del sector privado, así como las inversiones planificadas a futuro por la empresa y los proyectos a desarrollar. Además, se conversó sobre la futura planta de CLT proyectada en funcionamiento para el segundo semestre del 2022 en las instalaciones de Arboreal, y los desafíos a los que se enfrenta la empresa tanto en términos de producción, calidad y certificación, como en cuanto al uso del material en la construcción a nivel nacional.

Posteriormente, se realizó una reunión con varios miembros de la Dirección de Ordenamiento Territorial y la Dirección de Obras de la Intendencia de Tacuarembó. En ella se discutió sobre el rol del

Figura 60. Visita planta Arboreal, Tacuarembó.
Fuente: Propia

Gobierno Nacional, específicamente del MVOT, como propulsor de una política de fomento de la construcción de vivienda social en madera, pero también como ejecutor de proyectos para crear una masa crítica, además de conversar sobre la experiencia de construcción en madera de la intendencia, el proyecto de hoja de ruta realizado por REDEMA para el departamento, la incidencia de la industria forestal en Tacuarembó y la opción de construir un posible proyecto detonante de viviendas de interés social en la zona.

También, se visitó las instalaciones del Centro Universitario Noreste de la UdelaR con sede en Tacuarembó, lo que fue un gran aporte para observar las capacidades académicas existentes en los departamentos forestales. El recorrido fue guiado por académicos docentes y por miembros del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), en el que se pudo apreciar la destacable variedad existente de laboratorios de ensayos, una biblioteca y salas de estudio de diversos tamaños, además de un prototipo experimental de madera a escala real que se está desarrollando en el campus universitario. El Centro ofrece carreras profesionales que no son impartidas en ningún otro departamento del Uruguay, y tiene la particularidad de no contar con facultades específicas, sino que opta por un sistema de organización interdisciplinario. Se visitó también el edificio de dormitorios para estudiantes y profesores cerca de CENUR.

Por último, se visitaron las viviendas T15, proyecto de 23 unidades pareadas construidas en madera, con la excepción del muro medianero en hormigón. En esa oportunidad, se pudo conversar con una policía usuaria de una de las casas, quien transmitió una excelente experiencia, destacando el confort térmico y acústico, en los tres años en los que ha vivido en su casa de madera.

Visita Departamento de Maldonado

Si bien el Departamento de Maldonado no tiene gran incidencia en la industria forestal nacional, este si tiene una preponderancia en el sector del turismo uruguayo, por lo que se han concentrado en él una serie de edificios emblemáticos detonantes en madera. Es por esto, que se realizó una visita por el día a Maldonado, recorriendo las instalaciones del hostel Wanderlust José Ignacio, la Posada Anastacio en Manantiales, la Reserva Montoya en Manantiales y el Museo de Arte Contemporáneo Atchugarry en Manantiales, acompañado de los proyectistas y desarrolladores de cada uno de los proyectos. Para más información de los proyectos ver capítulo Proyectos Detonantes (p: 30)).

Figura 61. Visita Hostel Wanderlust, José Ignacio. Fuente: Propia

Figura 62. Equipo Intendencia de Rivera en Proyecto MEVIR, Rivera. Fuente: Propia

Figura 63. Visita guiada por el dueño aserradero Nortimber, Rivera. Fuente: Propia

Figura 64. Visita Centro Universitario Regional Noreste, Sede Tacuarembó. Fuente: Propia

Figura 65. Dueña de vivienda proyecto T15, Tacuarembó. Fuente: Propia

Figura 66. Visita planta Arboreal, Tacuarembó. Fuente: Propia

Figura 67. Visita guiada MACA, Manantiales. Fuente: Propia

MINUTAS

MINUTA Nº1 | PRIVADO

FECHA:

25/11/2021

ACCIONES PROPUESTAS:

- -

CONTENIDO:

En específico se accedió a colaborar con antecedentes sobre el desarrollo de la industria relacionada con la producción de maderas y tableros para la construcción -de acuerdo al material con que efectivamente cuenten, que seguramente es parcial-.

Adicionalmente se le invitó a formar parte de esta instancia colaborativa, y a colaborar en el financiamiento de la misma, como una manera concreta de materializar el interés de este actor hacia el éxito de esta iniciativa, manifestando una buena disposición para evaluar en la sede gremial ambas cuestiones.

Un antecedente también muy relevante es que, a raíz de las tareas de prevención y combate de incendios forestales que todos los años se realizan, este gremio mantienen una agenda de colaboración muy cercana con bomberos, y que desde allí podrían colaborar en el desarrollo del trabajo técnico para modernizar la normativa específica de protección al fuego en las edificaciones en maderas.

Se solicita su colaboración con información sobre la industria forestal en relación a:

1. Fase Producción Materia Prima
2. Fase Industrialización Edificaciones en Madera
3. Fase Construcción y Montaje en Madera
4. Capacidades (profesionales y técnicas)

MINUTA Nº2 | ACADÉMICO

FECHA:

26/11/2021

ACCIONES PROPUESTAS:

- Mejorar la gestión financiera de la vivienda social en maderas.
- Trabajar en conjunto con el Congreso de Intendentes y la Dirección Nacional de Bomberos, en temas de normativas locales y nacionales.

CONTENIDO:

En específico se le solicitó y accedió a colaborar con antecedentes sobre las capacidades existentes en el sector académico – maderas, más específicamente haciendo un relevamiento sobre los académicos especializados con que cuenta, un listado de los programas de especialización y postgrado vigentes o prontos a iniciar, así como también el equipamiento científico y de laboratorios para realizar la investigación y certificación de materiales y sistemas. Adicionalmente se le invitó a formar parte de esta instancia colaborativa, manifestando su total disposición para ello.

La entrevistada se refiere al trabajo conjunto con la Intendencia del Departamento de Cerro Largo, con una agenda de valor agregado para los remanentes de cosecha de pino, para generar paneles aislantes con fibras y cemento. Señala un conjunto de empresas que llevan la delantera en el tema de las tecnologías de la madera, y que han colaborado en proyectos de investigación y desarrollo: Enkel; Arboreal (nueva planta CLT, Vanesa Baño y Andrés Dieste asesoran, quienes ejecutaron junto a Dolomite el Hostal José Ignacio); Lumin (entiende toda la cadena de valor del negocio; 4 casas en Rivera); Urufor (MLE para muebles, no certificada estructural); Finsa; Timberhouse; Ñandé.

Está postulando ante la Agencia Nacional de Investigación e innovación (ANII) un proyecto para realizar un levantamiento de las capacidades de la industria para la construcción en maderas y las barreras normativas para profundizar su campo de acción (USD$120.000). Sugiere contactar al Dr. Arq. Daniel Godoy, de la Facultad de Ingeniería de la UdelaR, para elaborar el diagnóstico sobre normativas, además de tomar contacto con Juan José Fontana, de la Facultad de Arquitectura de la misma institución.

Subraya que la modalidad de contratos y el retraso de los pagos en la vivienda pública encarece su ejecución, por lo que debería ser algo a mejorar: gestión financiera de la vivienda social en maderas.

Además, incorpora como dimensiones importantes a trabajar: el Congreso de Intendentes (19), ya que las normativas son distintas entre ellos; la superintendencia de Bomberos (normas resistencia fuego).

MINUTA Nº3 | PÚBLICO

FECHA:

07/12/2021

ACCIONES PROPUESTAS:

- Involucrar el estado de situación de las PYMES (apoyarse en ADEMA, ADIMAU).
- Incluir la necesidad de acceso a infraestructuras (como son las necesarias para el secado de madera) para pequeños aserraderos.

CONTENIDO:

Uno de los problemas es que a veces los pequeños aserraderos tienen dificultad para contar con infraestructuras como son las necesarias para el secado de madera.

En cuanto al "procesamiento de la madera", que es un tema importante, lo verá la SPF (Sociedad de Productores Forestales) que tiene en la actualidad a Nelson Ledesma como presidente. En cuanto al conocimiento, lo ideal sería que la SPF compartiera el que tienen, siendo su rol, acompañar este proceso.

Se sugiere revisar el Foro "*Business Sweden*" que se llevará a cabo a través de la Embajada de Suecia.

Se señala que, además de involucrar a las grandes empresas, es fundamental incluir a las pymes, representadas por ejemplo en ADEMA y ADIMAU poniendo algún foco de esta hoja de ruta en esas últimas.

Se ofrecen los contactos de Daiana Morgavi y Beltrán Martínez. También se sugiere contactar a Latitud, por temas de secado.

Se explica durante la reunión el alcance de la DGF: que involucra todo el estado en el sector forestal del Uruguay, haciendo también proyecciones y tendencias en la materia.

MINUTA Nº4 | PRIVADO

FECHA:

16/12/2021

ACCIONES PROPUESTAS:

- Necesidad de contar con una oferta estandarizada de madera.
- Rol activo del Estado en el fomento de la construcción en madera aportando con masa crítica, demanda de incentivos.
- Trabajo normativo de fuego con bomberos.
- Utilización del Fondo Industrial en relación a la industria forestal.
- Fomentar la educación y formación de todos los actores que intervienen en obra.
- Fomentar la asociatividad entre actores para encontrar los "complementadores" en la cadena de valor, desde la producción hasta el cliente final.

CONTENIDO:

Destaca la capacidad instalada en su sector, al contar con madera nacional y mano de obra calificada. En relación a la mano de obra de "montajistas", en su experiencia ha visto que se puede aprovechar la experiencia de los montajistas del hierro o industriales para la obra gruesa –están más preparados para ello- y tomar la experiencia de los mueblistas para las terminaciones.

En el último tiempo, apoyados en algunos casos por el Fondo Industrial del MIEM, se han realizado importantes inversiones tecnológicas (máquinas de control numérico -CNC- software y otras), particularmente en la industria del mueble, convirtiendo la oficina técnica en el centro del negocio. Por lo mismo, el actor ve una oportunidad de escalar el fondo industrial, para realizar inversiones tecnológicas para la edificación en maderas.

Dentro de la posibilidad de oferta estandarizada destaca el rol de las barracas como intermediadores críticos, por acceso al crédito para adquirir materiales y la necesidad que estos conozcan e informen adecuadamente las características de las maderas que ofrecen. Además, destaca el importante rol que puede ocupar el Estado, en demostrar que la demanda existe y es creciente, de manera que los privados confíen al realizar las inversiones. Plantea también que existen barreras con bomberos y normas de fuego, y con el acceso a seguros para la edificación en maderas y créditos bancarios.

Por otro lado, se plantea la necesidad de mucha educación y formación, acercando la "cultura" de la madera a los intervinientes en obra (ej.: igualar el cuidado de la membrana de barrera para muros de madera (tipo Tyvek) a la membrana sobre la planchada del techo).

MINUTA Nº5 | PRIVADO

FECHA:

21/12/2021

ACCIONES PROPUESTAS:

- Inversión en actualización tecnológica de procesos y maquinarias en las pymes.
- Fomento de las capacitaciones de obreros y trabajadores de la etapa de producción forestal.
- Continuar con trabajos de asociatividad y espacios colaborativos.
- Avanzar en estudios de caracterización.
- Trabajo para combatir barreras culturales sobre la construcción de madera, controlando la construcción con este material.

CONTENIDO:

La producción de Rivera y Tacuarembó mueve el mercado interno de maderas, basado fundamentalmente en pino y eucaliptus. Se señala como un desafío el nivel de obsolescencia de las máquinas con que se elabora la madera. Un programa de ayuda debe ir de la mano para justificar las inversiones.

REDEMA, de la Intendencia de Rivera ha prestado apoyo para el desarrollo del sector, empeñado en desarrollar un proceso de mejora continua. Se destaca la adjudicación de un fondo industrial por parte de un empresario local, lo que le ha permitido una mejora tecnológica de su planta. ADEMA por su parte, realiza cursos específicos, alineados con las necesidades del empresariado local (ejemplos.: curso de afilado, manejo de químicos en aserraderos).

En materia de asociatividad y espacios colaborativos, se percibe un mayor contacto con los gobiernos locales y nacional que con otras empresas, concluyendo que esto no es una fortaleza a exhibir aún, aunque existiría interés de realizar esfuerzos colaborativos (red de secado o impregnación, tomando en cuenta la logística -muy cara en Uruguay- como una limitante para los desplazamientos). Aquellos con capacidad financiera han podido realizar inversiones propias (horno de secado), o manejar stock para secar al aire durante 60 – 90 días. Pero los pequeños no pueden acceder a ello.

LATU ha prestado apoyo al mundo PYME local. UNIT ha avanzado con la caracterización del pino, pero se percibe un atraso en cuanto al eucaliptus. Aún así, la antigüedad de las normativas se percibe como una seria limitante para el desarrollo de la agenda.

Se señala también que la barrera de primera prioridad sería aquella de orden cultural, en relación a la percepción de la construcción en madera como algo de pobre calidad. La existencia de oferta de casas baratas, que usan madera verde y de bajas escuadrías, sin técnicas adecuadas, desprestigian al sector y no se hace control ni se informa adecuadamente al comprador (se menciona la mal llamada: “viveza criolla”). Ello obliga a trabajar sobre una buena base, informando adecuadamente al cliente y toda la cadena de valor: Información, Normas, Conocimiento, Especificaciones, Cultura, Control.

MINUTA N°6 | PÚBLICO

FECHA:

02/02/2022

ACCIONES PROPUESTAS:

- Apoyo del MIEM en temas de oferta.
- Equilibrar y fortalecer la participación de las PYMES en el mercado de la construcción con maderas, por ejemplo, postulando a los fondos concursables del MIEM, disponibles para estos escalamientos (Fondos: Industrial; de Vinculación Tecnológica, y otros de beneficios tributarios)
- Avanzar en la creación del Centro Tecnológico Forestal de Madera (fideicomiso UPM), que puede ser un gran apoyo para la implementación de la Hoja de Ruta. Evaluar la participación del MVOT en el Comité Consultivo del Centro.
- Avanzar en procesos de industrialización y montaje de las viviendas de madera, apuntando a que ello represente una reducción en los costos y plazos de las obras.

CONTENIDO:

La agenda del actor se cruza con la de la Hoja de Ruta en tres temas: (1) la industria de la madera y su potencial de crecimiento; (2) la economía circular, y los beneficios de la madera en cuanto a huella carbono positiva y a la agenda global de cambio de climático; (3) la eficiencia energética. En este sentido, las herramientas que ofrece son muy potentes.

En esta linea se comenta que el Fondo Industrial del MIEM ha tenido proyectos ganadores relacionados a la industria de la madera, sobre todo en procesos secundarios y de reutilización de residuos. Lo bueno de estos instrumentos es que son competitivos y con evaluaciones técnicas, y apuntan proyectos que generen un impacto en términos de empleos, resultados productivos, ventas, etc. Los instrumentos están y funcionan. Se ve que falta un mercado completo en cuanto a la madera, falta la oferta y falta la demanda, y el actor pude apoyar desde el lado de la oferta, apoyando a las pymes con mayores necesidades.

Se ofrece apoyo, porque falta mucho por desarrollar en el mercado de la madera en el país, y se comentan dos iniciativas en desarrollo relacionadas: (1) la instalación del Centro Tecnológico Forestal Maderero, que estará operativo en dos meses, y que coordinará el desarrollo de nuevas herramientas o derive a terceros que ya las tienen, apuntando a la madera sólida más que el uso de celulosa. (2) la inauguración en Rivera de un plan piloto, desarrollado en colaboración con MEVIR, en acuerdo con el MVOT, el MIEM y la Intendencia de Rivera. Se construyeron 9 viviendas con perfil piloto para analizar las capacidades de construcción existentes, en las que el MIEM colaboró con el tema de la eficiencia energética. Estas fueron construidas en 4 meses y resultaron un 35% más económicas que las de construcción tradicional.

Se aclara que el fideicomiso del Centro no incluye el proyecto de Laboratorio de Fuego, y se agrega que LATU es el indicado para hacerse cargo porque ya tienen experiencia. El Centro no considera el desarrollo de nueva infraestructura, porque LATU o las universidades ya la tienen.

La experiencia de Chile indica que el costo inicial (materiales e insumos) de construcción en madera es más caro, pero al agregar procesos industriales de producción y montaje, estos se reducen y son competitivos. Con esos plazos son menores los costos y menor el capital inmovilizado, por lo que la madera gana con ventaja. Sin embargo, no se responde automáticamente, porque el ritmo de construcción está preestablecido, y es difícil entender que ya no se necesitan carpinteros, sino montajistas.

A partir de esto se agrega que los costos de seguridad social en Uruguay son muy altos, por lo que reducir los plazos y aumentar la productividad de los trabajadores podría representar un ahorro significativo en los costos de las obras de madera. El gobierno hoy está apostando por un fondo verde así que esto es muy importante.

MINUTA Nº7 | ACADÉMICO

FECHA:

03/02/2022

ACCIONES PROPUESTAS:

- Gran problemática: el tema de la demanda que se debe activar desde el sector público. Como hay poca, no se genera inversión lo que produce que no existan iniciativas en términos normativos.
- Problema normativo 1: Ley de Propiedad Horizontal y su Anexo que prohíbe la incorporación de estructuras “combustibles”.
- Problema normativo 2: Decreto de bomberos incompleto, copiado del extranjero a medias.
- Problema normativo 3: Códigos de Construcción departamentales.
- No ve con buenos ojos el Laboratorio de Fuego por creer que es insostenible económicamente en el tiempo.
- Trabajo de formación de profesionales de diseño.

CONTENIDO:

A partir del año 2018 se crea una versión nueva del Comité de Madera Estructural UNIT. Comenzó trabajando por la base: conocer las propiedades de la madera nacional, y surgen dos normas de clasificación visual de pino y de eucaliptus. En 2019 trabajaron en la norma de MLE, pero las empresas nacionales aseguran que no harán cambios productivos para cumplir con esta normativa hasta que no haya demanda nacional. Las normas de clasificación visual las puede cumplir cualquier aserradero, pero no lo hacen porque no hay demanda. Por esto, se necesita trabajar en la formación de arquitectos para que aprendan a especificar madera, enseñar requerimientos, etc. Algo ya se está haciendo. El Comité comienza a trabajar en el desarrollo de una norma de CLT, pero como la capacidad académica es muy chica en Uruguay, se decide tomar como referencia el Eurocódigo 5 y después generar normas complementarias a modo de anexos nacionales. En diciembre del 2020, en plena discusión de los anexos, el Comité deja de funcionar posiblemente por temas económicos, porque no había fabricación nacional de CLT en ese minuto. Hoy existe una inversión para una planta de CLT, por lo que se espera se retome el proyecto.

Se explica la pirámide de normativas, destacando tres niveles problemáticos. (1) Ley de Propiedad Horizontal y el anexo sobre incorporación a la misma que prohíbe las construcciones "combustibles"; (2) Decretos de Bomberos y los Instructivos Técnicos copiados y traducidos literalmente de Brasil pero de manera incompleta; (3) Códigos Departamentales diferentes en las 19 intendencias quienes tienen la decisión final sobre aprobación de proyectos.

El foco habría que ponerlo en los niveles 2 y 3. Primero hablar con bomberos para desarrollar un Instructivo Técnico local que determine resistencias al fugo requeridas, de esta forma se dejaría de usar la norma extranjera. Luego habría que hablar con las intendencias para que se elimine la palabra "combustibles" a nivel local, porque ya existirían garantías de resistencia al fuego al existir el Instructivo Técnico local.

Un tema importante es evitar el tema de los ensayos, porque al no existir un laboratorio local las soluciones se tienen que mandar a ensayar afuera. Además, existen formas de calcular analíticamente los tiempos de resistencia con métodos simplificados. Si habría que dividir, hasta 60 minutos de resistencia se haría analíticamente porque apunta a PYMES que construyen viviendas unifamiliares y que no pueden afrontar los costos de ensayar afuera. Aparte, suponiendo que se consiguen los fondos para financiar un Laboratorio de Fuego, este no se ve sostenible económicamente en el tiempo.

Se comenta que Uruguay es un país muy centralizado, siendo que de 3 millones de habitantes, 1.8 viven en Montevideo, por lo que de construirse un Laboratorio este debería estar situado en la capital. La ubicación no es tema, el país es chico, por lo que vale más que exista por sobre la ubicación. En esta misma linea se habla de que el flujo común en el país es que la gente del interior se asiente en Montevideo para estudiar porque ahí están concentrados los recursos. La descentralización ha funcionado a nivel técnico en Uruguay, no profesional.

MINUTA Nº8 | USUARIOS

FECHA:

04/02/2022

ACCIONES PROPUESTAS:

- Hacer a las familias partícipes de todo proceso, desde el diseño hasta la construcción de la casa, para que aprendan de cuidados y valoren la construcción, superando prejuicios.
- Trabajar con los técnicos, profesionales y autoridades sobre los prejuicios hacia la madera, que son más que los de la gente.
- Modernizar la normativa de construcción en madera departamental, ya que es bastante compleja y precaria, trabajando con referentes internacionales.
- Hacer jornadas de capacitación, y que Rivera sea una de las intendencias piloto para la implementación de los primeros proyectos.

CONTENIDO:

Se valora mucho la participación de la familia en el proceso de obra completo, porque aprenden a valorar, a construir, e incluso aprenden el oficio. La valoración y el cuidado posterior de la vivienda es mucho menor cuando no hay participación.

En Rivera no se perciben prejuicios culturales sobre la madera, obviamente entendiendo el tipo de vivienda y la calidad que están construyendo, donde se han construido alrededor de 120 viviendas de madera de interés social, lo que ayuda a combatir el prejuicio. Además, se construyó un barrio particular de viviendas de muy buen nivel, y el proveedor de maderas es el mismo que el de la intendencia. Sin embargo, se agrega que si se plantean viviendas de tres plantas el prejuicio no es del usuario, sino de los técnicos.

Agregan que hay problemas con la normativa local de construcción en madera, que es compleja y precaria, más allá de las regulaciones de bomberos. A la Intendencia le gustaría ser líder en este tema, y la Dirección de Obras ya está en conversaciones con autoridades para trabajar el tema.

Además, se comenta que la madera no se ha hecho tan popular en un nivel de público general porque los costos no son tanto más bajos en comparación a otros materiales, porque estos pueden ser adquiridos en Brasil a muy bajo costo.

Las Intendencia de Tacuarembó y Rivera podrían ser pilotos en temas de capacitaciones técnicas y profesionales. En 2014 se hizo un programa en esta linea llamado "Cerro Bellavista", con capacitaciones, cursos e incluso evaluaciones. El programa general fue la regularización de un barrio complejo en cuanto a seguridad y precariedad. Eran 198 familias, dentro de las que se mejoraron viviendas, construyeron nuevas (48 en madera) y se hicieron realojos, además de hacer toda la parte de infraestructura del barrio. Los resultados fueron muy satisfactorios, y hubo pocos casos de casa con problemas.

MINUTA Nº9 | PRIVADO

FECHA:

04/02/2022

ACCIONES PROPUESTAS:

- Trabajo en ámbito normativo para sistemas no tradicionales, incluido la madera.
- Fomentar espacios de capacitación para profesionales y técnicos en términos de prefabricación.
- Guiar los siguientes pasos de inversión en términos de maquinarias y procesos que actualmente no son evidentes.
- Trabajar las barreras culturales con autoridades y ejecutores de proyectos.
- Fomentar la certificación estructural, para aumentar oferta y disminuir costos.
- Potenciar la asociatividad del sector académico con el "mundo real".
- Abordar la durabilidad y la protección en términos normativos.
- MVOT con un rol más activo, como propulsor de proyectos, desarrollador de programas de capacitación, entre otros.
- Fomentar la construcción en media altura.

CONTENIDO:

Es una empresa con visión social, que crea trabajos de calidad, invierte en capacitación y sin requisitos de formación de ingreso. Además, se propuso tener un fuerte componente de prefabricación de entramado ligero, evitando al máximo el trabajo en obra, con procesos a pequeña escala sin maquinaria sofisticada. Se han dado cuenta que la capacitación en términos de prefabricación es escasa en Uruguay.

La empresa ha hecho capacitaciones para mejorar los sistemas constructivos con fondos del MIEM, además de una consultoría sobre fabricación digital y BIM con INEFOP. Pero para eso se necesitan insumos de calidad y un taller digitalizado, cosas que no tienen hoy. Su escala de prefabricación es pequeña, sin la necesidad de maquinaria sofisticada y manejable a mano. La inversión en maquinaria ha sido propia y el problema con la inversión con fondos externos es que no es evidente qué tecnología o qué maquinaria es el siguiente paso. Además, la visión social de Ñandé no busca reducir el personal, y a veces esa búsqueda de maquinaria parte de ese deseo. Por lo mismo, mantener funcionando la empresa ha sido un desafío, sobretodo el tema de mantener una demanda constante, sin haber recibido ningún tipo de subsidio, manteniéndose en base a la comercialización de su producto.

El proyecto de Rivera se construyó con el sistema constructivo de Ñandé, con un acuerdo con MEVIR: Ñandé prefabricaba y el trabajo in situ lo hacía MEVIR con su experiencia en obra, montando las 9 casas en 2 meses. Se optó por construir en Rivera porque la madera está más aceptada para la construcción de vivienda. La empresa no ha explorado el sector privado aún porque existe una mayor oferta de sistemas constructivos. En la mayoría de los proyectos se trabaja con los vecinos, se explica el sistema constructivo, y cuando es posible, se visita la obra para resolver las dudas. Existen prejuicios por asociación de la construcción en madera con la de mala calidad, pero no son insalvables, y muchas veces no viene del usuario, fue difícil por ejemplo, que MEVIR saliera de la construcción tradicional.

Por otro lado, el tema de la reducción de costos por reducción de plazos en construcciones en madera se utiliza como apalancamiento, porque los programas de vivienda de interés social tienen bajos presupuestos. MEVIR construye sin fines de lucro, por lo que sus costos son muy competitivos. En Uruguay los costos de construcción son muy altos, por el aumento de un 75% sólo en leyes sociales, pero haciendo la comparación, Ñandé está un 30% por debajo de la vivienda tradicional.

La empresa trabaja con madera de eucaliptus porque es común en el país, pero la limitante es que existe una única empresa capaz de asegurar la calidad de sus productos que produce esta madera seca en horno. En Uruguay no hay madera certificada para uso estructural, sólo se pide el cumplimiento de las normas de calificación visual, y a pesar de que el proveedor "certifica" su cumplimiento, ellos igual deben ensayar y muestrear cada lote recibido. Como es una normativa tan incipiente, a los proveedores no le es atractiva este tipo de madera.

Se comenta además que el pino está en "retirada" en el país porque tiene pocas opciones de tratamiento y menores cualidades mecánicas, siendo que la única forma de trabajarlo es con CCA, y el eucaliptus no tiene problema de conservantes, es menos propensa a ser atacada por hongos e insectos. Este no es un tema de normativa, más bien cultural o tradicional.

El desarrollo de la industria ha sido muy lento, la academia va con un freno y no existe una estrategia clara de desarrollo, solo iniciativas puntuales. Es necesario unir a todos los actores y que el sector público sea menos errático. El MVOT debería asumir un rol propulsor de proyectos para crear masa crítica con cualquier sistema en madera, además trabajar en capacitación para aumentar el rendimiento de la mano de obra y la variedad de productos existentes para disminuir costos de construcción. Para el desarrollo de la vivienda de interés social en madera se necesita el impulso del ministerio, que garantice los procesos y genere seguridad. Con eso se asegura una demanda que los impulsa a seguir desarrollándose. Por otro lado, sería bueno impulsar proyectos de mediana altura, con todo lo que implica, hasta ahora el DAT les permite construir dos pisos. En Montevideo hay una demanda por densificar, y construir en 3-4 pisos en madera puede ser una interesante solución.

MINUTA N°10 | PRIVADO

FECHA:

08/02/2022

ACCIONES PROPUESTAS:

- Contar con normas más flexibles que permitan la utilización de la madera en la construcción (ej.: la obligación de utilizar hormigón en la división entre unidades).
- Normalizar la construcción en madera entre los distintos departamentos.
- Fomentar y promocionar la construcción en maderas.
- Simplificar los procesos para la obtención de DAT y CIR.
- Potenciar los instrumentos del MIEM para la incorporación de mayor tecnología en la construcción industrializada en maderas.
- Desarrollar Giras Tecnológicas que permita tomar contacto y compartir experiencias con los países de mayor desarrollo en la construcción industrializada en maderas.

CONTENIDO:

La empresa se ha especializado en sistemas constructivos tipo marco plataforma en madera, buscando dar una respuesta ecológica y sustentable a la demanda de nuevas viviendas. Prefabrica paneles o módulos que luego montan en terreno, asumiendo las labores de diseño, dirección y administración de las obras. Para ello cuentan con un equipo de 5 arquitectos y 20 carpinteros técnicos, especializados en el sistema constructivo utilizado.

Desde entonces ha desarrollado y ejecutado proyectos de vivienda unifamiliar en madera, para estratos medio – alto de la población (sobre USD$ 200.000). Están ahora abriéndose al mercado de la vivienda social en maderas (USD$1.000/m^2), y para ello presentaron una ficha técnica (CIR) para su aprobación como sistema constructivo innovador ante el MVOT. Este sistema está compuesto por un entramado de madera, multicapas de yeso cartón y aislantes, *siding* exterior y una cubierta de techo asfáltico.

Están ahora evaluando invertir y asociarse con capitales finlandeses para la instalación de una planta de LVL en Uruguay (entre USD$ 12 y 25 millones), con bases para molinos eólicos como posible uso del material.

MINUTA N°11 | PRIVADO

FECHA:

09/02/2022

ACCIONES PROPUESTAS:

- Bajar las barreras normativas para la edificación en bloques y altura con madera en Uruguay (fuego, propiedad horizontal).
- Alinear las normativas departamentales con el conocimiento avanzado en construcción con maderas, para lo que es fundamental la participación del Congreso de Intendentes.
- Capacitar y habilitar a los equipos profesionales que intervienen en la aprobación y/o gestión de los proyectos desde el medio público.
- Convencer a los actores inmobiliarios del mercado, sobre las ventajas de la madera por sobre otros materiales.
- Actualizar capacidades profesionales y técnicas en arquitectos e ingenieros para el uso eficiente y seguro del material. Definir los módulos de los programas, según perfil de asistentes.
- Agilizar los procesos de aprobación de los CIR y DAT al interior del MVOT.

CONTENIDO:

Los primeros proyectos los han desarrollado como constructora, importando la madera de ingeniería, tales como Posada José Ignacio y Anastasio Beach en Punta del Este, o el Museo LA en obras. Actualmente, están montando una planta de CLT (12 x 3,5 m) y MLE (12 x 1 m) en Tacuarembó, utilizando Pino Taeda uruguayo como materia prima y la mejor tecnología presente en la industria internacional, lo que ha comprometido una inversión cercana a los 20 millones de dólares. Esta iniciativa se materializó producto en parte por la crisis en el comercio internacional que ha representado las alzas en los costos de los materiales, transportes y costes de internación (puerto e impuestos), pero también de manera importante por las oportunidades que brinda la integración vertical entre bosques e industria en Uruguay, y su potencial mercado en la construcción. Se espera procesar del orden de 60.000 m^3 (150 a 180 m^2) y generar entre 45 y 50 empleos directos, y del orden de 150 indirectos. Para la fabricación de elementos estructurales se utilizará equipos automatizados y con *finger joints* para eliminar nudos.

Se releva el rol del sector privado, como motor de cambios y mejora en la productividad y reducción de costos, hasta alcanzar con productos de calidad los estándares de la vivienda pública y otras (costos vivienda con subsidio: entre USD 1.000 y 1.200).

En cuanto al Pino Taeda, este cuenta con certificación internacional, y que, de acuerdo a ensayes en laboratorios, presenta una resistencia estructural superior a la que se hace habitualmente referencia en Uruguay (C20/24 vs C14/16). La clasificación se hará de manera automática, mediante *scanner.* La madera que requiera impregnación se realizará en piscinas de inmersión (Woodseal 100; Winderholtz, Singapur), y los pegamentos a utilizar dependerán del mercado de destino de los elementos, ya sea USA o UE.

Existen tres aserraderos principales en Uruguay: (1) Arboreal: 260.000 m^3 año; (2) Gustavo Valerio: 130-140.000 m^3 año; (3) No se menciona nombre: 60-70.000 m^3 año.

La empresa realizará jornadas de capacitación gratuita en los 19 departamentos del Uruguay. Estas estarán dirigidas a profesionales, técnicos, montajistas, carpinteros y medios oficiales. Es importante llegar también al sindicato de la construcción.

MINUTA Nº12 | USUARIOS

FECHA:

22/02/2022

ACCIONES PROPUESTAS:

- Desarrollo de proyectos para entre 10 y 40 grupos beneficiarios.
- Asistentes sociales deben ser parte de todo el proceso, desde la selección de beneficiarios hasta la "pos obra".
- Si el diseño de proyecto considera ampliación o modificación debe quedar claro desde un comienzo.
- Consideración de áreas comunes en los proyectos si es posible.

CONTENIDO:

Las primeras impresiones de los beneficiarios cuando se menciona que la vivienda será construida en madera es de sorpresa y desconfianza, por cuestionar el mantenimiento, los costos, la seguridad y la duración de la casa. También hay cuestionamiento por parte de colegas pensando que es la "casa de pobre para gente pobre". Existen dos tipos de beneficiarios: por un lado los que aceptan todo y no cuestionan nada, porque sienten que tienen mucho que recibir y poco que aportar, y por otro lado, existen beneficiarios con mayores habilidades sociales que si cuestionan y quieren aprender. Todos ellos tienen formas diferentes de relacionarse con el equipo técnico, con los profesionales, y con constructores. También hay tipologías de familia diferentes, lo que pesa mucho en el momento de la construcción en sí, porque tienen que comprometerse a una cantidad de horas trabajadas mensuales, y deben contar con cierta disponibilidad horaria. Las horas se asignan por grupos familiares, independiente de quién sea el que trabaje. MEVIR piden que sean titulares o hijos mayores de 18 años. En Rivera se solicitó que se trabajarán 72 horas mensuales en octubre y noviembre, y 54 en diciembre, lo que fueron aproximadamente dos días de trabajo en la semana por persona. En este proyecto, MEVIR no participó en la selección de las familias, esto estuvo a cargo de la Intendencia y del MVOT porque era un programa piloto. Por lo general MEVIR si participa con entrevistas en el proceso de selección.

Para el proyecto de Rivera, en obra estaban los oficiales de MEVIR, para la primera parte, y los de Ñandé para la parte de madera. Para este tipo de proyectos de auto construcción, no se realizan capacitaciones previas, los oficiales de MEVIR van enseñando y la gente va aprendiendo a medida que hace. MEVIR tiene oficiales con mas de 30 años trabajando en este tipo de proyectos, por lo que saben manejar a la gente.

El proyecto de Rivera fue algo diferente, porque MEVIR por lo general trabaja con grupos más grandes en zonas rurales. Este tuvo beneficios en términos de implicar tareas más livianas en comparación con la vivienda social de auto construcción con sistema tradicional, y fue un periodo de construcción más corto, por lo que tenía que trabajar menos horas. Lo mas difícil para las familias es sostener el proceso de obra.

Los proyectos para grupos muy numerosos no es bueno por la alta carga horaria, y por la necesidad de mayor disposición de las asistentes sociales para guiar el proceso. Hasta 40 beneficiarios aprox. es viable, pero mucho más se hace difícil realizar un trabajo personalizado.

Para este tipo de proyectos los beneficiarios pagan al MVOT una cuota subsidiada posterior a la recepción de vivienda, las que son accesibles para las familias, y son revisables y adecuables a nuevas situaciones económicas, sin tener requisitos de ahorro previo. Los programas de MEVIR no consideran gastos comunes, sólo gastos de servicios básicos de la vivienda. En los casos que hay un salón común, los vecinos se organizan para mantenerlo. Para los gastos individuales, existe un subsidio importante al consumo de luz y de agua.

En término de ampliaciones, en los programas tradicionales la gente amplía de cualquier manera, y si no se deja este tema solucionado la gente termina construyendo la ampliación "a la mala". Para Rivera, MEVIR y el MVOT dejaron un plano de un galpón que se puede construir para que no tengan problema con los permisos de edificación, pero el diseño mismo de las casas no se trabajó pensando en flexibilidad, este no posibilita ninguna ampliación ni transformaciones interiores. MEVIR tiene varios modelos de vivienda, uno de los cuales habilita un nuevo dormitorio. Pero ya no están haciendo la vivienda con crecimiento, ahora sólo se construye para la situación actual.

Por otro lado, no se consideraron áreas comunes en este proyecto. Hubo un trabajo con la intendencia para plantar árboles, y se hizo un taller de arbolado, porque en Rivera la vegetación es básica para bajar la temperatura. En los proyectos de MEVIR en general si tienen áreas verdes o algunos incluso tienen huertas comunitarias, pero el foco principal es responder al problema de la vivienda.

El proyecto Rivera fue muy difundido y aceptado, la gente de otras partes lo pedía después. Se colmaron las expectativas de los vecinos por completo.

MINUTA N°13 | PRIVADO

FECHA:

22/02/2022

ACCIONES PROPUESTAS:

- Bajar las barreras normativas para la edificación en bloques y altura con madera en Uruguay (fuego, propiedad horizontal).
- Alinear las normativas departamentales con el conocimiento avanzado en construcción con maderas, para lo que es fundamental la participación del Congreso de Intendentes.
- Capacitar y habilitar a los equipos profesionales que intervienen en la aprobación y/o gestión de los proyectos desde el medio público.
- Convencer a los actores inmobiliarios del mercado, sobre las ventajas de la madera sobre otros materiales.
- Actualizar capacidades profesionales y técnicas en arquitectos e ingenieros para el uso eficiente y seguro del material. Definir los módulos de los programas, según perfil de asistentes.
- Agilizar los procesos de aprobación de los CIR y DAT al interior del MVOT.

CONTENIDO:

Se comenta que Uruguay hizo un acuerdo con UPM, para el cual hay un fideicomiso en el que se comprometen a desarrollar varias cosas, entre ellas el Centro Forestal-Maderero (con espacio físico) y el Centro de Bioeconomía (totalmente telemático). UPM apunta al desarrollo del sector forestal, y actualmente se está firmando el acuerdo marco.

Si se construye con eucaliptus, las viviendas no van a tener una duración indefinida. El eucaliptus, por muy tratado que esté sigue siendo eucaliptus, es decir, madera de baja calidad, y además, el tratamiento siempre es de alguna forma dañino para la salud. Por esto, no se cree que el eucaliptus se pueda usar en maderas de ingeniería, y para la construcción de vivienda en general no es bueno. Por otro lado, se descarta el pino uruguayo porque no va a poder abastecer las plantas y la demanda que existe en Uruguay. Se plantea que la oportunidad de importar otras especies es muy buena, concentrándose en las capacidades existentes, y traer del resto del mundo lo que no existe en Uruguay, es una lógica de mercado. Se propone que la madera “tatajuba” de Brasil es una buena alternativa. Esta especie es dura, buena, da para crear constructivamente lo que se quiera, y no existen diferencias en el costo.

El MVOT tiene un particular interés en generar viviendas de interés social en madera, pero se insiste en que Uruguay debe evaluar con qué madera debieran construir, porque el eucaliptus no es durable. El tema entonces es pensar si solamente se va a incentivar la construcción con madera nacional o también incentivar las importaciones forestales, y plantearse dónde existe una ventaja comparativa respecto al resto del mundo y la región. En este sentido, hay un tema político también, hay que solucionar el problema de aranceles que existe desde los años '90. Además, en Uruguay no se hacen los ensayos correspondientes, y hay muchas "trabas" a lo que viene de afuera. En esta línea se plantea que las casas que está construyendo el MVOT se acercan a la irresponsabilidad por temas constructivos, política pública que en 15 años se va a venir en contra. Por lo mismo, se propone flexibilizar el tema arancelario, haciendo énfasis en en el caso en particular de lo que es vivienda social. En proyectos del sector privado no hay problemas normativos para la importación, pero a nivel público es mas complejo, porque existen regulaciones y requisitos que están obsoletos y dificultan el proceso. La normativa actual uruguaya es totalmente rígida, la visión del MVOT también es muy rígida y cerrada. Uruguay debe adecuar la normativa a los avances tecnológicos que existen hoy en día a nivel mundial.

Se comenta que hay un sector privado muy interesante en Uruguay, porque existen muchas PYMES que están empezando a crecer, pero que no han sido incluidas en los procesos de desarrollo nacionales. Por otro lado, se comenta que al actor le costó muchísimo reinsertar la madera en el mercado, porque existía el prejuicio de la mala calidad por la construcción en eucaliptus existente. Por esto, el consumidor cree que la construcción en madera dura no más de cinco años. Se logró insertar en un sector mas alto, donde hay mas información y diferencias culturales. Más aún, no existen capacidades técnicas ni profesionales en Uruguay hoy en día, y es muy difícil avanzar en esto por temas culturales.

Por otro lado, el costo por metro cuadrado de construcción en maderas nacionales es de 800 USD, mientras que en maderas importadas es de 1.100 USD por temas arancelarios, con una diferencia de calidad que es abismal. Traer un kit de Brasil, por ejemplo, tiene un nivel de impuestos altísimo.

MINUTA N°14 | LABORATORIO

FECHA:

25/02/2022

ACCIONES PROPUESTAS:

- Desarrollo de capacidades analíticas que puedan respaldar los desarrollos normativos, y de esta manera, hacerlos viables.
- Evaluación y respaldo de la sostenibilidad de la demanda de ensayos previo a la instalación de laboratorios.
- Generación de documentos de buenas prácticas en cuanto a la protección material y por diseño de estructuras de madera.
- Incentivos para que desarrolladores – inmobiliarias y constructoras - empiecen a considerar a la madera como material de construcción.
- Base de datos fidedigna de materiales de construcción y sus emisiones de carbono y LCA.

CONTENIDO:

LATITUD es una fundación que LATU creó para la investigación en 2017, separando el proceso de investigación del rol certificador o regulador de LATU (a través de una agencia), con el objetivo de acercarla al sector privado. LATITUD tiene una estructura con una capacidad de recursos humanos pequeña, con una parte pequeña personal fijo y otra parte de personal contratado por proyectos dependiendo de la demanda. Su área forestal tiene dos componentes: biorefineria forestal y tecnologías de la madera. Actualmente, se está fortaleciendo el área de tecnología de la madera, y lo que se hace responde a la existencia de demanda a nivel nacional, de acuerdo con el MIEM, el sector privado de industrias y el Banco de la República. La construcción con madera es de gran interés para el país hoy en día y LATITUD apoya esta línea de trabajo.

LATU tiene la obligación de ofrecer a la industria el soporte analítico necesario para poder evaluar las características que la reglamentación les requiera, lo que es importante porque no se pueden establecer requisitos normativos si no existen las capacidades para verificarlos. Pero LATU trabaja a demanda, por lo que se cree que es necesario que exista algo que la genere, siempre evaluando si vale la pena los esfuerzos para la cantidad de madera que se puede llegar a utilizar. En esta línea, hay que pensar cuál es la capacidad que hay que tener, porque el laboratorio ya está preparado en ciertos temas, pero tiene poca capacidad para algunas de las exigencias normativas que se van a empezar a aplicar (como fuego, térmico, ensayo de *performance* en prototipos de construcciones no tradicionales, etc), y nula capacidad de ensayo para otros temas (como desarrollar prototipos de compresión, flexión, tracción, peso flexión, etc). Acreditar los ensayos es costoso, por lo que no es normal tener un laboratorio de acreditación en Uruguay, y va a ser necesario generar esa capacidad. Cabe preguntarse si no es mejor ensayar en otros países.

En este sentido, un laboratorio de fuego se puede instalar, pero es importante evaluar la sostenibilidad del mismo, porque tiene un costo muy alto de inversión, instalación y mantenimiento, y al mismo tiempo es difícil prever la demanda que pueda llegar a tener, porque eventualmente se podrían sustituir los ensayos por cálculo. Otra opción es instalar un laboratorio menor tercerizando estructuras. La evaluación está pendiente aún, porque es bueno que Uruguay sea independiente en sus capacidades y estructuras, pero tiene que ser sostenible.

En el tema acústico no hay mucha gente trabajando en el tema, por lo que es necesario hacer un relevamiento de capacidades y requerimientos existentes. Otro punto a fortalecer es la protección de la madera, que se piensa que es importante porque la producción nacional es de pino y eucaliptus, y ambas son madera poco durables.

Las capacidades existen en Uruguay, hay muchas constructoras que tienen una experiencia enorme que antes no existía, pero no hay construcciones de ese tipo muy seguidas. Las capacidades se pudieron desarrollar, pero es de suma importancia la visión de cadena, no sólo necesitan el apoyo de proveedores.

Es muy importante incluir los aspectos ambientales en la HdR, en particular el análisis LCA y huella de carbono. Se necesita por un lado las definiciones tecnológicas, como las norma ISO, y para el sector construcción hay que hacer otras definiciones en temas metodológicos. Para eso han mirado ejemplos en países nórdicos, en especial Finlandia que publicó la metodología para definir su HdR en este tema. Primero hay que generar una base de datos de los materiales constructivos, tanto en madera como otros, después desarrollar capacidades locales para poder usar esas herramientas, y después el desarrollo de un marco normativo. A nivel nacional habría que aspirar su uso a viviendas construidas por el estado, y después extenderlo a otros tipos de construcciones. LATU y LATITUD tienen algunas capacidades para poder trabajar estos temas en colaboración con otras instituciones, como INIA por ejemplo.

Se está trabajando en un proyecto con la Comisión Honoraria de la Madera, para presentar la construcción con entramado de madera. También el MVOT está solicitando ayuda a la Unión Europea para transpolar los requisitos normativos en temas acústicos y de fuego a través de una financiación europea, y también para la evaluación de los prototipos construidos por MEVIR en Rivera. Estos serán evaluadas por especialistas europeos. LATU esta apoyando estos desarrollos.

En Rivera la intendencia esta trabajando muy fuerte en la construcción con madera, y también está generando una HdR. Hay que tener claro que hay muchas iniciativas que van hacia el mismo lado, pero no coordinadas. Lo que se esta trabajando bastante en REDEMA es el tema de pymes, que son la mayoría de las empresas pertenecientes al rubro de la madera en la zona, y son también las mas olvidadas cuando se generan estas HdR. La idea de la HdR en Rivera apunta a esas empresas. Hay un trabajo importante de alianzas en el norte, que hay que aprovechar y replicar en otras partes de Uruguay, sobretodo en Montevideo, para generar así expertiz de construcción de vivienda como la que quiere construir el MVOT.

En LATU tiene la capacidad del instrumento metrológico. El trabajo hecho con pymes es llevar la metrología en las plantas industriales, que conduce a disminuir perdidas. Terminaron el año pasado un relevamiento de disminución de residuos en la industria de la madera, eso llevo a acercarse a todo el sector y darse cuenta que los industriales no miden, lo que impacta en sus costos, en la gestión, en el éxito de la empresa. La falta de profesionalidad en la gestión es alta, ellos vieron que todavía hay mucho por hacer en la profesionalización del sector. Pero no es solamente poner una mejor máquina para trabajar, la tienen que saber usar y vender.

MINUTA Nº15 | ACADÉMICO

FECHA:

03/03/2022

ACCIONES PROPUESTAS:

- Trabajo normativo, tanto en reestudio de normativa existente como estudios para normativas de otros tipos de madera y sistemas constructivos.
- Difusión de información, realizar guías prácticas para facilitar la lectura de la normativa o el correcto uso de la madera para que comience a ser una preferencia por profesionales.
- Fomentar la investigación y formación en el sector académico.
- De existir un Laboratorio de Fuego, debe apuntar al mercado internacional.

CONTENIDO:

Uruguay está atrasado sin duda en lo que es construcción con madera. Existe un grupo pequeño que está tratando de impulsar este tipo de construcción, más que nada docentes que han formado grupos académicos, tanto de ORT, UDELAR y LATU, trabajando en temáticas de conocimiento profesional, producción, fomento a la construcción, estudios, normativas, etc. No se puede desarrollar ninguna de estas partes por si sola, todas se tienen que mover en conjunto. Muchas dificultades son respecto a decisiones políticas, cosas que no están al alcance de la academia, no todo se puede resolver desde acá. Desde el gobierno de Uruguay se está tratando de impulsar la construcción en madera y desde el MVOT se han acercado a ellos, apenas asumieron en 2020, pero después cortaron el dialogo.

UDELAR tuvo los últimos años un equipo en el Instituto de Tecnologías específico para investigación y extensión en madera, pero se jubiló la líder del equipo hace un par de años y aún no existe reemplazo.

En cuanto a la enseñanza, existe un Diploma de Construcción con Madera, que está aprobado pero no han tenido ninguna edición. También, UDELAR aporta en un diplomado impartido por la ORT de ingeniería en madera. En la malla de arquitectura, hay cursos de grado obligatorios que tienen la madera como contenido pero no son cursos específicos. También existe una parte optativa en la malla, donde se ofrece un curso de construcción en madera que tiene relativo éxito, pero no hay espacio para incluir cursos específicos de madera porque las carreras se vienen recortando últimamente. Así que la opción sería intentar incluir cursos de conocimiento específico en posgrado. Además, el Diploma y la Maestría en Construcción de Obras de Arquitectura, incluye asignaturas de madera.

A nivel de estudiantes existe un interés general, y se nota que este va en incremento, sobretodo vinculado al desarrollo de la arquitectura sustentable. Además, hay un interés creciente también en los docentes del área técnica y proyectual. Se están invitando a docentes del área tecnológica a los talleres proyectuales para incluir la madera en los proyectos. Por ahora, no existen maestrías especializadas en madera, pero a medida que el diploma “agarre vuelo” va a ser viable instalar una maestría en madera.

Hay que seguir trabajando en formación e investigación. Tienen planeado trabajar en la confección de guías que permitan interpretar de forma mas amigable las normativas, que actualmente adoptan el euro código 5, proyecto que inició en 2020, y se paró en 2021. La academia tienen que aportar en la formación y difusión de conocimiento, porque hoy no se sabe especificar madera, prefiriendo otras alternativas.

Por otro lado, el Instituto de Tecnologías tiene un laboratorio de ensayos. No tienen posibilidad de realizar ensayos de corte, por ejemplo, pero si ensayos a compresión o flexión de paneles o de escuadrías a la sección o ensayos de conductividad térmica. Otros tipos de ensayos como fuego y acústico, se mandan al extranjero, pero son un problema. Se ha discutido instalar el laboratorio de fuego en Uruguay, pero la duda siempre es el tamaño del mercado nacional, porque el precio es elevado. A menos que se posicione como laboratorio a nivel internacional este no es viable porque el mercado nacional no justificaría la inversión.

La mitad de la población nacional vive en Montevideo, por lo que Uruguay es un país centralizado. Pero si ha habido un impulso de desarrollo de universidades tecnológicas fuera de lo que es la capital. Por ejemplo, hay un polo relevante en el norte, el CUT (Centro Universitario de Tacuarembó), que está muy relacionado con el área forestal del norte. Pero de igual forma, la academia está nucleada sobretodo en Montevideo. Viajar a hacer clases no es tan complejo porque Uruguay es chico. En 2020 o 2021, después de que salieron las normas de clasificación visual de madera, se hicieron talleres para enseñar a clasificar en el interior. Pero lo normal es que hay que ir a formarse a Montevideo, tanto profesional como técnico. Para desarrollar esta HdR lo mas importante son las trabas normativas. Por mas conocimiento de materiales y formación de profesionales que exista, la dificultad es que no se puede construir por norma. Lo complejo es que son 19 departamentos con realidades diferentes.

Falta implementar una mayor normativa, ampliarla, normalizar otros productos. Seguir investigando sobre otras maderas, porque hoy solo tienen estudiados el pino y el eucaliptus. Estas normas se normalizaron con el mínimo necesario de probetas estudiadas, por lo que además se pueden re estudiar las normas existentes para disminuir coeficientes que están penalizados por la falta de ensayos, además de normalizar otros tipos de madera. Por otro lado, sería bueno estudiar sistemas constructivos en madera adaptados a la realidad uruguaya.

MINUTA N°16 | TÉCNICO - PROFESIONAL

FECHA:

03/03/2022

ACCIONES PROPUESTAS:

- Desarrollo de iniciativas de vivienda social a partir de Cooperativas.
- Incentivar la formación profesional especializada en madera.
- Difusión de información para combatir el prejuicio cultural.
- Desarrollo de material informativo sobre construcciones de madera, sobretodo acerca del mantenimiento.

CONTENIDO:

A lo largo de unos 25 años han existido diversas iniciativas y construcciones en madera, obviamente con diferentes resultados, no estamos comenzando desde cero. Un ejemplo es que el sindicato de la empresa estatal de electricidad de Uruguay, propuso construir en madera viviendas para los trabajadores a partir de cooperativas, porque la empresa era dueña bosques. El proyecto finalmente se frustró. Otro ejemplo es la construcción de un conjunto de alrededor de 42 viviendas en madera de poste-viga, que se impulsó a partir de una cooperativa y fue financiado por la Intendencia de Montevideo. En Montevideo hay más de un proyecto en madera, en Paysandú también, y los resultados han sido positivos y no positivos.

El ciudadano común tiene poca valoración a lo que es la madera, incluso existe esta perspectiva desde los técnicos. Hay mucho trabajo en este ámbito, por precio es una buena opción de abordarlo, haciendo ver que el costo final puede bajar. El tema tiempo es uno de los principales beneficios de la construcción en madera sobretodo en Uruguay. Esto porque en Uruguay está el tema del aporte a la previsión social, que en el caso de la construcción es 75-80% de lo que se paga por la mano de obra, por lo que es muy importante en el costo final. Suponiendo que es más rápido y es menor la mano de obra, baja sustancialmente el monto que hay que pagar al Banco de Previsión Social (BPS). Al final, en cualquier construcción prefabricada el costo de mano de obra baja.

En la facultad no se ha formado en construcción con madera, y ese es un gran problema para la HdR, porque no saben qué pedir al momento de especificar en la construcción.

Se impulsó una iniciativa de capacitación, donde expertos de Australia vinieron y capacitaron al personal del aserradero para realizar una calificación visual de sus productos. Luego de la inversión, como quien vendía no tenia idea para que servía la clasificación, esta no tuvo un impacto real. Al final, salía clasificada del aserradero, pero en la barraca de venta no se informaba al respecto.

Se está trabajando en la generación de normas, las primeras fueron de clasificación visual de pino y de eucaliptus, y después se desarrollaron también normas sobre vigas laminadas. MVOT al ser promotor de la vivienda social en madera va a empezar a exigir el desarrollo normativo.

Existen dos federaciones de cooperativas: FUCVAM (cooperativas de ayuda mutua) y FECOVI (cooperativas de ahorro previo). Las cooperativas son en sí mismas un conjunto individual, se auto gobiernan y tomas sus decisiones, y el financiamiento lo provee MVOT, quien pone el 85% del costo total, y el 15% restante en ayuda mutua se pone en trabajo por ejemplo. Hoy hay mas de 40.000 viviendas construidas por cooperativas. Las cooperativas crean muy buenos vínculos a nivel social. Además, tienen buenos precios por m^2 dentro de lo caro que es construir en Uruguay. Esto es importante considerando que Uruguay es un país relativamente pobre, y la vivienda en madera exige un mantenimiento al que los uruguayos no están acostumbrados. Las viviendas de MEVIR son de contrachapado, por lo que si necesitan mantenimiento, pero se están construyendo viviendas con CLT también, que se cubre absolutamente tanto al exterior como al interior, y en ese caso el mantenimiento es innecesario.

Por otro lado, la producción de pino, ha sido mas que suficiente si se usara en Uruguay. Las empresas que han producido madera aserrada de pino, hace muchos años que están exportando a Japón, Canadá, etc. Esto indica que en el caso de pino no se utiliza suficientemente. La celulosa es la que se está comiendo buena parte de la producción.

Además, la huella de carbono es sumamente inferior en comparación con cualquier sistema constructivo, pero es un tema que se habla poco, no se toca ni siquiera en formación universitaria. La Intendencia de Montevideo en sus requerimientos de construcción tiene algunos relacionados a estos temas, independiente del material. A la gente no le importa tanto el tema sustentabilidad todavía en Uruguay. Además, es un país cuestionado con respecto al carbono por el tema del ganado, pero las plantaciones han mejorado la *performance* ambiental nacional.

MINUTA Nº17 | PÚBLICO

FECHA:

03/03/2022

ACCIONES PROPUESTAS:

- Incluir la categoría de *Wood Products* en la actualización de la NDC, lo que impulsaría la medición sistemática de emisiones y captura de CO2 del material.
- Considerar la sostenibilidad en proyectos de vivienda social de manera integral (materialidad, emisiones, localización, eficiencia energética, acondicionamiento acústico).
- Incorporar sistemas de mediciones o ponderaciones de criterios sustentables en la construcción (largo plazo).
- Realizar mediciones precisas que evidencien los múltiples beneficios sustentables de la madera.
- Desarrollar un trabajo de difusión de potencial sustentable de la madera en base a los estudios y mediciones

CONTENIDO:

La gran ventaja de la madera además del tema social, es la temática de sostenibilidad. La posibilidad de que a partir de la vivienda exista una captura de emisiones es una cosa muy positiva, que desde el ministerio lo ven como un ganar-ganar. Las emisiones de Uruguay están muy ligadas al metano del sector ganadero, y todavía no hay desarrollo tecnológico para poder medir y disminuir estos gases. Este año se está organizando la nueva NDC con horizonte a 2050, aumentando la ambición respecto al 2025. En la NDC anterior no estaba la vivienda en madera como acción especifica, y actualmente en Uruguay no se estima sistemáticamente el calculo del inventario nacional de GEI en la categoría de *Wood Product*. Podría ser una medida que se incluya en esta nueva versión. El Ministerio de Ambiente ha ido haciendo diferentes intentos para poder conocer mas las metodologías de cálculo de estas categorías para poder tener una aproximación de la cantidad de carbono que es el acumulado. Es interesante tener datos más certeros de las capturas de CO_2, y así tener mas coherencia y coordinación entre todas las políticas publicas.

Este tipo de iniciativas da la posibilidad de incorporar otras temáticas de cambio climático en vivienda. Hasta ahora se venía hablando de cambio climático en vivienda apuntando a la adaptación porque en Uruguay existe situación muy compleja de inundaciones, con las que las viviendas mas precarias sufren mayores consecuencias, por lo que la relocalización es algo común. Con el tema de la madera, que es más reciente, se pueden incluir estrategias de mitigación.

Otros temas que se pueden incluir son los de eficiencia energética por ejemplo, y en proyectos en madera se puede potenciar por su eficiencia en producción y en uso (acondicionamiento térmico). Además, se puede incluir aspectos de ordenamiento, pensando en la ubicación más eficiente desde el punto de vista ciudadano, lo que podría reducir emisiones de transporte, por ejemplo. Se plantea ver el temas de la vivienda social en madera mas allá del material en sí, como una mirada integra de reacción al cambio climático.

Todavía no hay incorporación transversal de los criterios de cambio climático como condiciones de construcción. Sería ideal que se incorporen sistemas de ponderaciones, por ejemplo, que incentiven criterios sustentables. Existen pilotos de MEVIR, el de Rivera por ejemplo, que son claves porque es necesario probar en terreno estas cuestiones (materialidad, eficiencia energética, etc) para ver si se adecuan al clima y a la población de Uruguay.

La Ley de Inversiones que promueve cierto tipo de inversiones (industriales o productivas), tiene un aspecto que tiene que ver con la sostenibilidad. Esta sirve entre otras cosas, para la exoneración de impuestos.

Se ha desarrollado mucho el sector forestal y hay plantaciones que están en el mercado voluntario de carbono por ejemplo. Uruguay no es ajeno a lo que está pasando en el mundo, y existen certificaciones. En este sentido el sector forestal es líder, pero más que nada a partir de iniciativas privadas. Las empresas forestales, por las condiciones del mercado, tienen interés en ir por estos reconocimientos, sobretodo al nivel de plantaciones, pero sin demanda no va a suceder. Otro potencial de la industria forestal es el aprovechamiento de los excedentes, que hoy en día no se usan.

Es de suma importancia analizar las ventajas o beneficios que puede tener esta tecnología de construcción tanto para el estado como para inversores privado, siempre en base a estudios realizados, que incluyan temas de material, eficiencia energética, costos, ventajas ambientales. En este sentido sería bueno ponerle un precio al carbono. Luego, debería haber un proceso de difusión de información a los tomadores de decisión, mostrando las ventajas y potenciales de este modelo constructivo con datos. Por otro lado, es importante impulsar otros programas pilotos y monitorearlos cuando ya estén en uso. Es clave tener en cuenta siempre todos los aspectos de la sostenibilidad para que el proyecto sea exitoso, y demostrar con cifras y datos cómo es que termina resultando.

MINUTA N°18 | TÉCNICO - PROFESIONAL

FECHA:

08/03/2022

ACCIONES PROPUESTAS:

- Identificar las necesidades y capacidades que Uruguay va a requerir para llevar a cabo esta iniciativa.
- Formación del profesional de obra y el obrero calificado.
- Definir los perfiles ocupacionales que necesita el sector y contenidos de formación.

CONTENIDO:

INEFOP se dedica a la formación profesional para trabajadores que se encuentran sin empleo. Funciona como una entidad paraestatal con vocación pública, y brinda formación profesional para distintos públicos y en distintos temas financiados con aportes de trabajadores y empresas. Es un instituto joven, con gobernanza tripartita: trabajadores, empresarios y gobiernos. Les interesa el tema sector madera y construcción no tradicional, pero no tiene mucho conocimiento de los requerimientos para la formación en el sector, por lo que está en un rol de aprendizaje mas que proponentes. El dilema es cómo nos preparamos como país, no se sabe si alcanza sólo con un curso de *Wood Framing*, que ya existe, o si en realidad es un cambio de paradigma tan importante que va a ser necesario incorporar otro tipo de capacitaciones y cursos. Es de suma importancia identificar las necesidades y capacidades que como país deberíamos tener.

El trabajo del MVOT viene en varios ejes: trabajar escollos normativos, revisar calidad de proveedores, etc. No sirve reforzar la formación si las otras patas no están avanzadas. Se tiende a apuntar a la formación muy académica, pero no se visualiza la formación del profesional o el operario calificado. El perfil al que apunta INEFOP, a pesar de ser variado, son adultos que por lo general tienen algún conocimiento en el área de la construcción, que buscan diversificación y están en situación de desempleo. Las capacitaciones de *Wood Framing* son cortas y especificas en torno a las 100 horas.

La especialización y formación en estos temas son piramidales, como cualquier sistema constructivo: arriba los profesionales/postgrados (cantidad pequeña), y abajo toda la gama de trabajadores, (mientras menos especializados mayor cantidad). Los cursos actuales en construcción, que casi solo enseñan la construcción con ladrillo o bloque, van a tener que agregar otros sistemas. INEFOP debe entender y acompañar el proceso de la política pública. Seguramente no participen en la parte profesional y posgrado, pero si en el área de los trabajadores de la construcción. Hay que estudiar las capacidades instaladas, y dónde conviene potenciar este tipo de formaciones en el país. Por otro lado, sería interesante plantear cómo la virtualidad no ha logrado acompañar los procesos prácticos. Quizás ver ejemplos internacionales e incorporar dispositivos para prácticas virtuales, o automatización.

La universidad está muy centralizada en Montevideo, pero en los últimos años ha habido un *boom* con el surgimiento de UTEC (Universidad Tecnológica del Uruguay), quienes tienen mucha llegada a todo el país a través de la formación virtual y semi presencial. Es importante señalar que la educación superior en Uruguay es pública y gratuita. UTU (Universidad del Trabajo del Uruguay) tiene presencia en todo el país, sin embargo no todos los cursos se imparten en todas partes. INEFOP se especializa en educación no formal profesional, y si tiene presencia en todo Uruguay. A priori, pueden llevar capacitaciones de todo tipo a todo el país, pero realmente, la capacidad existente y la formación de docentes es un problema porque las propias capacidades instaladas están en Montevideo.

En Uruguay hay mucho de autoconstrucción, y hoy en día quizás no ven la madera como un material viable. El operario calificado tiene que ser uno de los pilares, son importantes para el desarrollo de esta iniciativa.

MINUTA Nº19 | ACADÉMICO

FECHA:

08/03/2022

ACCIONES PROPUESTAS:

- Trabajo de difusión, tanto del proceso productivo completo como de las experiencias en el uso de la madera.
- Incentivo a la investigación del sector forestal, sobretodo en procesos productivos de largo plazo.
- Potenciar el desarrollo forestal de los departamento con mayor materia prima disponible.
- Enfocarse a corto plazo en la industria de producción de madera sólida, y más adelante en la producción de madera estructural.
- Difundir las cualidades ambientales de la madera como material.

CONTENIDO:

La metáfora de la cadena hace referencia a que una cadena tira de todos los agentes por los que está formada la agenda, no los empuja. Esta sería la siguiente: forestación – madera – industrial – estructural - construcción. Algunos de los temas de la fase inicial de este proceso no están funcionando, como la baja en las plantaciones de pino, por la creencia que lo que viene es el eucaliptus. La forestación existe, ahora hay que fomentar la industria, la que tiene que tirar a la madera para un mayor desarrollo, y después, cuando ya existe una buena capacidad en madera, se piensa cómo hacerla estructural, porque es un concepto mas elaborado aún. Más adelante, entraría el concepto de construcción.

Esta política podría estar vinculado a cuatro ministerios: MGAP, MIEM, MVOT y MA. Por lo mismo, no hay que dejar de lado lo que es tema carbono y beneficios medioambientales que son premiados en diferentes programas. El MIEM por ejemplo, está premiando los aspectos ambientales en las postulaciones a sus fondos, o el banco BBVA, tiene un precio hipotecario a tasa bajisima si se construye con ciertos estándares de sustentabilidad. Hay un movimiento en la economía asociado a estos conceptos, así que podríamos agregar el Ministerio de Economía a la lista.

Siguiendo con la visión de cadena, la etapa forestal está muy ligada a la producción de celulosa. Es necesario ver cómo desarrollar la parte industrial de madera sólida, hoy existe muy buena calidad de productos, pero no son estructurales. Lo ideal es que el valor se agregue lo mas cerca de donde está la madera, de donde esta la materia prima, y así se evita un transporte. Si transportamos la madera aserrada es madera seca, no transportamos agua, no cuesta menos y es más sustentable. En Tacuarembó y Rivera es donde más producción hay de pino y de eucaliptus, por lo que lo mejor sería que el fomento de las plantas esté en esos lugares. No es necesario que los profesionales se formen allá, pero el proceso productivo debe estar cerca de la materia prima.

En el mundo existen muchas regulaciones ya escritas que se puede copiar y pegar, no es necesario inventar la pólvora. De esta forma, el gobierno tiene que ejecutar, no sólo administrar, y la forma más fácil de hacerlo es poner una zanahoria, es decir, con incentivos. El ideal es que esta HdR deje las bases claras para que el gobierno próximo lo tome y siga con estas iniciativas.

Falta una buena narrativa en Uruguay para lo que hay que cuestionarse la situación en temas sustentables. Hay una necesidad de mayor apertura de la actividad forestal en Uruguay, siempre jugó un perfil muy bajo en comparación con otros sectores, y por no haber accionado en su minuto, ahora estamos reaccionando. Como ahora está muy sensible la imagen de las plantaciones, los rubros forestales empezaron a limpiar su imagen. El sector ganadero por ejemplo, está visto en primera persona, pero la empresa forestal está visto en tercera persona, es ajeno al ciudadano uruguayo. Una buena estrategia es recopilar experiencias de la gente que vive y usa las casas ya construidas, mostrando las buenas experiencias, pero sin dejar de lado el proceso completo, es importante difundir el proceso. Es muy necesario abrirse al público, dejar de trabajar a puertas cerradas porque causa desconfianza. El Centro Tecnológico de la Madera puede tomar el rol de difusión clave, promocionando la madera como un material extremadamente noble y ambientalmente beneficioso.

Hay una falta de investigación. El programa forestal en INIA es muy pequeño, igual que en LATU, el departamento Forestal en la universidad está dentro de la Facultad de Agronomía, y recién hace poco se creó la carrera de Ingeniero Forestal. Además, un gran problema es que los ingenieros estudian materiales inorgánicos como el plástico, hormigón o hierro, y después, no entienden que la madera es biológica, el trato es diferente.

Quizás se podrían instalar nodos de los ministerios en diferentes departamentos. Pero el sector forestal no está presente ni siquiera en un ministerio, se trabaja en la Dirección Forestal dentro del MGAP.

MINUTA N°20 | PÚBLICO

FECHA:

11/03/2022

ACCIONES PROPUESTAS:

- Proyecto detonante de vivienda en extensión.
- Desarrollo de un "DAT público" con soluciones constructivas.
- Gestión para la obtención de terrenos para este proyecto detonante.
- Apoyo para el fomento de más de un proveedor de soluciones constructivas en madera.

CONTENIDO:

Tras la presentación, JU consulta qué cosas tendría que contener la hoja de ruta para influir en su sector. Desde el sector de supervisión de obras de MEVIR, la HDR tendría que incluir acciones en torno a tres categorías: (1) Prejuicio: uno de los objetivos de esta tarea sería evitar la asociación que existe de la madera con la precariedad; (2) Cooperativas: la política de vivienda del Uruguay tiene como condición la participación de los futuros usuarios con mano de obra ¿es viable la construcción en madera con esa condición? Consulta debido a que se tiende a asociar la madera con la necesidad de mano de obra más calificada; (3) Mantenimiento: cuánto es necesario, habría que ver si el ciudadano uruguayo tiene el interés.

En Rivera justamente se hizo ese conjunto pensando que el uso de un sistema prefabricado como el de Ñandé es uno de los pasos que debería darse. De ahí también la consulta acerca de la necesidad de mano de obra más calificada, y si la prefabricación facilitaría el proceso. Además, de forma más artesanal, también se puede hacer, con un resultado final de menor calidad al mismo costo.

Se plantean dos escenarios que contestan diferentes preguntas:

- Alta demanda = prefabricación e industrialización.
- Pequeños villorrios = artesanal

En cuanto al funcionamiento de MEVIR, si bien son parte del sistema público (reciben recursos del MVOT para la ejecución de los proyectos), son una sociedad regida por el sistema privado. Aún así, cumplen con ciertas condicionantes, como el uso de sistemas acreditados (DAT). Tienen que ser confiables en los desafíos que asumen, por ejemplo, si cierra una fábrica de soluciones constructivas, no pueden quedar comprometidos, por lo que los complicaría tener un proveedor único en esa materia. En ese sentido, la construcción en obra les da la seguridad que lo hecho allí, "no se transa".

JU plantea la idea de generar una "DAT pública", usando como ejemplo el caso de Chile, donde sobre el cumplimiento de éstos se hace una licitación. Ve como una buena idea avanzar sobre el concepto de barrio que -teniendo inversión en infraestructura y obras preliminares- deja la prefabricación vinculada a las h/h comprometidas de los habitantes.

Es una buena idea generar una "DAT pública", usando como ejemplo el caso de Chile, donde sobre el cumplimiento de éstos se hace una licitación, así ampliar el espectro de los sistemas a usar, cumpliendo con los estándares que el MVOT exige en cuanto a calidad de la construcción. En la medida que haya proveedores de sistemas que acreditar, podrían acceder.

También sería necesario ensayar con las propiedades del lugar, no siempre siendo las mismas que tiene el país de origen de la solución constructiva.

Se sugiere poner un proyecto por delante, a mediano plazo, que dejará productos por delante. Para MEVIR, esto es posible de plantear y debido al rol que cumple, no puede "detenerse a pensar" soluciones constructivas mejores, sino que utilizar las disponibles.

En cuanto a los tiempos habituales de este tipo de proyectos, se señala que una obra tradicional tiene 18 meses de ejecución tras 12 meses de proyecto y toma de decisiones. Es decir aproximadamente 30 meses.

MEVIR tiene muchas tierras remanentes y una unidad de estudio y monitoreo, habiendo un departamento de tierras que estudia los casos para implementar los planes. De esta manera hacen los llamados a las familias, y dimensionan el número de beneficiarios.

Durante el proceso hay un buen vínculo con las Direcciones de Obra de las respectivas Intendencias dentro de los 30 meses de desarrollo del proyecto. Además, muchos veces, se trabaja en terreno que no está urbanizado y parte de la propuesta es hacer esos proyectos como el de conexión al Agua Potable.

MEVIR tiene rapidez para resolver, lo que es una ventaja como sociedad de derecho privado, pudiendo liderar uno de los posibles proyectos en esta materia.

MINUTA Nº21 | TÉCNICO - PROFESIONAL

FECHA:

11/03/2022

ACCIONES PROPUESTAS:

- Proyecto detonante de vivienda en extensión.
- Desarrollo de un “DAT pública” con soluciones constructivas.
- Gestión para la obtención de terrenos para este proyecto detonante.
- Apoyo para el fomento de más de un proveedor de soluciones constructivas en madera.

CONTENIDO:

La APPCU agrupa a los promotores privados de la construcción, es decir, empresas (no todas) que con capitales propios o ajenos, tienen la tarea de la compra de terrenos para la generación de nuevos proyectos.

El tema de la madera no los toma por sorpresa, es parte de una conciencia que se ha ido generando junto con la forestación. Hoy se vincula a acciones del MVOT que, en un plazo no tan lejano, ven que con voluntad política se estaría concretando en más proyectos.

MINUTA Nº22 | ACADÉMICO

FECHA:

18/03/2022

ACCIONES PROPUESTAS:

- Incorporar impregnación no tóxica en el mercado nacional de madera.

CONTENIDO:

En Uruguay se usa el CCA porque en construcción es el mas durable, es imposible de competir contra eso. Lo que pasa es que es veneno, es tóxico. Además del problema existente con la toxicidad al vivir en una casa impregnada con CCA, está el tema de la disposición final del producto de madera. Por un lado, no está comprobado que no lixivia, y por otro, no se pueden quemar. Por esto, el cromo y el arsénico quedan ahí en el entorno. Otros procesos que se pueden encontrar en Uruguay son el de acetilación, usado muy poco, y el de la madera tratada con temperaturas altas (como “cocinada”), pero son tratamientos muy incipientes, por lo que no se encuentran fácilmente en el mercado y son más caros.

Marcela Ibañez de CENUR, ha ensayado en paralelo el Pinus taeda y eucaliptus grande para comparar *perfomance*.

MINUTA N°23 | TÉCNICO - PROFESIONAL

FECHA:

18/03/2022

ACCIONES PROPUESTAS:

- Incorporar a los estudios y propuestas las variables de seguridad de las edificaciones.
- Desarrollo normativo conjunto con otros actores (bomberos, arquitectos, ingenieros, departamentos, ministerio) de los aspectos técnicos de la resistencia al fuego de estructuras de madera, incorporando vías de evacuación, señaléticas y otros.
- Revisión de las normas estructurales para la edificación en maderas, particularmente frente a los esfuerzos dinámicos por el viento.
- Incorporación de cursos estructurales y de resistencia al fuego especializados en madera en los programas de estudio de ingenieros y arquitectos.
- Desarrollar programas de actualización de diseño y cálculo d estructuras de madera y sus condiciones de operación y seguridad para profesionales en ejercicio.
- Incorporar al estudio las variables de mantenimiento y adaptaciones en el tiempo de partes componentes de las edificaciones en maderas (ej.: baños o cocinas).
- Incorporar los impactos eventuales de este tipo de edificaciones, en relación a los sistemas tradicionales.

CONTENIDO:

La vivienda en madera no está regulada, y la madera en sí como material de construcción no está desarrollado. Se está trabajando en estudios de pino taeda y otras especies que crecen bien en Uruguay. Los Instructivos Técnicos de Uruguay comienzan definiendo uso y luego altura, y en base a eso hay requerimientos mínimos caso a caso.

En Uruguay es muy importante el tema de mantenimiento porque llueve mucho, además del tema del impacto ambiental de la vivienda en cada etapa. A veces, por ejemplo, se desaprovechan o desperdician elementos en la etapa de diseño, que tienen gran impacto al analizar el proceso completo.

Hay que tener en cuenta la pata más técnica de la construcción, porque es de suma importancia para poder realizar construcciones en madera. Las bases de protección contra incendio tienen que estar definidas antes que cualquier cosa.

Además, hay que tener los cursos necesarios en la universidad, pero se han sostenido conversaciones con la facultad y no tuvieron mucho eco. Se planteó que la facultad de arquitectura tiene un curso en particular que trata temas de incendios, y se cuestionó que en la carrera de ingeniería no lo tuvieran. Por su parte, ingeniería tiene un curso de estructuras metálicas y de madera, pero se tocan temas de cálculo más que temas normativos, e incluye temáticas de viento y deformaciones. Si se va a introducir un nuevo sistema, hay que tratar de tener estos temas resueltos.

MINUTA Nº24 | PÚBLICO

FECHA:

21/03/2022

ACCIONES PROPUESTAS:

- Inversión en tecnologías de producción y mejora de infraestructura, como cámaras de secado, maquinarias de aglomerado, entre otras, además de capacitación sobre las mismas.
- Realizar capacitaciones técnicas para la construcción en madera.
- Potenciar el agregado de valor a los productos de madera, tanto para consumo nacional como para exportación.
- Actualizar normativas técnicas y metodologías de ensayos.
- Fomentar los programas de educación profesional y técnica en construcción en madera.
- Proyectar el acceso a la materia prima a futuro.

CONTENIDO:

En el norte hay dos tipos de industria, las de mayor tamaño que en general apuntan a la exportación y hacen todo el ciclo de la madera (plantan, cosechan, producen y gestionan sus residuos), con tecnología de punta; y los aserraderos de pequeño tamaño, en donde a veces incluso sólo trabajan propietarios. Hoy cuentan con una asociación que los organiza, ADEMA, la que los ha puesto en la mesa de las discusiones de la Comisión Honoraria de la Madera y la Dirección Forestal. Además, cuentan con REDEMA (Red de Desarrollo Maderero), que está en Rivera, Tacuarembó y Cerro Largo. Uno de los proyectos para el desarrollo de la industria de la madera en el norte, también es una HdR para las intendencias de Tacuarembó y Rivera que está recién comenzando a construirse, y que incluye un relevamiento de pequeños aserraderos y carpinterías. Esto se desarrolla porque las pequeñas empresas quedan afuera en general a pesar de ser muy importantes. Las grandes empresas tienen diversidad de productos como tableros, madera aserrada, CLT con la nueva inversión en Tacuarembó de la empresa Arboreal. En la región del norte es mucho de madera aserrada, tableros para construcción y para barracas, y la diferencia entre los más grandes y los más chicos es el valor agregado, el secado, la impregnación.

En la región es muy incipiente el tema de construcción en madera. En 2019 se inauguró el T15, un complejo de viviendas con 23 unidades, que se hicieron tratando de usar en lo posible madera de la zona. Fue un mixto entre construcción tradicional y madera. Hay algunas ideas que se están trabajando también, como la construcción de un anfiteatro en la universidad por ejemplo, lo que está conversaciones con Arboreal para difundir la utilización de CLT. Dentro de las actividades piloto de REDEMA e impulsada por la Intendencia de Rivera para tratar de dar solución a la problemática del secado de la madera, fue la construcción de un prototipo de secaderos solares chicos (de 5 m^3 cada uno), en Tacuarembó y en Rivera. Actualmente no contamos con madera seca disponible en el mercado, sólo la de los aserraderos grandes, pero se exporta, y las pymes de aserrío no cuentan con normas de secado. La madera seca que se consigue tiene un precio muy alto, porque muchas veces sale del norte, se va a Montevideo y vuelve seca, proceso que es ridículo. Lo que si se puede conseguir es madera seca al aire, pero sin ninguna garantía, el porcentaje de humedad es un misterio.

El desarrollo de casas de madera en Rivera difiere un poco en comparación con Tacuarembó. La Intendencia de Rivera tiene una experiencia rica en construcción en madera, hay varios conjuntos construidos, algunos guiados con la embajada de Canadá, algunos de construcción mixta, y el último conjunto de 9 casas construido para estudiar los costos. Existen dos o tres empresas que construyen casas de madera prefabricadas, pero de variable calidad. La Intendencia de Rivera ha incursionado en brindar capacitación en construcción en madera, pero no se brindan planos económicos de viviendas en madera, como si se entregan en mampostería y otros materiales. La falta de normativa especifica en territorios ha impedido que se regule adecuadamente.

La madera que tienen los montes no ha sido pensada para madera de uso estructural. Esto trae otras dificultades como lo es el tema del pegado, porque no hay capacidad para aplicar aglutinantes. Además, no hay maquinaria ni herramientas para producción. Un ejemplo es el edificio del MACA, cuya madera de construcción se mandó a Francia a encolaron y cortar las vigas para traerlas de vuelta a Uruguay. Además existe el gran tema de la normativa y de los ensayos. El pino taeda es el que mas tienen en la región, y usan mas que nada la normativa europea como punto de referencia para hacer ensayos de calificación, la que se caracteriza como c14 según esa normativa. Falta una gran inyección de tecnología y el manejo correcto de la misma. El tema de la formación, porque las carreras forestales son relativamente nuevas, y las normas UNIT también son relativamente nuevas. Formación e infraestructura son dos claves importantes.

Algo no menor, es el acceso a la materia prima. La propiedad de los grandes bosques en general está en manos privadas, se exporta sin ningún valor agregado, y los aserraderos medianos y pequeños están teniendo dificultad para acceder a esa materia prima. Además, la mayoría de los aserraderos tienen maquinarias muy obsoletas, por lo que es impensable tener productos de calidad. Debiera existir un asesoramiento sobre qué comprar para qué productos vender. Además que el personal no esta capacitado tampoco. En REDEMA se esta trabajando en capacitar y crear la figura del personal de un aserradero, lo que hoy es responsabilidad de la empresa.

MINUTA Nº25 | TÉCNICO - PROFESIONAL

FECHA:

23/03/2022

ACCIONES PROPUESTAS:

- Desarrollar el mercado de la madera, abastecimiento, demanda de productos, etc.
- Iniciativas estatales que no apunten a viviendas de interés social para evitar desprestigiar la madera en construcción.

CONTENIDO:

En Uruguay no existe experiencia de construcción en madera, y recién esta empezando por la industria privada, con cabañas y cosas puntuales. Desde el Estado están empezando a trabajar en eso a través de MEVIR con la construcción de interés social, que tiene una relación también con MVOT.

Desde el punto de vista educativo hay ciertas iniciativas, como con el arquitecto Pier Nogara liderando algunos cursos universitarios que tienen una materia optativa relacionada con el diseño de construcción en madera e incluyen algo de cálculo. Desde UTU tienen relación con este tipo de construcción desde el trabajo mas técnico, como carpintería o carpintería de obra (encofrados y aperturas). No hay en Uruguay todavía la consideración de una vivienda prefabricada y de madera, y no es lo mejor visto.

Están construyendo con *steel framing*, que es estandarizado y armado en obra y disminución de plazos de construcción. Hay que ver cómo, en conjunto con otras instituciones, formar alguna capacitación, quizás terciaria, que tenga que ver con el trabajo en obra de construcción en madera, pero que transforme la lógica de la capacitación técnica, y que sirva de nexo con la educación superior de pregrado con carreras de ingeniería y arquitectura.

El tema preservación de madera es complicada en Uruguay por el clima, pero no hay nada que no se puede solucionar.

El problema con el tema de la madera es que siempre lo pensamos para vivienda y de interés social, y eso de alguna manera la desprestigia. El estado debería hacer alguna construcción en madera, que de una señal muy fuerte de confianza en el material, porque en Uruguay el Estado lo es todo. Hay que comprometer los actores políticos, y generar alguna acción impactante. Algo que ayude a difundir esto no como construcción típica de vivienda social.

Hay que sistematizarlo con cursos, diplomas, tecnicaturas, pero para eso también tiene que haber mercado, pero esto no sirve si no hay un mercado funcionando.

MINUTA Nº26 | PÚBLICO

FECHA:

23/03/2022

ACCIONES PROPUESTAS:

- Creación de una comisión de construcción de vivienda en madera en el Congreso de Intendentes.

CONTENIDO:

La visión de las intendencias ha sido siempre ampliar las formas de construcción de vivienda social, que siempre ha sido en base a construcción mas tradicional. Esto por razones de costos y tiempo, y por la búsqueda de alternativas de construcción sustentables. Pero las intendencias dependen de métodos constructivos que apruebe el MVOT, y eso va medio de la mano con los requisitos. Algunas intendencias han expresado su interés en la construcción en madera, como las 9 casas de Rivera por ejemplo.

Estuvo reunida hace un tiempo la comisión de construcción en madera, con exposición de MEVIR sobre el proyecto en Rivera. El congreso y las intendencias son los principales interesados en el desarrollo de la vivienda social en madera, porque es la puerta inmediata para la solución habitacional, y como es donde no abundan recursos hay que apuntar a soluciones innovadoras, de bajo costo y cortos plazos.

El Congreso de Intendentes debería empezar a convocar comisiones para hablar estos temas. Hay que pedirle a las 19 intendencias que designen a alguien.

El gobierno nacional tiene sus espacios de planificación de políticas públicas a 20 o 3 años plazo, y hay técnicos y departamentos específicos para eso. A nivel departamental no existe mirada a 20 o 30 años, no hay grupos o personas especificas, lo que es una de las dificultades de las intendencia. Hay que convencer de que hoy se pueden proyectar escenarios futuros, planificar a largo plazo. Es fundamental pensar en el futuro y planificar sin ahogarse en los temas actuales.

MINUTA N°27 | PRIVADO

FECHA:

25/03/2022

ACCIONES PROPUESTAS:

- Trabajar barreras normativas de construcción en madera.
- Fomentar la creación y capacitación de pequeñas empresas constructoras en madera.
- Auditar las construcciones en madera, especialmente las instalaciones eléctricas y de calefacción.

CONTENIDO:

Urufor es una empresa forestal, enfocada en el *solid wood*, con eucaliptus grandes, lo que significan rotaciones largas, de 24 años. No está en el mercado de madera estructural por el nivel de precios, por lo que apuntan a un mercado de un uso distinto a la construcción, mucho va para puertas, ventanas, molduras. Urufor exporta más del 95% de su producción porque el mercado local es muy pequeño, por la población y la baja demanda, además de las barreras culturales. La población de Uruguay tiene una cultura mediterránea, de construcción en piedra o ladrillo. La diferencia es que si uno se construye una casa de ladrillo o bloque y existen problemas de humedad, la responsabilidad la va a tener el constructor, pero si es de madera y hay humedad, la culpa es de la madera.

No existen constructores de confianza en Uruguay, hay una sola empresa constructora, WoodIng, que es de un ingeniero industrial que trabajó en Urufor, Julio Balbuena. Urufor fue socio de una empresa canadiense, y él fue a capacitarse un par de meses allá en el año 2000, por lo que es de confianza, conoce el material y tiene experiencia. Su foco son casas de nivel medio-alto, su mercado no es la vivienda social, es más parecido a la típica casa americana. Su casa estándar es de 1.400 dólares el m^2 lo que es medio alto, la vivienda social no pasa de los 1.000 dólares en Uruguay.

El problema es como el huevo y la gallina, como no hay demanda, no hay mucha gente que está produciendo este tipo de productos, y las empresas no ven muchas oportunidades en esa área (madera sólida y estructural), porque hay muchas limitaciones en el *core* de su madera.

Ñandé es la única empresa en lo que es vivienda social, pero no tiene experiencia industrial. En su empresa el tema social lo valoriza mucho, trabaja con empleados con problemas de diferente índole y ha construido en madera. Ojalá hubieran 10 empresas como esta.

Las principales limitaciones que existen hoy son: (1) normativa regulatoria; (2) quién construye, profesionales, ingenieros o arquitectos no saben del tema madera y no tienen conocimiento, y además, no hay constructores. Hace alguno año la Intendencia de Rivera hizo una experiencia trayendo a gente de la Universidad de Quebec, cuyo trabajo de tesis de final de carrera era la construcción de casas ahí. La iniciativa fue buena, trajeron gente exterior que sabía hacer las cosas, la IDR le dispuso lo necesario, y además pusieron operarios de Rivera para aprender. Pero lo más difícil es que la empresa sepa construir, presupuestar, que conozca el tema y eso no existe. El operario es fácil de capacitar teniendo esto como base. Hay que capacitar empresarios, no sólo de la gran empresa, sino la pequeña empresa que tenga la capacidad de presupuestar.

El tercer tema importante es la auditoria en la construcción, haciendo énfasis en la calidad de materiales eléctricos en una casa de madera, auditando la calidad de la instalación antes de sellar los paneles, además del tema de la calefacción de la vivienda social, porque si no está instalada previamente, la gente se las arregla a la mala y termina incendiando su casa. Si eso fracasa, la culpa va a ser de la madera.

El pino uruguayo es de pobres calidades mecánicas, eso es lo que ha escuchado por lo menos. LATU tiene alguna información, pero la experiencia práctica indica que se evita usar pino, Ñandé y Balbuena construyen en eucaliptus grande, no en pino.

Weyerhaeuser , una empresa americana comenzó a plantar pino, estudiaron las propiedades del pino y del eucaliptus unos años después y llegaron a la conclusión de que no podían seguir plantando sólo pino, porque el *plywood* no alcanzaba sus propiedades mecánicas con pino. Finalmente su *plywood* usa pino y eucaliptus, para mejorar las capacidades estructurales del pino. Esa empresa ahora es LUMIN pero el producto es el mismo.

Un eucaliptus verde de 40mm se demora en secar entre 50-70 días (10%), y el combustible es la quema de aserrín, por lo que el secado del eucaliptus requiere mucha capacidad instalada. La capacidad instalada es de 15 a 1, comparando entre el eucaliptus y el pino. Quizás si se apunta al mercado estructural podría disminuir el secado o si se apunta a un 15% quizás es menos el tiempo también.

Antes le vendían a MEVIR vigas laminadas, pero que no cumplen con la normativa que después de años se creó basada en una norma europea. Nunca pensaron en hacer vigas que cumplan con esa normativa porque el mercado es muy pequeño, y no les atrae.

MINUTA N°28 | PÚBLICO

FECHA:

30/03/2022

ACCIONES PROPUESTAS:

- Capacitar a los institutos técnicos que asesoran cooperativas en construcción en madera.
- Normalizar las normativas a nivel nacional.
- Difusión de las ventajas de la construcción en madera para romper barreras culturales.

CONTENIDO:

La planta de UPM se asentó en Viedma, la capital de Río Negro, y tuvo gran impacto a nivel de localidad y departamental. Este proceso llevó mas de 15 años y fue un antes y un después para el departamento, primero fue por la construcción de la fábrica, que duró dos años, y después todo lo que significó para el lugar con el movimiento de la madera. Si bien es para otro fin, no para construcción, la madera es protagonista en nuestra vida.

En lo que es vivienda social, Río Negro tiene el 6% de vivienda con déficit. La Dirección de Vivienda de la IDRN pasó a ser una dirección en sí con el nuevo gobierno en 2020. Es su segundo periodo gobernando, antes gobernó en el periodo de construcción de la fabrica UPM. Su prioridad de gobierno es poder enfrentar la alta demanda de vivienda, cuyos principales problemas en Río Negro son por un lado la alta demanda de vivienda nueva, y por otro, los problemas de hacinamiento en sectores as bajos.

Las Intendencias, trabajan con el gobierno nacional a través de MVOT, para solucionar los problemas de déficit de vivienda y de vivienda existente. Por un lado, está el régimen cooperativo que está bastante extendido en Uruguay. Con este, se forman grupos, que se apoyan en un Instituto técnico y acceden a un prestamos con determinados requisitos para realizar la auto construcción del conjunto de vivienda. En Río Negro tienen alrededor de 40 cooperativas en construcción, y cada una tiene aproximadamente 40 viviendas por cooperativa. Al programa de cooperativas puede acceder determinado público, que tienen ingresos y por ende, pueden pagar una cuota. En estos casos es muy importante el sistema constructivo, porque estamos hablando de autoconstrucción. Últimamente se están eligiendo sistemas constructivos no tradicionales, pero nunca se ha elegido madera hasta ahora, y el sistema constructivo tiene que estar dentro de lo aceptado por MVOT. El instituto de asistencia técnica lo elije la cooperativa, y ellos proveen de profesionales, asistentes sociales, técnicos, y hacen la parte burocrática y de organización de obra.

Existe otro programa, en el que se trabaja con el MVOT, quien brinda fondos a la intendencia para trabajar con familias hacinadas para mejorar la vivienda existente. En este tipo de intervenciones se usan por lo general materiales constructivos tradicionales, porque en muchos casos las bases son construcciones precarias, y la intendencia no puede demoler todo. Lo mejora y/o amplía, por lo que el uso de nuevos sistemas constructivos no les da respuesta.

La gente que trabaja en la intendencia no tiene la capacitación para usar tecnologías prefabricadas y menos tienen los talleres para trabajar fuera de obra. Si se lograra, sería fácilmente replicable.

Con la SAU, han trabajado en normalizar la normativa a nivel nacional, ya ha habido muchos intentos. El objetivo es que las diferencias normativas no existan.

Por otro lado, existe el tema cultural que dice que una construcción en madera tiene fecha de “expiración”, pero ellos como intendencia tienen muy claro que las tecnologías les permitiría mejorar muchísimo, desde el punto de vista del medio ambiente y la huella de carbono. Pero por el lado de la población, la gente tiene muchos prejuicios. Hay mucho interés de parte del intendente de ser pionero en esta materia.

MINUTA Nº29 | PRIVADO

FECHA:

30/03/2022

ACCIONES PROPUESTAS:

- Desarrollar medidas de incentivo para cada una de las etapas de la cadena (producción forestal, desarrollo industrial, construcción, vivienda social).
- Cambiar los parámetros de las leyes sociales para beneficiar el uso de la madera en este tipo de construcciones.
- Fomentar la medición de la huella de carbono en la construcción, donde la madera tiene una gran ventaja comparativa.

CONTENIDO:

Uruguay es un país que se ha desarrollado forestalmente más rápido de lo que se ha desarrollado industrialmente, y mucho mas rápido de lo que se ha desarrollado el sector de la construcción en madera, y más rápido aún de los que se ha desarrollado el sector de la vivienda social en madera. No se puede mover la cadena desde la punta del embudo mas chico, es decir, que el fomento a la industria no mueve mucho al bosque, y el fomento de la construcción no mueve a la industria, y el fomento de la vivienda social no mueve a la construcción y mucho menos al bosque. Las empresas no van a cambiar sus aserraderos que está destinado a exportar a USA el 99,9% de su producción por el cambio en una normativa, y tampoco van a cambiar el tipo de plantaciones. En el caso de las plantaciones de Fymnsa, son árboles de rápido crecimiento que no tienen propiedades estructurales. Pensar en que la construcción de viviendas en madera y más aún de viviendas sociales, va a fomentar algo la industria de la madera, cree que es utópico, y es utópico pensar que los bosques pueden llegar a cambiar por esto. Lo que hay que hacer es justamente recorrer el camino inverso. Ya el recurso forestal existe y están empezando a haber industrias, cuando esto se desarrolle, alguien va a pensar en algún artículo que sea útil en la construcción, cuando eso pase se va a desarrollar la vivienda en madera, y después, se desarrollará el foco de la vivienda de interés social.

Hay que ir tomando medidas de incentivo para que cada una de estas etapas sea fomentada. Existen formas de incentivar económicamente la construcción en madera. Una opción, es por el lado de la medición de la huella de carbono, otra es aplicando los mismo incentivos que tiene la construcción de vivienda social pero para la construcción en madera. Estos incentivos pueden ser a través de la exoneración de IVA, o aplicando las leyes sociales de vivienda social de exoneración de renta al constructor y de patrimonio, por ejemplo. Por mas que no sea la construcción de interés social completa, puede ser sólo una parte de la construcción.

Lamentablemente, el área productiva de Uruguay está como a 300 km de distancia del sector de consumo, por lo que influye mucho el tema flete. Es claro que el mercado de este tipo de productos tiene que ser en Uruguay por este tema, e idealmente cerca.

En Uruguay la forma de cálculo es por m^2 en término de las leyes sociales por lo que la madera no gana nada. Quizás habría que cambiar lo parámetros, porque la ley de aportes sociales de construcciones fue hecha alrededor de 1940, y en esa época ni se le pasaba la opción de construir con madera. Chile es un ejemplo bastante importante de transición de ser un país con poca construcción en madera a ser un país con porcentaje importante de construcción en madera.

En otros países del mundo, la construcción en concreto y con *steel frame* en general le sigue ganando a la construcción con CLT. Otro factor importante a favor, es aprovechar que la mano de obra de construcción en Uruguay es muy cara por lo que el CLT tiene esa ventaja, mientras mas evitamos la carpintería en obra mas ganamos.

El fomento de la vivienda social mueve muy poquito al sector, y le resulta difícil desarrollar un producto, que en realidad es un conjunto de productos, para construir fácilmente con madera (en la obra si no están todos los productos juntos es difícil y va a terminar siendo cara). Querer desarrollar el producto desde la punta de la vivienda social es difícil, pero fomentar el uso de la madera en la construcción podría se un poco mas sencillo.

MINUTA N°30 | PÚBLICO

FECHA:

31/03/2022

ACCIONES PROPUESTAS:

- Crear incentivos para abaratar costos en la construcción en madera y hacerla mejor en comparación de costos.
- Fiscalizar la construcción para evitar desprestigiar el material con malas prácticas técnicas o profesionales.
- Regular el costo de la mano de obra de construcción.

CONTENIDO:

La experiencias en casas de madera en Uruguay es más en zonas de la costa, como Maldonado y Rocha. En Durazno es muy poco lo que hay, son casos contables con el dedo de la mano, y la experiencia no ha sido buena. Esto, porque culturalmente repele lo que es la construcción liviana. Ahora recién se están empezando a usar métodos alternativos de construcción, como *steel framing*, pero aún prima la construcción tradicional. La gente opta por este sistema porque lo ofrecen muy barato. El problema es que los constructores lo hacen más barato porque no le ponen todos los componentes necesarios, es decir, los hacen mal porque lo quiere hacer barato. Obviamente, hay empresas que lo hacen bien pero cuando se llega a la hora de comparar el único beneficio es la velocidad de construcción.

Los sistemas no son malos, el problema es cómo los desarrollan para venderlos, hay tanta gente ofreciendo cosas alternativas y haciendo las cosas mal, que la gente está alerta de lo que está pasando y "etiquetan" los sistemas.

En USA se construye en madera, mucha gente va a trabajar como peón allá y trae el sistema constructivo que aprende. El tema es que hay que cuestionarse qué tipo de madera usan allá, qué clima tienen allá, y eso estas personas no lo consideran.

La normativa de Durazno es de 1976, por lo que es prácticamente obsoleta. En Durazno dan autorización a la construcción de vivienda en cualquier tipo de sistema siempre que cumplan con las condiciones mínimas de ventilación, confort e higiene. Por un lado está el plan de ordenamiento territorial (es la implantación de la edificación), y por otro la normativa 961 de la IDD, que dice cómo tiene que ser la construcción. Esto se refiere al cómo son las dimensiones de dormitorios, baños, etc, y requerimiento de iluminación y ventilación. No tiene otros requisitos como la parte estructural por ejemplo. Para ingresar el permiso se necesita un técnico que revise y firme, un arquitecto o un ingeniero civil, y la intendencia se basa en ese respaldo. En términos de fuego, solo exigen la habilitación de bomberos, para locales comerciales, y edificios de propiedad horizontal (no tienen mucho, son como 7 u 8 edificios, porque culturalmente a la gente no le gusta).

La construcción ronda los 1.800 dólares el m^2 con impuesto incluido para una buena vivienda. La vivienda social anda entre los 1.000 y 1.100 dólares el m^2. Por el tema de la planta UPM, los alquileres están más caros en Durazno que Montevideo incluso, los terrenos dentro del casco de la ciudad están muy caros.

Se ha desarrollado ahora algunos proyectos de vivienda social. Hay una zona muy linda donde se hizo una torre de 8 o 9 pisos con 28 departamentos y se alquiló entero para UPM. Ese mismo desarrollador está construyendo al lado otro proyecto, todas viviendas sociales. El proyecto se construyó con hormigón pre moldeado y fue de vivienda porque tiene mucha exoneración, lo que hace que el costo del departamento sea más bajo. Otra iniciativa actual, es que la intendencia alquiló un campo, lo fraccionó y ahora esta dispuesto para cooperativas. En él entran 10 proyectos, cada uno tiene entre 30 y 40 viviendas.

Otro tema es que los sueldos de los trabajadores de la construcción están muy altos, por ejemplo, un peón de obra que sólo traslada cosas o limpia está ganando unos 1.000 dólares mensuales. Otra persona que tenga un mínimo de formación y/o responsabilidad, pero en otra área puede ganar 700 dólares, por ejemplo, un cajero de supermercado, que tiene la responsabilidad del dinero. Eso afecta los aportes por leyes sociales, que son significativos.

Además está el tema de la construcción irregular. Hay muchísima gente trabajando de forma irregular, lo que hace finalmente que el precio de la construcción regular siga subiendo. Pero controlar esas cosas tiene un costo político, porque no se puede salir a matar a todo el que esté construyendo de forma irregular, porque se te vienen todos "encima". Ahora va a haber una policía territorial que va a empezar a regular y fiscalizar. Esto lo puede hacer el intendente actual porque es su cuarto periodo, y no va a volver a ser intendente. Pero alguien con aspiraciones a reelección no puede por el costo político que le significa.

MINUTA Nº31 | PÚBLICO

FECHA:

31/03/2022

ACCIONES PROPUESTAS:

- Fomentar el comercio de la producción forestal a nivel nacional a través de medidas de incentivo, intervención estatal y/o acuerdos a largo plazo.
- Crear beneficios económicos a nivel estatal para la construcción en madera.
- Difundir las ventajas de construcción en madera.
- Difundir los hábitos de mantención de la construcción en madera.

CONTENIDO:

El gran déficit es la normativa, tiene sus años por lo que contempla sistemas tradicionales de construcción solamente. Lo que se quiere hacer es tratar la normativa como con los sistemas tradicionales pero incluyendo los sistemas no tradicionales y nuevas tecnologías. Las dificultades no son tanto de orden cultural sino estructurales. Actualmente, los aserraderos del norte están casi sin abastecimiento de madera, siendo que están en la zona de plantación mas grande del país. Hay que darle enorme prioridad al acceso a materia prima a pymes, a través de por ejemplo, acuerdos a largo plazo con las empresas forestales.

Existe la Ley Forestal, y a partir de ahí se empezó a trabajar con el fomento de la plantación. El tema es que dio impulso a la parte forestal, pero no se trabajó la industrialización del sector. A partir de ahí, se empiezan a instalar las empresas forestales en el norte, pero la ley no regula si una proporción de la producción tiene que ser destinada al mercado nacional, y lo que es algo que se puede plantear por ejemplo. Además, este tema es complejo porque se produce muy rápidamente el cambio de propiedad de las plantaciones, lo que genera más incertidumbre y el tema de abastecimiento termina siendo un tema de planificación empresarial. Los aserraderos pueden querer invertir en tecnología, pero sin asegurar que existe la materia prima necesaria es difícil que ocurra realmente.

El eucaliptus grandis no se esta consumiendo, se están cambiando esas plantaciones a pino taeda. Se exporta la troza de pino o se chispea. Esto genera temor y preocupación en la industria por no saber cómo o hacia dónde moverse. Podrían existir acuerdos, intervención del gobierno, o quizás incentivos. Hoy por hoy no se ve ninguno de estos, lo habitual es la exportación.

El acceso a material de calidad es costoso, y por eso se empieza a desvirtuar el tema material en la vivienda social y se termina construyendo con materiales de menor calidad.

Los problemas se pueden resumir: (1) acceso a la madera; (2) factibilidad económica: la mano de obra en Uruguay es bastante costosa, y estaríamos pensando en mano de obra especializada que aún no tenemos y sería más cara; (3) prejuicio cultural: el hecho de que la gente no vea construcción de madera y que lo que vea es comúnmente malo lo convierte en un tema complejo. Se puede incluir el tema de mantenimiento, que complica aún más el panorama. Es un tema de costumbres, el uruguayo normalmente no tiene hábitos de mantenimiento y menos en viviendas sociales.

Ha ingresado mucho el *wood framing*, pero en otro nivel económico, y aun así las construcciones se revisten en mampostería, pero en este segmento de la sociedad si existen hábitos de mantenimiento.

Otros métodos como *steel framing* se han popularizado, lo que es un *know how* que puede servir al tema de la madera. Pero el costo por metro cuadrado no ha bajado, está por encima del costo de construcción tradicional. En término de la vivienda de interés social, para que se imponga en la sociedad es necesario ser costo competitivo.

La mano de obra en Uruguay en general y sobretodo en el interior es muy básica, poco especializada. Se complica aún más el mercado de la construcción en madera.

MINUTA N°32 | PRIVADO

FECHA:

02/04/2022

ACCIONES PROPUESTAS:

- Fomentar la formación profesional especializada en construcción en madera.
- Fiscalizar la construcción en madera para que las experiencias sirvan para difundir sus cualidades.
- Analizar y estudiar las características técnicas de la madera uruguaya para poder utilizarla en construcción.
- Generar incentivos económicos estatales para la construcción en madera.
- Potenciar la I+D a través de fondos ANI.

CONTENIDO:

Lumin es una empresa de producción forestal, que exporta 95% de su producción, que planta y procesa su propia madera. Su producto son tableros de madera contrachapada, todo fenólico, de pino taeda y eucaliptus. Tienen una gran inversión en tecnología y conocimiento porque tiene propios viveros y un departamento se tecnología propio. Lumin se instaló en Uruguay pensando en el mercado externo, principalmente en exportación a USA.

En Uruguay tenemos varios problemas de base.

(1) la formación: la facultad de arquitectura es muy antigua, y la mayoría de los profesionales salen formados en construcción tradicional. Muy pocos saben construir en madera, o incluso tenerla presente como opción durante toda su carrera, lo que aplica a ingenieros también. Aún así, son temas que se están trabajando en las universidades tanto públicas como privadas. Además, el mismo problema lo tiene el que va a estudiar y aprobar la construcción, por ejemplo los que analizan y evalúan DAT en el ministerio.

(2) el tema cultural: la madera es material de construcción de segunda para el uruguayo. La gran mayoría de la población no tienen tradición en madera. Muchas de las casas de verano son de madera, pero si una persona considera pasar todo el año en una casa, no va a elegir la de madera.

(3) la disponibilidad del recurso: en Uruguay existe una masa forestal muy grande, y de muy buena calidad, pero el problema es que no existen análisis de características técnicas de la madera uruguaya, por lo que no sirve para los constructores. Se están empezando a hacer, se ha ido avanzando, pero de forma muy individual. Es necesario reconocer esos pequeños avances, y saber que no se parte de cero en esta Hoja de Ruta. Hay mucha gente que se ha puesto el sector “al hombro” y hay que reconocerlo.

En Uruguay hay un déficit enorme de vivienda y la madera tiene la ventaja de ser más rápida a la misma calidad, pero el tema es que no es a menor costo, y ese es un movilizador en nuestro países. Construir en madera en Uruguay no es mas barato, eso indican los números, y no hay un apoyo por parte del gobierno en este tipo de construcciones. Al final, el bolsillo termina decidiendo, sobre todo en tema de vivienda de interés social.

Por tema de procesos de construcción, en proyectos de cooperativas es mejor usar madera por facilidad de construcción. Muchas veces son mujeres las que construyen o personas inexpertas, por lo que cargar tablas de madera es mucho mas fácil que cargar hormigón o mampostería. En términos generales, es mas sencillo para el operario trabajar en madera y aprender el oficio, pero no hay formación.

Los ensayos de soluciones de muro piso o cielo se realizan en Chile u otros países, eso complica aun mas la aprobación de un DAT. Uruguay tiene una institución con fondos que pueden poner en este tipo de cosas, la ANI (Agencia Nacional de Investigación). Esta financia proyectos en diferentes áreas donde hay innovación, por lo que sería un perfecto lugar para buscar financiamiento y apoyo.

Existe también un cambio de mentalidad de los nuevos estudiantes, que ya tienen incorporado el concepto de la sustentabilidad, el medio ambiente y la huella de carbono.

Son la única planta que produce tableros contrachapados en Uruguay. Incorporar estos tableros en la construcción con madera ha sido un trabajo constante con clientes, incluyendo sacrificios económico para igualar el precio con el OSB. Básicamente el OSB que se usa en Uruguay es de Brasil o de Chile, pero Lumin trabaja con sus clientes para potenciar el uso de sus paneles de contrachapado. Han capacitado a su gente en construcción en madera para poder comunicarse con clientes, y ahí se dieron cuenta que la capacitación era con uso de OSB en construcción. En ese lugar empezaron a donar material para que incluyan la utilización de tableros por ejemplo.

La utilización de madera en la construcción no es igual de intensa en todos los elementos, y por eso hay gente y empresas que no les interesa el cambio de producción para satisfacer el mercado uruguayo. Lumin tiene mucho interés en ampliar su mercado nacional.

HOJA DE RUTA

4

COMITÉ - TALLER - ACCIONES - GRUPOS

COMITÉ DE TRABAJO

La participación multisectorial en la construcción de la Hoja de Ruta es fundamental para que esta cumpla con las expectativas y satisfaga las necesidades de todos los actores de la cadena productiva forestal y de los procesos de construcción en madera. Por lo mismo, las entrevistas estructuradas descritas en el capítulo anterior buscaban alcanzar un espectro amplio de actores y crear una masa crítica que sirva como base sólida y fidedigna para el desarrollo de este proyecto.

Ahora bien, se busca también un compromiso profundo por parte de los actores, con el fin de transformarlos en agentes activos para el desarrollo del sector. Para esto, se realiza una selección de los participantes en las entrevistas, eligiendo a los lideres clave de cada sector para que conformen un Comité de Trabajo, y se apropien de la Hoja de Ruta. Esta selección se basa en el interés y el ímpetu demostrado por los actores entrevistados, eligiendo a las personas que se mostraran como líderes en el sector, expertos en diferentes temas y/o comprometidos profundamente con el desarrollo del proyecto, independientes de sus intereses personales.

El Comité de Trabajo se reunió de forma presencial el día martes 5 de abril del 2022 en Montevideo, con la participación de 31 personas. El objetivo de la jornada fue analizar cada uno de los 7 ejes temáticos y sus acciones asociadas que derivaron del proceso de entrevistas estructuradas (ver lista en la Tabla 23 (p:147)). Se subdividió al Comité de Trabajo en tres mesas de discusión diferentes, distribuyendo en ellas a representantes de cada uno de los cinco grupos de referencia, para conseguir una visión amplía y no sectorizada en el análisis. Los asistentes al Comité de Trabajo y la distribución por mesas se puede ver en el Anexo 4.1 (p:197)) al final de este capítulo. Cada mesa debía analizar como mínimo dos ejes temáticos en tiempos definidos, discutiendo las acciones en conjunto, y votando individualmente por las que priorizaban dentro de ese eje a través de un sistema de ponderaciones. Las acciones más importantes y urgentes (A) recibían 3 puntos, las acciones importantes y no urgentes (B) recibían 2 puntos, y las acciones menos relevantes (C) recibían 1 punto. Cada actor podía votar por tres acciones del tipo A, tres del tipo B y el resto corresponderían al tipo C. Cabe aclarar, que el eje 7 no fue discutido ni votado en una mesa por considerarlo un eje transversal al resto, y por ende, relacionado con todos los temas.

	N°	Resumen Acción	A	B	C	Puntaje	Porcentaje
EJE 1 Leyes, normativas y reglamentos para la edificación en madera.	1	Normativa de Fuego.	10	0	0	30	100%
	2	Normativas de construcción (SCNT).	9	1	0	29	97%
	3	Ley de Propiedad Horizontal.	5	5	0	25	83%
	4	Normativa de construcción con madera.	0	7	3	17	57%
	5	Normativa de durabilidad y protección de maderas.	1	4	5	16	53%
	6	Caracterización de tipos de madera.	2	3	5	17	57%
	7	CIR como alternativa al DAT.	3	4	3	20	67%
	8	Requisitos sustentables de construcción.	0	2	8	12	40%
	9	Auditorías a construcciones en madera.	0	4	6	14	47%
EJE 2 Formación de capacidades de profesionales, técnicos y obreros para la evaluación, diseño y ejecución de proyectos de madera.	1	Definición de perfiles.	4	5	0	22	81%
	2	Fomento de la capacitación.	7	2	0	25	93%
	3	Incorporación de cursos de estructuras en madera en universidades.	5	3	1	22	81%
	4	Jornadas regionales de capacitación.	0	2	7	11	41%
	5	Capacitación de los encargados de aprobación y gestión.	6	1	2	22	81%
	6	Generación de documentos de buenas prácticas profesionales.	1	6	2	17	63%
	7	Generación de guías prácticas de diseño.	3	5	1	20	74%
	8	Generación de guías prácticas para usuarios.	1	2	6	13	48%
EJE 3 Investigación y desarrollo en elementos y sistemas constructivos en maderas.	1	Conexión de la academia y la realidad nacional.	0	7	4	18	55%
	2	Caracterización de maderas nacionales.	9	2	0	31	94%
	3	Estudios de resistencia al fuego.	7	4	0	29	88%
	4	Incentivo del desarrollo de nuevas soluciones constructivas.	9	1	1	30	91%
	5	Desarrollo de capacidades de capital humano avanzado.	0	4	7	15	45%
	6	Generación de base de datos nacional sobre emisiones y LCA.	2	7	2	22	67%
	7	Estudio de los beneficios de construcción en madera.	6	4	1	27	82%
	8	Incentivo a la investigación en el sector forestal.	0	2	9	13	38%
EJE 4 Transferencia de capacidades tecnológicas hacia el sector PYME de la edificación industrializada con maderas.	1	Fomento del uso de fondos MIEM.	1	5	3	16	59%
	2	Desarrollo del Centro Tecnológico Forestal en Madera.	0	8	1	17	63%
	3	Inversión en tecnologías en el proceso productivo.	7	1	1	24	89%
	4	Guía a la inversión.	7	1	1	24	89%
	5	Desarrollo de proyectos de mediana altura.	8	1	0	26	96%
	6	Giras tecnológicas para crear redes.	1	5	3	16	59%
EJE 5 Abastecimiento de madera estructural a la cadena de procesamiento industrial, con énfasis en las PYMES.	1	Fomento al comercio nacional de la producción forestal.	6	2	3	25	76%
	2	Garantía de oferta constante y estandarizada.	2	6	3	21	64%
	3	Inversión en actualización de maquinarias e infraestructura productiva.	9	0	2	29	88%
	4	Potencia de la certificación de productos de maderas.	6	3	2	26	87%
	5	Potencia del desarrollo de la industria forestal en departamentos específicos.	2	3	6	18	60%
	6	Potencia del desarrollo de la industria forestal agregando valor.	1	7	3	20	67%
	7	Incorporación de la impregnación no tóxica.	3	4	4	21	70%
EJE 6 Superación de barreras culturales y de mercado para la edificación de madera.	1	Trabajo de difusión sobre la construcción en madera apuntando a usuarios.	6	2	1	23	85%
	2	Trabajo de difusión sobre la construcción en madera apuntando a inmobiliarias.	0	4	5	13	48%
	3	Generación de incentivos para optar por la madera en construcción.	6	1	2	22	81%
	4	Difusión del potencial sustentable de la construcción en madera.	4	4	1	21	78%
	5	Difusión del proceso de la industria forestal.	3	2	4	17	63%
	6	Involucramiento de las familias beneficiarias en el proceso constructivo completo.	2	3	4	16	59%
	7	Trabajo personalizado con las familias beneficiarias.	2	4	3	17	63%
	8	Creación de iniciativas estatales de proyectos de construcción con madera.	3	5	1	20	74%
	9	Fiscalización de la construcción en madera.	2	5	3	17	63%

Tabla 24. Resultado de votaciones Comité de Trabajo. Fuente: Elaboración propia

Por último, un representante de cada mesa expuso la discusión llevada a cabo para cada eje temático, con el objetivo de transmitir la diversidad de opiniones existente al resto de los participantes del Comité, además del resultado de las votaciones. Luego se ofreció un espacio de diálogo más amplío, en el que, con un tiempo determinado, el resto de los participantes podían expresar sus opiniones respecto a lo expuesto por cada mesa. Si bien estas conversaciones se consideraron al momento del análisis de resultados, el resultado de las votaciones no fue alterado.

TALLER DE BENCHMARK INTERNACIONAL

La construcción en madera utilizando nuevas tecnologías se ha desarrollado y masificado a nivel mundial en las últimas décadas. Por lo mismo, el estudio de países líderes en esta materia se considera clave para la co creación de la Hoja de Ruta en el Uruguay, entendiendo que las experiencias de otras naciones pueden servir como guía para la planificación futura de la industria forestal nacional. Con este fin, se realizó un trabajo de *benchmark* internacional con Chile, como caso con una realidad cercana, y con Canadá y Finlandia, como casos de éxito de países desarrollados, los que puede ser revisado en el Capítulo 2: Benchmark Internacional (p:20). El estudio apuntaba a seis temáticas comparadas, pero por diversos motivos para el caso de Finlandia sólo se comparó una de ellas. Estas son las siguientes:

- Políticas Públicas y Programas
- Gobernanza y Espacios Colaborativos
- Normativas y Regulaciones
- Industria Forestal
- Capacidades Académicas y de Laboratorios
- Mercado de Vivienda Actual

Para el diseño de la Hoja de Ruta se consideró de gran valor compartir con los actores involucrados y otros interesados la información recopilada en el estudio. Con este fin, se realizó el Taller de Benchmark Internacional el día 06 de abril del 2022, en un formato híbrido, con una asistencia presencial de 70 personas, además de 499 conexiones en formato online. Este contó con la participación de 9 expositores uruguayos, que profundizaron en los diferentes temas en el caso base de Uruguay, además de 5 expositores internacionales que presentaron los casos de Chile, Canadá y Finlandia. La jornada se organizó en torno a cinco bloques temáticos dentro de los cuales presentaban tres expertos, para luego pasar a un espacio de preguntas dirigido por un moderador. Se habló de programas y normativas uruguayas, del *benchmark* con Chile, del *benchmark* con Finlandia y Canadá, de la industria de la madera en Uruguay, y por último de capacidades académicas y de laboratorios nacionales. Con esto se pudo trazar una línea de base e identificar los principales desafíos locales para superar las brechas para una efectiva promoción de viviendas de interés social en madera. El detalle de los bloques, moderadores y expositores se puede revisar en la Tabla 25 (p:189).

Hora	Facilitador(a)	Tópico	Expositor(a)	Institución
08:30 09:00	Recepción, acreditación y acceso a documentación.			
09:00 - 09:40	Juan José Ugarte G.	Introducción y bienvenida Taller	Irene Moreira	MVOT
			Matías Bendersky	BID
		Introducción HdR	Juan José Ugarte G.	Tallwood - Consultor BID - MVOT
09:45 - 10:45	Marcia Croci	Programas y Normativas	Carolina Pérez Gomar	Oficina de la Madera MVOT
			Daniel Godoy	Instituto de Ensayo de Materiales, FING, UdelaR
			Ana Fernández	MEVIR
			Espacio de preguntas y diálogo	
Snack				
10:55 - 11:55	Juan José Ugarte G.	Benchmark Chile	Susana Jara	DITEC, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Gob. Chile
			Keren Codriansky P.	Tallwood - Consultor BID - MVOT
			Andrés Sierra M.	Tallwood - Consultora BID - MVOT
12:00 - 12:45		Benchmark Finlandia y Canadá	Allan Cid	
			Laura Zubillaga	
			Espacio de preguntas y diálogo	
Almuerzo				
13:45 - 14:45	Verónica Adler	Madera e Industria	Daiana Morgavi	ADEMA
			Miguel Helou	SPF
			Matías Abergo	Enkel Group
			Espacio de preguntas y diálogo	
Snack				
14:55 - 15:55	Andrés Sierra	Academia y Laboratorios	Pier Nogara	Docente UdelaR
			Silvia Böthig	LATU - Latitud
			Laura Moya	Investigadora SNI, ANI, Fac. ARquitectura Universidad ORT
			Espacio de preguntas y diálogo	
15:55 16:25	Conclusiones y cierre			

Tabla 25. Cronograma Taller de Benchmark Internacional. Fuente: Elaboración propia

Figura 68. Expositores Bloque 1 Taller Benchmark Internacional. Fuente: MVOT

Figura 69. Expositores Bloque 4 Taller Benchmark Internacional. Fuente: MVOT

Figura 70. Espacio de preguntas y diálogo Taller Benchmark Internacional. Fuente: MVOT

Figura 71. Mesas Comité de Trabajo. Fuente: Propia

Figura 72. Exposición por mesa Comité de Trabajo. Fuente: Propia

Figura 73. Taller Benchmark Internacional. Fuente: MVOT

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Acciones Priorizadas

Como resultado de las entrevistas estructuradas con los diferentes actores involucrados en la industria forestal y de la construcción, se definieron una serie de acciones agrupadas en siete ejes temáticos, que luego fueron discutidas y priorizadas por un selecto Comité de Trabajo para jerarquizarlas en orden de importancia y urgencia. El resultado de este proceso colaborativo fue un listado de 10 acciones prioritarias para fomentar la construcción de vivienda de interés social en madera, las que se definieron como líneas de acción base para el desarrollo de la Hoja de Ruta. Estas acciones tuvieron una alta adhesión transversal promediando un 87,9%, con una variación entre el 100% y el 70%, lo que significan lineamientos claros y sólidos. Mas aún, varias acciones priorizadas trataban temas comunes con acciones de otros ejes temáticos, por lo que su área de influencia se considera aún mayor. Además, este resultado es validado por una alta participación intersectorial y un profundo estudio previo. Las diez acciones priorizadas se pueden ver en la Tabla 26 (p:193). Cabe destacar que se incluye una 11º acción, del eje temático 7, que se considera de alcance transversal, por lo que no se incluye dentro de las diez prioridades.

Grupos Internos y Asesores Externos

Para el correcto desarrollo de la Hoja de Ruta y de cada una de las diez acciones priorizadas, es necesario definir grupos internos encargados de cumplir los objetivos específicos que cada una de ellas plantea. Estos grupos se definen en base a su relación con la temática a tratar, además de las capacidades existentes que pueden ofrecer para afrontar los desafíos que esta propone abordar. En estos se incluyen a los cinco grupos de referencia manteniendo la metodología intersectorial del proyecto. Además, se considera de gran valor para ciertas líneas de acción el trabajar con asesores externos especialistas en las temáticas a tratar, pero a su vez, con una mirada más amplia que la que pueden tener los grupos internos directamente relacionados con estas. Los grupos internos y los asesores externos, así como las acciones priorizadas y sus porcentajes de adhesión se detallan en la Tabla 26.

Con el análisis de esta información, se arma la Hoja de Ruta que se muestra en la página siguiente, la que incluye objetivos específicos, actores lideres, plazos, e indicadores, para poder evaluar su nivel de avance y cumplimiento a futuro.

	Acción	Adhesión	Grupos Internos	Asesores Externos
1	Generar o actualizar normativas nacionales y departamentales homogéneas para la construcción en maderas, tales como: decreto nacional fuego, ley propiedad horizontal, y otras relevantes.	100%	MVOT, academia, empresas, laboratorios, bomberos, Congreso Intendentes o intendencias interesadas, gremios profesionales.	Expertos en gestión legislativa (Ley Propiedad Horizontal y Fuego).
2	Desarrollar y ejecutar diversos proyectos en madera: viviendas en altura y en extensión, servicios públicos y otros, para activar de manera consistente la demanda.	96%	MVOT, MEVIR, ANV, intendencias interesadas, empresas, usuarios.	Organizaciones responsables de gestión concursos públicos.
3	Completar los trabajos de caracterización de la madera nacional que permitan respaldar la actualización normativa y certificar sus estándares de producción (resistencia y protección, entre otras).	94%	MVOT, MIEM, MGAP (DGF), MA, academia, empresas, laboratorios.	
4	Generar e implementar programas colaborativos de formación de capacidades multi nivel (profesionales, técnicos y obreros), tanto del ámbito público como privado.	93%	MVOT, MEVIR, ANV, academia (profesional + técnica), empresas, Sindicato de la Construcción, SAU, AIU, INEFOP, ANII.	
5	Incentivar el desarrollo de soluciones constructivas adecuados a la madera nacional y los estándares de desempeño exigibles (estructuras, fuego, acústico, térmico, etc.), accediendo CIR pública o similar.	91%	MVOT, academia (profesional + técnica), empresas, laboratorios.	
6	Desarrollar un programa de inversiones y apoyo para la mejora de competitividad y productividad de las PYMES madereras, incluyendo actividades de capacitación y asociatividad.	89%	MVOT, MIEM, academia (profesional + técnica), gremios PYMES, laboratorios.	Expertos en ejecución de programas de transferencia tecnológica.
7	Concebir e implementar una estrategia de comunicación efectiva hacia los distintos públicos: usuarios, desarrolladores, profesionales, público general (nacional y departamental).	85%	MVOT, MGAP, MIEM, MA, Congreso de Intendentes, academia (profesional + técnica), empresas, gremios profesionales; Comisión Honoraria de la Madera.	Agencia de comunicación estratégica y relacionamiento (lobby). Facultad de comunicaciones
8	Generar incentivos hacia desarrolladores privados para que opten por la construcción en maderas (exenciones, aportes, costos financieros o de seguros).	81%	MVOT, MIEM, MEF, ANV, empresas.	Expertos en exenciones, aportes, costos financieros o de seguros.
9	Fomentar el comercio nacional de la producción forestal, velando por una oferta constante y de calidad hacia las PYMES madereras de aserrío y producción de componentes.	76%	MVOT, MGAP, MIEM, MEF, gremios forestales, empresas.	
10	Generar guías de diseño, especificaciones, construcción, recepción obras y uso (mantención) de edificaciones de madera para los distintos públicos objetivo.	74%	MVOT, MEVIR, ANV, academia, empresas, gremios profesionales.	
n/a	Generar una estructura de gobernanza multi actores de la "hoja de ruta", incorporándose a otras iniciativas en desarrollo (CHM; MVOT+FIN; HdR Norte, otras).	n/a	MVOT, academia, gremios empresas, gremios profesionales, usuarios.	Asesores metodológicos y de gestión estratégica.

Tabla 26. Diez acciones priorizadas, grupos internos y asesores externos. Fuente: Elaboración propia

HOJA DE RUTA:

PRIORIDAD	ACCIÓN	ADHESIÓN	EJES RELACIONADOS	OBJETIVOS
transversal	Generar una ESTRUCTURA DE GOBERNANZA MULTI ACTORES de la Hoja de Ruta, incorporándose a otras iniciativas en desarrollo.	n/a		• Gestionar la ejecución integrada de la Hoja de Ruta. • Incorporar planes específicos para las 10 acciones. • Procurar acceso líneas de financiamiento. • Informes periódicos de avances.
1	Generar o actualizar NORMATIVAS NACIONALES Y DEPARTAMENTALES PARA LA CONSTRUCCIÓN EN MADERAS, tales como: decreto nacional fuego, ley propiedad horizontal, durabilidad maderas, y otras relevantes.	100%	Eje 1 | Leyes, normativas y reglamento Eje 2 | Formación de capacidades Eje 3 | Investigación y desarrollo de sistemas constructivos	• Contar con un decreto nacional sobre normativas de fuego, factible de implementar en lo local. • Actualizar Ley de Propiedad Horizontal. • Creación de normativas de durabilidad y protección de maderas
2	Desarrollar y EJECUTAR DIVERSOS PROYECTOS EN MADERA: viviendas en altura y en extensión, y edificios públicos, para activar de manera consistente la demanda.	96%	Eje 3 | Investigación y desarrollo de sistemas constructivos Eje 4 | Transferencia tecnológica a sector PYME Eje 6 | Superación barreras culturales	• Concurso proyecto vivienda interés social en extensión. • Concurso proyecto vivienda de interés social en altura. • Concurso proyecto de edificio comunitario. • Concurso proyectos/tesis final de carrera ARQ e ING.
3	Completar los TRABAJOS DE CARACTERIZACIÓN DE LA MADERA NACIONAL que permitan respaldar la actualización normativa y certificar sus estándares de producción (resistencia y protección, entre otras).	94%	Eje 1 | Leyes, normativas y reglamento Eje 3 | Investigación y desarrollo de sistemas constructivos Eje 5 | Abastecimiento de madera	• Estudio de caracterización de maderas nacionales. • Creación de normativa según especie. • Implementación de un sistema de certificación de estándares. • Implementación sistema de rotulado.
4	Generar e implementar PROGRAMAS COLABORATIVOS DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES multi nivel (profesionales, técnicos y obreros), tanto del ámbito público como privado.	93%	Eje 2 | Formación de capacidades Eje 3 | Investigación y desarrollo de sistemas constructivos	• Creación de cursos en mallas curriculares carreras afines. • Creación de programas profesionales especializados. • Programas y jornadas de capacitación técnica nacionales.
5	Incentivar el DESARROLLO DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS adecuados a la madera nacional y los estándares de desempeño exigibles (estructuras, fuego, acústico, térmico, etc.), accediendo CIR pública o similar.	91%	Eje 3 | Investigación y desarrollo de sistemas constructivos Eje 5 | Abastecimiento de madera	• Desarrollo de CIR público. • Desarrollo catálogo de soluciones constructivas tradicionales. • Desarrollo de soluciones constructivas innovadoras.
6	Desarrollar un PROGRAMA DE INVERSIONES Y APOYO PARA LA MEJORA DE COMPETITIVIDAD Y PRODUCTIVIDAD DE LAS PYMES madereras, incluyendo actividades de capacitación y asociatividad.	89%	Eje 4 | Transferencia tecnológica a sector PYME Eje 5 | Abastecimiento de madera	• Diagnóstico competitividad y productividad industria. • Instrumentos de inversión a la industria forestal/aserrío. • Promoción de la asociatividad y colaboración. • Profesionalización gestión y capacitación tecnológica.
7	Concebir e implementar una ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN EFECTIVA hacia los distintos públicos: usuarios, desarrolladores, profesionales, público general (nacional y departamental).	85%	Eje 3 | Investigación y desarrollo de sistemas constructivos Eje 6 | Superación barreras culturales	• Difundir ventajas de la construcción en madera a: público general, profesionales y desarrolladores de proyectos (inversionistas). • Generar insumos sobre ventajas comparadas con otras materialidades (impactos ambientales, productividad, eficiencia energética, etc).
8	Generar INCENTIVOS HACIA DESARROLLADORES PRIVADOS para que opten por la construcción en maderas (exenciones, aportes, costos financieros o de seguros).	81%	Eje 4 | Transferencia tecnológica a sector PYME Eje 6 | Superación barreras culturales	• Incentivos a la construcción de vivienda de interés social en madera. • Incentivos a la construcción privada en madera.
9	Fomentar el COMERCIO NACIONAL DE LA PRODUCCIÓN FORESTAL, velando por una oferta constante y de calidad hacia las PYMES madereras de aserrío y producción de componentes.	76%	Eje 3 | Investigación y desarrollo de sistemas constructivos Eje 5 | Abastecimiento de madera	• Incentivos al comercio nacional de maderas. • Optimización de la logística. • Promoción de la asociatividad entre los actores de la cadena productiva.
10	Generar GUÍAS DE DISEÑO, ESPECIFICACIONES, CONSTRUCCIÓN, RECEPCIÓN OBRAS Y USO (mantención) de edificaciones de madera (entramado y maderas ingeniería), para distintos públicos objetivo.	74%	Eje 1 | Leyes, normativas y reglamento Eje 2 | Formación de capacidades Eje 6 | Superación barreras culturales	• Guías técnicas profesionales para el diseño de viviendas en madera. • Guías técnicas para la edificación de viviendas de madera. • Guías de gestión y recepción de obras. • Manuales de uso y mantención para residentes.

GRUPOS INTERNOS	ASESORES EXTERNOS	OTRAS INICIATIVAS	MÉTRICA
Liderazgo HdR MVOT; Público; Academia; Privado, Técnico - Profesional; Usuarios.	• Asesores metodológicos y de gestión estratégica.	• MGAP: Comisión Honoraria de la Madera • MVOT: Grupos Técnicos Oficina Madera • MIEM: Centro de Excelencia de la Madera.	**6M:** Grupos Técnicos constituidos + Planes de Trabajo presentados + definición indicadores **2A:** Primera publicación indicadores resultados **4A:** Publicación evaluación Hoja de Ruta
MVOT + CHM; Público (DNB, UNIT, Congreso Intendentes o Intendencias interesadas); Academia (UDELAR, ORT, UNIT, otros), Empresas; (APPCU, CCU, Arboreal, otros); Laboratorios (LATU, LATITUD, CENUR, otros), Profesionales (SAU, AIU, otros).	• Expertos en gestión legislativa (Ley Propiedad Horizontal y Fuego).	• MVOT | BID: JICA (Japón) • MVOT: Unión Europea / Finlandia / TAIEX • CHM: Proyecto Fonplata - IICA	**6M:** Propuesta normativa fuego + Plan de Trabajo **2A:** Aprobación de Leyes y Normativas **4A:** Atender otras normativas priorizadas
MVOT (MEVIR, ANV, PMB); Público (Congreso Intendentes, Intendencias interesadas, otros); Academia (UDELAR, ORT, otros); Gremios (APPCU, CCU, otros); Empresas; Profesionales (SAU, AIU, otros); Usuarios.	• Organizaciones responsables de gestión concursos públicos.	• MVOT | BID: JICA (Japón) • CHM: Proyecto Fonplata - IICA	**6M:** Plan de Trabajo + Bases concursos **2A:** Resultados concursos + CIR aprobados + Inicio de obras **4A:** Tres proyectos construidos
MVOT (MEVIR) + CHM; Público (MIEM, MGAP, MA, MEF, UNIT, otros); Academia (UDELAR, ORT, UNIT, otros); Laboratorios (LATU, LATITUD, otros); Gremios (SPF, CIPROMA, otros); Empresas (Aserraderos, Plantas, otros); Profesionales (SAU, AIU, otros).	• Instituto Nacional de Calidad • Organización Uruguaya Acreditación		**6M:** Plan de Trabajo **2A:** Estudio maderas nacionales + propuesta de certificación **4A:** Normativa aprobada + Sistema de certificación vigente + Sistema de rotulado operativo.
MVOT (MEVIR, ANV) + CHM; Público (MEC, otros); Academia (UDELAR, ORT, UTU, INEFOP, otros); Empresas (Enkel-Arboreal, Ñandé, otras); Profesionales y Técnicos (SAU, AIU, otros); Gremios (ADEMA, ADIMAU, REDEMA, SUNCA, CCU, otros).		• MVOT | BID: JICA (Japón) • CHM: Proyecto Fonplata - IICA	**6M:** Plan de Trabajo **2A:** Pilotos de cursos y jornadas **4A:** Programa de especialización disponible
MVOT (MEVIR, ANV); Público (MIEM, otros); Academia (UDELAR, ORT, otros); Empresas (Enkel, Ñandé, Frank, otros); Laboratorios (LATITUD, LATU, otros); Profesionales (SAU, AIU, otros) Gremios (SPF, APPCU, CCU, otros).		• MVOT: Convenio Japón (JICA) • MVOT: Unión Europea / Finlandia / TAIEX • MVOT: Convenios colaboración MINVU Chile • MGAP: Convenio colaboración Suecia	**6M:** Plan de Trabajo **2A:** Sistema de CIR público vigente + Catálogo de soluciones constructivas + CIR para soluciones innovadoras no tradicionales **4A:** Ampliación de catálogo de soluciones
MVOT + CHM; Público (MIEM, MGAP, otros); Academia (CENUR, otros), Laboratorios (LATU, LATITUD, otros); Gremios (ADIMAU, ADEMA, REDEMA, SPF, otros).	• Expertos en ejecución de programas de transferencia tecnológica.		**6M:** Plan de Trabajo y establecimiento "línea de base" **2A:** Instrumentos de inversión disponibles + capacitaciones para la inversión tecnológica **4A:** Medición participación PYME en cadena productiva
MVOT + CHM; Público (MGAP, MIEM, MA, Congreso de Intendentes, INIA, otros); Academia (UDELAR, ORT, otros); Laboratorios (LATU, LATITUD, otros); Empresas (Arboreal, Ñandé, otros); Gremios (SPF, APPCU, CCU, REDEMA, otros).	• Agencia de comunicación estratégica y relacionamiento (lobby). Facultad de comunicaciones.		**6M:** Plan de Trabajo (2 Fases) **2A:** Ejecución 1° fase estrategia y evaluación preliminar **4A:** Ejecución 2° fase estrategia
MVOT (ANV) + CHM; Público (MIEM, MEF, otros); Academia (UDELAR, ORT, otros); Empresas (Arboreal, Ñandé, otras), Gremios (APPCU, CCU, otros).	• Expertos en instrumentos de incentivo económico.		**6M:** Plan de Trabajo **2A:** Incentivos etapa 1 **4A:** Incentivos etapa 2
MVOT; CHM; Público (MGAP, MIEM, MEF, otros); Empresas (Lumin, Urufor, Arboreal, otros); Gremios (SPF, ADEMA, ADIMAU, REDEMA, Cámara de Comercio, otros).	• Especialista optimización logística.		**6M:** Plan de Trabajo **2A:** Ejecución programa abastecimiento **4A:** Evaluación programa abastecimiento
MVOT (MEVIR, ANV) + CHM; Público (MA, otros); Academia (UDELAR, ORT, otros); Laboratorios (LATITUD, LATU, otros); Empresas (Enkel, Ñandé, Urufor, Lumin, otros); Gremios (SAU, AIU, otros).			**6M:** Plan de Trabajo **2A:** Publicación guías **4A:** Re edición revisada Guías de diseño

ANEXOS

ANEXO 4.1: MESAS Y ASISTENTES COMITÉ DE TRABAJO

	N°	Entrevistado	Profesión	Institución	Cargo	Sector
MESA 1 **EJE 1 |** Leyes, normativas y reglamentos para la edificación en madera. **EJE 5 |** Abastecimiento de madera estructural a la cadena de procesamiento industrial, con énfasis en las PYMEs.	1	Alejandra Vila	Arquitecta	IDRN - Intendencia Departamental de Río Negro	Directora General de Vivienda IDRN	Público
	2	Araseli Acosta	Arquitecta	IDT - Intendencia Departamental de Tacuarembó	Coordinadora Proyectos IDT	Público
	3	Carlos Faroppa		MGAP - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca	Director General Forestal MGAP	Público
	4	Daiana Morgavi		ADEMA - Asociación de Empresarios de la Madera y Afines	Presidenta ADEMA | Maderas Morgavi	Privado
	5	Daniel Godoy	Arquitecto Msc	UDELAR | Facultad de Ingeniería	Docente Instituto de Ensayos y Materiales	Académico
	6	Fernando Márquez		DNB - Dirección Nacional de Bomberos		Público
	7	Javier Doldán	Ingeniero Msc.	LATU - Laboratorio Tecnológico del Uruguay	Jefe Departamento Materiales y Productos	Académico
	8	Juán Gutiérrez	Arquitecto	Empresa Enkelg Group | Arboreal	Director de Proyectos Enkel - Arboreal	Privado
	9	Julio César Camarano		APPCU - Asociación de Promotores Privados de la Construcción del Uruguay	Fondo Social APPCU	Privado
	10	Martín García Costa	Arquitecto	IDR - Intendencia Departamental de Rivera	Director de Obras IDR	Público
	11	Marcia Croci	Arquitecta	MVOT - Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial	Asesora MVOT	Público
				Modera: Arq. Keren Codriansky P., Tallwood consultores.		
MESA 2 **EJE 1 |** Formación de capacidades de profesionales, técnicos y obreros para la evaluación, diseño y ejecución de proyectos de madera. **EJE 6 |** Superación de barreras culturales y de mercado para la edificación de madera.	1	Amparo Souza	Asistente Social	MEVIR - Comisión Honoraria Pro Erradicación de la Vivienda Rural Insalubre	Asistente Social MEVIR	Usuarios
	2	Ana Fernández		MEVIR - Comisión Honoraria Pro Erradicación de la Vivienda Rural Insalubre	Supervisora de Obras MEVIR	Público
	3	Carlos Gonzo		UTU - Dirección General de Educación Técnico Profesional		Técnico Profesional
	4	Gastón Martínez		MGAP - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca		Público
	5	Laura Moya	Arquitecta Ph.D	Universidad ORT | Facultad de Arquitectura	Académica e Investigadora	Académica
	6	María Jorge	Arquitecta	SAU - Sociedad de Arquitectos del Uruguay	Presdidenta Comisión de Vivienda SAU	Técnico Profesional
	7	Matías Abergo	Comercial	Empresa Enkelg Group | Arboreal	CEO cofundador Enkel - Arboreal	Privado
	8	Pier Nogara	Arquitecto Msc.	UDELAR FADU - Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo	Docente	Académico
	9	Susana Jara	Ingeniera Construcción			Asesor internacional
				Modera: Arq. Juan José Ugarte G., Tallwood consultores.		
MESA 2 **EJE 3 |** Investigación y desarrollo en elementos y sistemas constructivos en maderas. **EJE 4 |** Transferencia de capacidades tecnológicas hacia el sector PYME de la edificación industrializada con maderas.	1	Ángel Larrama	Economista Msc	MIEM - Ministerio de Industria, Energía y Minería	Dirección Nacional de Industria MIEM	Público
	2	Carolina Pérez Gomar	Arquitecta Msc.	MVOT - Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial	Oficina de construcción en madera MVOT	Público
	3	Javier Otegui		Empresa URUFOR	Director URUFOR	Privado
	4	Livia Arizaga	Químico Ph.D	UDELAR | Facultad de Química	Área Química y Materiales FQ UDELAR	Académico
	5	Marcela Ibañez	Dr. Ingeniera Química	CENUR Noreste - Centro Universitario Regional Noreste		Académico
	6	Mariano Romero	Mariano Romero Químico Ph.D	UDELAR | Facultad de Química	Área Física FQ UDELAR	Académico
	7	Martín Cagno	Arquitecto	Empresa Enkelg Group | Arboreal		Privado
	8	Roberto Scoz	Ingeniero Agrónomo Ph.D	INIA - Instituto Nacional de Investigación	Director Programa Nacional de Investigación Forestal INIA	Académico
	9	Sebastián López		DNB - Dirección Nacional de Bomberos		Público
	10	Sebastián Ugarte	Arquitecto	Empresa Ñandé	Gerente General Ñandé	Privado
	11	Silvia Böthig	Ingeniera Química Msc	LATU - Laboratorio Tecnológico del Uruguay	Investigadora 4 LATITUD	Académico
				Modera: Arq. Andrés Sierra M., Tallwood consultores.