Documento de Divulgación N° 47

Estudio Periódico de Temáticas de Madera N° 1

CONSTRUCCIÓN EN MADERA
POLÍTICAS PÚBLICAS, FOMENTO Y LEGISLACIÓN
EUROPA, NORTE AMÉRICA, OCEANÍA Y LATINOAMÉRICA

INSTITUTO FORESTAL
2019

Documento de Divulgación N° 47

Estudio Periódico de Temáticas de Madera N° 1

CONSTRUCCIÓN EN MADERA
POLÍTICAS PÚBLICAS, FOMENTO Y LEGISLACIÓN
EUROPA, NORTE AMÉRICA, OCEANÍA Y LATINOAMÉRICA

Cecilia Gallardo[1]

Proyecto Fortalecimiento de las Capacidades Tecnológicas del Instituto Forestal para el Desarrollo de la Industria Secundaria de la Madera, a través de Bienes Públicos Orientados al Sector de la Construcción

UNIDAD DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
INSTITUTO FORESTAL
2019

[1] Investigadora, Instituto Forestal, Chile. cgallardo@infor.cl

Instituto Forestal
Sucre 2397, Ñuñoa, Santiago
Chile
F. 223667115
www.infor.cl

ISBN N°: 978-956-318-162-3
Registro Propiedad Intelectual N°: 2020-A-4547

Se autoriza la reproducción parcial de esta publicación siempre y cuando se efectúe la cita correspondiente:

Gallardo, Cecilia, 2019. Estudio Periódico de Temáticas de Madera N° 1. Construcción en Madera Políticas Públicas, Fomento y Legislación. Europa, Norte América, Oceanía y Latinoamérica. Instituto Forestal, Chile. Documento de Divulgación N° 47. P. 38
https://doi.org/10.52904/20.500.12220/29886

ÍNDICE

PRÓLOGO 7

INTRODUCCIÓN 9

DÉFICIT HABITACIONAL Y CAMBIO CLIMÁTICO 10

ROL DE LA MADERA: VENTAJAS MEDIOAMBIENTALES Y CONTRUCTIVAS 10

UNIÓN EUROPEA 13

NORTEAMÉRICA 16

- Canadá 16
- Estados Unidos 20

OCEANÍA 23

LATINOAMÉRICA 26

- Uruguay 26
- Chile 29

CONCLUSIONES 35

REFERENCIAS 36

PRÓLOGO

Dentro del desarrollo del proyecto "Fortalecimiento de las Capacidades Tecnológicas del Instituto Forestal para el Desarrollo de la Industria Secundaria de la Madera, a través de Bienes Públicos, orientados al Sector de la Construcción", financiado por la Corporación de Fomento (CORFO), tenemos el agrado de presentar el primer estudio sobre el sector de productos madereros y tecnologías en construcción en madera, en lo que se refiere a políticas públicas, normativas y programas de fomento para el uso de este material en algunos países de Europa, Norteamérica, Oceanía y Latinoamérica.

El uso de madera en la construcción ofrece diversas ventajas, tanto desde el punto de vista ambiental como del constructivo y el económico. Se trata de un recurso natural renovable, cuya producción y utilización en viviendas y otras obras constructivas es de muy bajo impacto ambiental en comparación con materiales como el acero y el cemento, permite el desarrollo de obras en menor plazo y en ellas queda retenido el carbono que los bosques han capturado y almacenado durante su crecimiento, mediante el proceso de fotosíntesis que absorbe carbono y genera oxígeno, permitiendo así la vida sobre la Tierra. Se suman diferentes otras ventajas, como la eficiencia térmica, el confort y bienestar que transmiten los ambientes construidos en madera, su comportamiento antisísmico y otras.

Hoy los bosques bajo manejo forestal sostenible y certificaciones internacionales y los productos por ellos generados aplicados a la construcción representan una invaluable alternativa para la mitigación del cambio climático.

Algunos de los países seleccionados para el presente estudio tienen antiguas tradiciones en el uso de madera para la construcción y, más importante, todos ellos cuentan con políticas y mecanismos de fomento para incentivar su uso y normativas para regularlo en sus diferentes aplicaciones constructivas.

En el presente estudio se hace una revisión de las políticas públicas y los mecanismos de fomento en torno al uso de la madera en la construcción en los países seleccionados, incluido Chile que en su política forestal ya tiene desafíos concretos para incrementarlo y algunos mecanismo de fomento para este efecto, además de diversas normas para regular su uso, contribuyendo así a la mitigación del cambio climático y favoreciendo a la industria secundaria de la madera, en especial las pymes del rubro, incentivando la generación de productos madereros con mayor incorporación de valor.

Fernando Raga Castellanos
Director Ejecutivo
Instituto Forestal

INTRODUCCIÓN

La madera ha sido parte importante del entorno construido por el hombre. Desde el primer refugio, improvisado quizás con algunas ramas, el hombre ha utilizado la madera como un material de construcción.

Diversas construcciones son visibles hoy en diversas partes de mundo, muchas de las cuales han sido declaradas patrimonio de la humanidad por la UNESCO.

Los más antiguos vestigios de construcciones se pueden encontrar en Europa, Japón y Norteamérica. En Europa, las tribus germánicas llevaron sus técnicas de construcción con ellos en sus viajes, la madera era colocada en posición vertical sobre piedra o madera (GreenSpec, 2019)

Respecto de las construcciones de mayor altura en madera, estas no son un concepto nuevo, en Japón es posible encontrar pagodas de hasta 19 pisos, que datan de 1.400 años atrás y que aún se mantienen en ambientes de alta sismicidad y clima húmedo.

Varios países alrededor del mundo tienen una historia de construcción de edificios en madera. En el barrio de Gastown de Vancouver, es posible encontrar edificios de madera de 7 y 10 pisos con cien años de antigüedad.

Las innovaciones en todo el mundo han desencadenado una carrera para crear edificios de madera más altos. El edificio Stadthaus de 9 pisos en Londres ilustra cómo la construcción industrializada en madera puede ser un sistema competitivo en el mercado. Las iniciativas recientes incluyen proyectos en Australia con una propuesta de 12 pisos; un edificio de 17 pisos en Noruega y un edificio híbrido de madera y hormigón de 30 pisos en Austria.

Se aprecia que usar madera en edificios residenciales y no residenciales no es una idea completamente nueva, sino más bien un renacimiento. Las nuevas técnicas de construcción innovadoras están ampliando el uso de la madera, estas técnicas utilizan productos de madera de ingeniería tales como madera laminada cruzada (CLT), madera laminada con clavos (NLT), madera laminada con espigas (DLT) y madera estructural laminada encolada (GLULAM).

Estos productos de madera (*Mass Timber)* tienen una gran capacidad estructural y resistencia al fuego inherente, y el número de edificios de madera de altura media e incluso alta que incorporan estas tecnologías está creciendo rápidamente en Canadá y los Estados Unidos.

Las pruebas y la validación de estos productos están impulsando una mayor confianza, tanto de las autoridades como en los usuarios finales. Los productos ofrecen beneficios significativos, en comparación con otras técnicas, en términos de resistencia al fuego, rendimiento acústico, rendimiento estructural y reducción de los tiempos de construcción.

Además, hoy en día la madera se presenta como una alternativa a los materiales de construcción tradicionales para solucionar problemas de déficit habitacional y también relacionados con la mitigación del cambio climático.

DÉFICIT HABITACIONAL Y CAMBIO CLIMÁTICO

Según datos de Naciones Unidas (UN-Habitat, 2008), actualmente un 50% de la población mundial vive en asentamientos urbanos y para el año 2050 el 70% de la población vivirá en dichos entornos.

Hasta ahora las necesidades habitacionales se han suplido con edificios construidos principalmente con materiales como hierro y concreto. Sin embargo, la gran huella de carbono de estos materiales sigue siendo un desafío sin soluciones estructurales alternativas.

En diciembre de 2015 se desarrolló la Conferencia sobre el Clima de París en la cual 195 países adoptaron el primer acuerdo climático mundial jurídicamente vinculante. El Acuerdo de París establece un plan de acción global para mitigar el cambio climático, limitando el calentamiento global por debajo de los 2 ºC, y señala que los gases emitidos por la actividad humana deberían ser equivalentes a los que océanos, árboles y suelo puedan absorber de forma natural. (Comisión Europea, 2015)

Entre los principales gases de efecto invernadero el que más preocupa es el dióxido de carbono (CO_2) por su incidencia en el cambio climático. Por lo que, para que el mundo pueda alcanzar las metas climáticas propuestas, se deben desplegar todos los medios posibles para reducir las emisiones de carbono.

La actual industria de la construcción, industrial y residencial, representa el 39% de las emisiones de CO_2 a la atmosfera, genera el 30% de los residuos sólidos y contamina el 20% del agua, razones por las que este sector tiene que desempeñar un papel importante en la reducción de la amenaza del cambio climático (Growing Buildings, 2017)

Chile, por su parte, también tiene compromisos respecto al cambio climático, dentro de ellos reducir en un 30% las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) respecto al año 2007 (PANCC-II, 2017)

Estos escenarios presentan dos grandes desafíos:

- Reducir las emisiones de CO_2 y otros GEI.

- Encontrar la forma de almacenar el CO_2 y otros GEI.

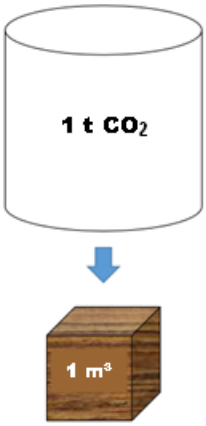
La madera se presenta entonces como una alternativa para enfrentar a estos dos grandes desafíos.

ROL DE LA MADERA: VENTAJAS MEDIOAMBIENTALES Y CONSTRUCTIVAS

Dentro de las ventajas medioambientales que presenta la madera se pueden destacar:

- **Captura de CO_2:** La madera es el único material de construcción cuyo uso ayuda a reducir el CO_2 de la atmosfera, contribuyendo de esta forma a mitigar el cambio climático. Mediante el proceso de fotosíntesis los arboles absorben durante su ciclo de vida grandes cantidades de CO_2, el cual queda fijado en sus paredes celulares. Un

metro cubico de madera es capaz de almacenar entre 1 a 1,6 toneladas de CO_2 (Growing Buildings, 2017).



(Fuente: Elaboración propia, basado en MetsaWood, 2019)

Figura N° 1
REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE CAPTURA DE CO_2 EN LOS PRODUCTOS DE MADERA

- **Es un recurso renovable:** La disponibilidad de la madera para el uso humano está garantizada mediante la producción y manejo sustentable. En chile, hasta diciembre de 2015, las áreas certificadas por FSC-Chile totalizan 2.277.504,2 ha entre plantaciones, bosque nativo, áreas de protección y otras. Estas certificaciones aseguran, entre otras cosas, que la tasa de plantación supere siempre la de cosecha (FSC Chile, 2015).

- **Producción limpia y eficiente:** Durante los procesos de extracción y manufactura de la madera se consume menos energía en comparación con la elaboración de otros materiales (como el cemento, el vidrio y el acero). Además, la optimización de los procesos forestales ha permitido reducir en forma importante la generación de residuos sólidos de su producción, hoy toda la materia prima se aprovecha en productos como paneles reconstituidos, fibras y combustibles derivados de la madera (Planet Ark, 2019).

La madera también presenta ventajas como material de construcción, dentro de las cuales destacan:

- **Menor tiempo de construcción:** Gracias a los nuevos materiales y soluciones constructivas diseñadas y desarrolladas por la industria, hoy las construcciones en altura con madera han ganado terreno en Norteamérica, Europa, Australia y Nueva Zelanda. Dentro de estas nuevas soluciones constructivas se encuentran el LSL (*Laminated Strand Lumber*), el LVL (*Laminated Veneer Lumber*) y el CLT (*Cross Laminated Timber*). Con el CLT se han construidos edificios emblemáticos, tales como el Stadthaus en Londres. Este edificio residencial de 9 pisos fue completado en 49 semanas y se calcula un ahorro de cinco meses en comparación con construcción de hormigón; fue terminado en enero de 2009 (TRADA Technology, 2009).

- **Resistencia al fuego:** Todos los materiales usados en construcción sufren daño cuando son expuestos a altas temperaturas. En el caso de la madera, sus propiedades aislantes le proveen cierta resistencia al fuego hasta los 250°C. Si llega a inflamarse, su baja conductividad térmica hace que se queme lentamente y en su exterior se forma una capa de carbón que protege la parte interna y le permite conservar sus propiedades estructurales por más tiempo.

  Adicionalmente, el mercado ofrece actualmente productos retardantes que mejoran de manera significativa el comportamiento de la madera frente al fuego (Madera 21, 2018).

- **Comportamiento antisísmico:** El buen rendimiento de la madera frente a movimientos sísmicos se debe a que las construcciones con este material son:

  Ligeras: Considerando que las fuerzas durante un sismo son proporcionales al peso de las estructuras que las reciben, las construcciones en madera al ser más livianas están expuestas a impactos menores.

  Conexiones dúctiles: Las conexiones por medio de clavos y otros sistemas de fijación logran disipar las energías que sobrevienen durante un sismo; haciendo así a la estructura más flexible y menos propensa al colapso estructural.

  Normativa de construcción: Las normas que rigen el diseño y la construcción de edificios con madera estructural se actualizan periódicamente en base a la experiencia y la investigación (Thinkwood, 2018).

- **Calidez y Bienestar:** Tanto los diseñadores y arquitectos como los usuarios que prefieren la madera aseguran que esta confiere a los espacios una belleza y calidez sin igual, además de transmitir una sensación de confort, tranquilidad y bienestar que puede mejorar la calidad de vida de sus ocupantes.

  Estas cualidades pueden traer beneficios sustanciales en la construcción de viviendas, recintos hospitalarios, educacionales y de oficinas (Planet Ark, 2019).

Revisadas las ventajas que ofrece la madera en términos medioambientales y constructivos la tarea pendiente es enfrentar la necesidad de masificar el uso de este material y para esto es fundamental contar con políticas públicas, regulaciones normativas e incentivos económicos que generen los espacios para la construcción en madera.

En los siguientes capítulos se presentan algunos ejemplos de cómo en algunos países de Europa, Norte América, Oceanía y Latino América, incluido Chile, se han trabajado políticas, normativas e incentivos.

UNIÓN EUROPEA

Las principales políticas desarrolladas por la UE con impactos directos en el sector forestal son:

Estrategia de desarrollo sostenible de la UE (SDS): Publicada en 2006 y revisada en 2009. El objetivo general es identificar y desarrollar acciones que permitan a la UE lograr una mejora continua a largo plazo de la calidad de vida. Especifica la creación de comunidades sustentables, que sean capaces de manejar sus recursos de manera eficaz y eficiente (Comisión Europea, 2009).

Roadmap UE 2050: Una iniciativa de la Fundación Europea del Clima (ECF) que tiene por objetivo lograr una economía *low-carbon* en Europa, reduciendo en un 80% las emisiones de gases de efecto invernadero. Este Roadmap identificó 5 actividades prioritarias que debían establecerse entre los años 2010 y 2015 para que la UE alcanzara sus objetivos. (Comisión Europea, 2011)

Plataforma Tecnológica del Sector Forestal (FTP): Adicional a lo anterior y con el apoyo de la Comisión Europea, actores de la industria crean esta plataforma de la cual forman parte la industria, propietarios de bosques y autoridades públicas.

Los objetivos de la FTP son desarrollar, promover e implementar una Agenda de Investigación Estratégica e Innovación para avanzar en la competitividad y la sostenibilidad del sector forestal a través de la innovación. Dentro de sus muchas actividades se incluye la publicación del documento VISION 2040, documento que tiene por objetivo maximizar el potencial I+D en el sector forestal y está en línea con los objetivos suscritos por la UE en el Acuerdo de Paris, 10 de sus metas son núcleo de esta publicación (Forest Platform, 2018).

Coalición Europea de la Madera Tropical Sostenible (STTC, *European Sustainable Tropical Timber Coalition*). Es otra alianza entre la industria, los gobiernos y las ONG orientada a aumentar la demanda europea de madera tropical sostenible verificada.

El objetivo final de STTC es evitar la deforestación y la degradación de los bosques en los países tropicales y alentar a las empresas y los mercados a apoyar ese objetivo (STTC, 2019).

Los objetivos definidos por STTC son:

- Impulsar las ventas en la UE de madera tropical de origen sostenible: Creando conciencia de su disponibilidad; recolectando y analizando datos y apoyando iniciativas de adquisición sostenible del sector público y privado, y destacando las capacidades técnicas y ambientales de la madera tropical y los valores ambientales y de desarrollo de los bosques tropicales, como se describe en los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU y la Conferencia de Cambio Climático COP 21.

- Fomentar la difusión del manejo forestal sostenible (MFS) en los países tropicales: Creando conciencia de su valor ambiental, social, económico y de desarrollo. Al

convencer al sector de los bosques tropicales existe un mercado de la UE viable, valioso y a largo plazo para la madera tropical de origen sostenible.

Respecto de programas de incentivos a iniciativas de fomento, se pueden mencionar dos:

Programa LIFE EcoTimberCell: El Programa de Medio Ambiente y Acción por el Clima (LIFE) es el instrumento financiero de la Unión Europea dedicado al medio ambiente para el periodo 2014-2020. El programa es gestionado por la Comisión Europea, siendo la Autoridad Nacional en el Estado español el Ministerio para la Transición Ecológica, a través de la Subsecretaría. LIFE es un programa gestionado por la Agencia Ejecutiva para las Pequeñas y Medianas Empresas (EASME) (LIFE Eco Timber Cell, 2019).

LIFE EcoTimberCell es un Proyecto Piloto *Close to Market* dentro del área prioritaria Mitigación de Cambio Climático mediante la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, que se centra en la prioridad política de la UE, directiva 2012/27/UE, que indica que es imprescindible realizar acciones concretas en los procesos de edificación que permitan alcanzar el objetivo de reducir las emisiones de GEI entre un 80% y un 95% respecto de 1990.

Dado que las edificaciones representan el 40% del consumo final de energía de la UE, reducir el consumo energético de ellas se entiende como una forma eficaz para la mitigación del cambio climático.

El programa LIFE EcoTimberCell aborda este reto en 3 líneas:

- Desarrollo de productos de construcción con huella de CO_2 negativa a partir de maderas locales.

- Fomento de la construcción con sistemas basados en estos productos, que faciliten envolventes económicas y garanticen una baja demanda energética

- Reducción al mínimo del costo energético del tratamiento de los materiales al final de la vida útil del edificio reduciendo los residuos.

Este programa cuenta con la participación de la Universidad de Santiago de Compostela, como coordinadora del proyecto, y cuenta entre sus asociados a Betanzos HB, Centro Tecnológico Forestal y de la Madera, Instituto de tecnología de la Construcción de Catalunya y 3edata.

Proyecto Grupo Operativo Madera Construcción Sostenible (Maderia, 2019): Maderia, Sociedad Española de la Madera, es una asociación técnica sin fines de lucro que reúne en su estructura a profesionales y empresas relacionadas con la madera con el fin de unificar esfuerzos en el conocimiento de la madera y sus productos en sus distintos campos y aplicaciones. Dentro de sus proyectos destaca el Grupo Operativo "Madera Construcción Sostenible" que comenzó en agosto de 2018 y cuenta con un presupuesto de € 495.066,72 cofinanciado en un 80% por la Unión Europea, a través de los fondos FEADER. y un 20% por el MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación).

El proyecto define los siguientes objetivos generales y específicos:

- Posicionar en el mercado los productos de madera para la construcción por sus valores técnicos y ambientales impulsando la cadena de valor desde el monte hasta el consumidor final.

- Proporcionar información y datos técnicos fiables sobre productos de madera para facilitar la prescripción.

- Demostrar mediante información ambiental la excelencia de la madera como material de construcción en relación con los valores asociados a la sostenibilidad.

- Proporcionar una herramienta para la transmisión de la información de las características técnicas y ambientales de productos de madera para la construcción.

Entre sus miembros y colaboradores destacan:

- Asociación para la certificación española forestal (PEFC ESPAÑA).

- Universidad de Córdoba (UCO).

- Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA).

- Instituto Eduardo Torroja de Ciencias de la Construcción del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

- Cupa Innovación S.L.U.

- Búsqueda Justificada de Diferenciación S.L. (BJD Services).

- BALIDEA Consulting & Programming S.L.

- AENOR INTERNACIONAL S.A.U.
- Maderia. Sociedad Española de la Madera.

- Confederación de Organizaciones de Selvicultores (COSE).

- MADERAS ABAD S.L.

En lo referente a las normativas de construcción, la Unión Europea cuenta con los Eurocódigos Estructurales, que corresponden a un conjunto de normas para la obras de ingeniería redactadas por el Comité Europeo de Normalización (CEN) y que pretenden unificar criterios y normativas en las materias de diseño, cálculo y dimensionado de estructuras y elementos prefabricados para edificación.

Los Eurocódigos pueden ser utilizados en los países europeos en sustitución de las normativas nacionales. Para ello debe de cumplirse el Eurocódigo y además lo establecido en un Documento Nacional de Aplicación que indica las particularidades que deben seguirse en cada país para aplicarlo (climatológicas, sísmicas, otras).

Eurocódigo 5 (EC 5) (UNE, 2016): Es el marco normativo para las construcciones en madera y es aplicable a los proyectos de edificación y obras de ingeniería civil realizados con madera (madera sólida, aserrada, cepillada o en rollizo, madera laminada encolada o derivados de la madera con uso estructural LVL) o tableros derivados de madera unidos con adhesivos o elementos de fijación mecánicos. Este código solo hace referencia a los requisitos de resistencia, comportamiento en servicio, durabilidad y resistencia al fuego de las estructuras de madera y está previsto para ser usado en conjunto con otros eurocodigos referentes al cálculo de estructuras y estructuras sismo resistentes. El EC 5 Consta de 2 partes:

- EN 1995-1: Generalidades, que comprende las reglas generales, reglas para la edificación y estructuras sometidas al fuego.

- EN 1995-2: Puentes proporciona las reglas de diseño general para las partes estructurales de puentes, es decir, para las piezas estructurales de importancia para la seguridad del conjunto.

NORTEAMÉRICA

Países norteamericanos como Canadá y Estados Unidos tienen una cultura y larga tradición de construcción en madera, proveniente de sus raíces europeas y también del recurso forestal existente. Se revisan, igual que en el caso de la Unión Europea, los marcos normativos y los mecanismos de fomento a la construcción en madera en ambos países.

Canadá

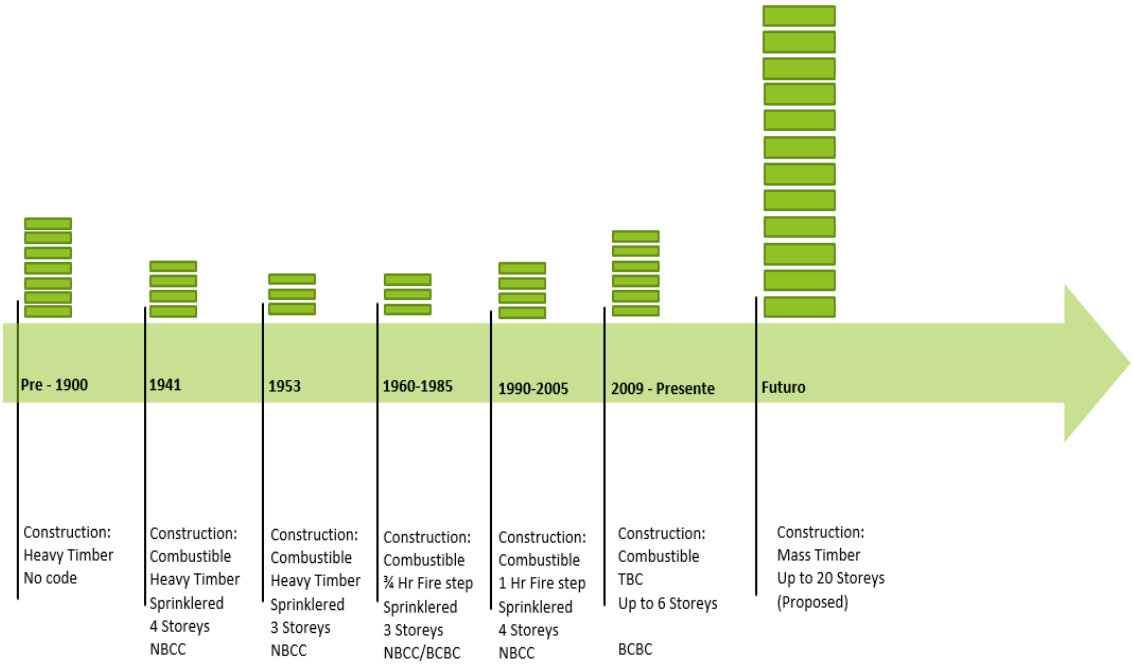
Canadá cuenta con una historia y tradición de construcción en madera que permite encontrar hoy edificaciones con más de 6 pisos de altura, en pie, y algunas aún en funcionamiento.

Un ejemplo de ello es Gastown, en el centro histórico de la ciudad de Vancouver, que durante finales de 1800 y principios de 1900 desarrolló su economía sobre la base de la producción de productos de madera que luego eran enviados a Inglaterra. Con el tiempo los trabajadores y sus familias se asentaron en la incipiente ciudad, lo que conllevó la construcción residencial, comercial y de grandes almacenes. Gastown es el lugar donde es posible encontrar diversas construcciones de madera y uno de los más grandes edificios construidos, *The Landing*, con 9 pisos de construcción en madera (marco de madera) y previo a la implementación de los códigos de construcción (FII, 2011).

Al igual que en la Unión Europea, la construcción en Canadá está regulada por el Código Nacional de Construcción (NBC) (NRC, 2015), documento que es emitido por el Consejo de Investigación Canadiense. El NBC es el código que forma la base de todos los códigos provinciales de construcción, algunas provincias han creado su propia versión basada en él, como es el caso de Alberta, Columbia Británica, Ontario, Quebec y otras.

La intención del Código de Construcción es detallar las disposiciones mínimas aceptables para mantener la seguridad de los edificios, con especial atención en la salud pública, protección contra incendios, accesibilidad y suficiencia estructural.

En cuanto a la construcción en madera, el NBC ha sufrido modificaciones desde su primera publicación en 1941, respecto de la regulación para la construcción en altura, y actualmente la edición 2020 permitirá la construcción de edificios hasta 12 pisos. En la elaboración de las modificaciones al NBC de la edición 2020 participan el National Research Council (NRC), Canadian Wood Council y FPInnovations.



(Fuente: Elaboración propia basada en NRC, 2015)

Figura N° 2
EVOLUCIÓN DEL CÓDIGO DE CONSTRUCCIÓN EN CANADÁ

A través de su Ministerio de Recursos Naturales (*Natural Resources Canada NRCan*), el Gobierno canadiense fomenta la Innovación y desarrollo con becas y programas que promueven la construcción en madera, entre los cuales se puede destacar:

***Tall Wood Building Demonstration Iniciative (TWBDI)*:** Este programa se desarrolló entre los años 2013 y 2017 y tuvo por objetivo fomentar la aceptación comercial y reguladora de edificios altos de madera en Canadá (NRC, 2019a). Este programa contribuyó a la construcción de dos edificios:

Brock Commons Tallwood House. Edificio que recibió una contribución del programa de CAD$ 2,33 millones y corresponde a una residencia para estudiantes construida en

madera. Es un edificio híbrido de 18 plantas en la Universidad de British Columbia en Vancouver, con 17 plantas de construcción de madera y una planta de hormigón, las 2 escaleras y la caja del ascensor también fueron construidas en hormigón. La prefabricación de los elementos estructurales de madera ayudó a que el edificio se terminara de construir 2 meses antes de lo previsto. Los fondos del programa TWBDI contribuyeron al diseño, aprobación, construcción, pruebas estructurales y contra incendios, protocolos para la eficiencia y seguridad del sitio.

Origine Eco-Condos. Edificio que recibió una contribución del programa de CAD$ 1,2 millones y corresponde a un condominio de madera de 13 plantas; 12 plantas de madera sobre una planta de hormigón y un estacionamiento subterráneo, y los ascensores y cajas de escalera hechos con CLT canadiense. Al igual que en el caso anterior, los fondos otorgados por el programa TWBDI apoyaron el diseño, la aprobación y la construcción, así como la investigación crítica sobre la resistencia al fuego y la acústica.

En ambos casos, la información técnica desarrollada a través de la investigación financiada por TWBDI se ha utilizado para respaldar los cambios propuestos a la edición 2020 del Código Nacional de Construcción de Canadá. Estos cambios apuntan a nivelar y considerar oportunidades para la madera como material de construcción.

Green Construction through Wood (GCWood): El programa GCWood se anunció en el presupuesto 2017 y cuenta con un fondo de CAD$ 39,8 millones durante cuatro años, comenzando en 2018-19. Los fondos apoyarán proyectos y actividades que aumenten el uso de la madera como material de construcción en proyectos de infraestructura (NRC, 2019b).

El programa GCWood apoya la transición de Canadá a una industria de la construcción más inclusiva de madera mediante el financiamiento de proyectos que fomentan:

- Mayor adopción y comercialización de productos de construcción innovadores basados en madera, para la construcción de edificios altos de madera, puentes de madera y edificios de madera de baja altura.

- Replicación de ejemplos demostrativos de edificios innovadores no tradicionales basados en madera y puentes de madera.

- Investigación que aborde la brecha en la información técnica necesaria para facilitar las revisiones al Código de Construcción Nacional de Canadá 2020 y 2025 para permitir edificios altos de madera más allá del límite actual de 6 pisos.

Este programa anunció el 30 de mayo de 2019, la adjudicación de fondos para la construcción del edificio The Arbour, el primer edificio institucional de madera (*Mass Timber*) y bajo en carbono de Ontario. El edificio, de un costo total de CAD$ 134 millones, estará ubicado en el Waterfront Campus del George Brown College y utilizará aproximadamente 3.000 m^3 de madera.

La primera convocatoria para expresiones de interés (EOI) del programa GCWood estuvo dirigida a proyectos de construcción para edificios de 10 pisos en adelante y estuvo abierta entre el 6 de octubre y el 6 de diciembre de 2017, recibiendo en total 14 solicitudes. La

segunda convocatoria EOI fue para edificios no residenciales de baja altura (edificios comerciales, industriales y de oficinas, e institucionales, con un máximo de cuatro pisos) y estuvo abierta del 10 de septiembre al 3 de diciembre de 2018. Esta convocatoria recibió 30 solicitudes y los resultados del programa fueron anunciados en la primavera de 2019. La tercera convocatoria EOI de GCWood dirigida a *Timber Bridges* (puentes peatonales y de tráfico con un tramo mínimo de 20 m) estuvo abierta del 18 de noviembre de 2018 al 8 de abril de 2019. Se recibieron 13 solicitudes y los resultados del programa fueron anunciados en la primavera - verano de 2019.

Este programa financia también otras actividades, entre ellas la formación de capital humano especializado, es decir, los futuros ingenieros, arquitectos y constructores con el conocimiento y las habilidades para diseñar y construir estructuras modernas en madera.

Durante agosto de 2019 se realizó el anuncio del aporte del programa CGWood a Advanced Wood Education Roadmap (CFI, 2019), con una inversión de CAD$ 2,5 millones, el financiamiento ayudará al Canadian Wood Council a crear y proporcionar nuevos planes de estudio, recursos, herramientas y prácticas laborales de aprendizaje, para ayudar a enseñar a los estudiantes los beneficios de la madera, la construcción híbrida de madera y la construcción no tradicional.

Cuadro N°2
ACTORES Y AGENTES RELEVANTES EN LA LABOR DE FOMENTO Y DIFUSIÓN EN CANADÁ

FPInnovations	**FPInnovations** Organización privada sin fines de lucro que se especializa en la creación de soluciones en apoyo de la competitividad global del sector forestal canadiense. Está en una posición ideal para realizar investigaciones de vanguardia, desarrollar tecnologías avanzadas y ofrecer soluciones innovadoras a problemas complejos para cada área de la cadena de valor del sector, desde operaciones forestales hasta productos de consumo e industriales. (https://web.fpinnovations.ca/)
Canadian Wood Council / Conseil canadien du bois CELEBRATING SIXTY YEARS 60 CÉLÈBRE SES SOIXANTE ANS	**Canadian Wood Council** Canadian Wood Council (CWC) representa a la industria canadiense de productos de madera a través de una federación nacional de asociaciones. Su misión es ampliar el acceso al mercado y aumentar la demanda de productos de madera canadienses a través de la excelencia en códigos, normas, reglamentos y educación. El CWC proporciona servicios técnicos y de transferencia de conocimiento relacionados con códigos de construcción, estándares y regulaciones. El CWC está activo con su capacidad técnica en todas las áreas del Sistema Regulado (https://cwc.ca/)

Forestry Innovation Investment	**Forestry Innovation Investment** Su labor es mantener, crear y diversificar mercados para productos forestales de Columbia Británica para asegurar que el sector forestal continúe siendo un contribuyente clave para la economía de Columbia Británica. (https://www.bcfii.ca/)

Estados Unidos

Los colonos europeos en el Nuevo Mundo no utilizaron rocas o piedra caliza para hacer ladrillos y construir, aprovecharon los vastos bosques que crecen en toda América del Norte. Al día de hoy, Estados Unidos conserva áreas densamente boscosas y la tradición de construir con madera no solo ha sobrevivido sino también ha evolucionado de modo que construir una casa de madera básica es factible para casi cualquier persona.

Estados Unidos es un país de velocidad, conveniencia y soluciones listas para usar y sus preferencias en vivienda reflejan estas características. Estados Unidos no tiene la tradición de construir casas que puedan heredarse de generación en generación, las estadísticas indican que la gran mayoría de los estadounidenses se muda cada año y con los años las personas pueden cambiar de hogar hasta cinco veces. Construir casas de madera, de manera rápida y económica, les permite reubicarse fácilmente sin dejar demasiado atrás.

Construir con madera es tan fácil que incluso hay *kits* que permiten a las personas construir sus propias casas de madera. Los paquetes incluyen todo lo necesario para construir una casa dentro de unos meses y a un costo muy bajo, pero incluso construir a ese nivel requiere habilidad, por lo que la mayoría de las personas optan por contratar constructores profesionales y para el uso de este material se cuenta con personal calificado y certificado.

La construcción de viviendas en los diferentes estados no ha cambiado mucho desde la década de 1950. Con el 93% de las casas nuevas construidas en 2018 con materiales de madera, los estadounidenses se enorgullecen de su madera y siguen construyendo sus barrios residenciales con ella.

A medida que los productos de ingeniería para construcción en madera evolucionan permiten a su vez escalar la construcción en altura, no solo de viviendas residenciales de 1 o 2 pisos, sino también alcanzar nuevos niveles y construir grandes rascacielos de madera.

Código Internacional de Construcción-IBC: Al igual que Canadá, Estados Unidos cuenta con una normativa que regula la construcción y que ha desarrollado capítulos especiales dedicados a la construcción en madera. El Código Internacional de Construcción-IBC (International Code Council, 2015) es un modelo de código de construcción desarrollado por el International Code Council (ICC) y ha sido adoptado para su uso como estándar por la mayoría de estados americanos. En su capítulo 23 el IBC contempla el diseño, la construcción y la calidad para el uso de madera en construcciones Tipos III, IV y V:

- El Tipo III se usa principalmente para edificios residenciales multifamiliares y el código requiere que las paredes exteriores de madera tengan una clasificación de resistencia

al fuego de 2 horas (o menos si se combinan con revestimientos de paredes no combustibles). El Tipo IIIA debe incluir pisos y techos con clasificación de resistencia al fuego de 1 hora, mientras que el Tipo IIIB puede tener pisos y techos sin clasificación.

- El Tipo IV, también conocido como "construcción de madera pesada o Mass Timber", se está volviendo cada vez más popular en parte debido a sus características inherentes de resistencia al fuego. El IBC 2015 fue la primera edición en reconocer un nuevo producto de madera llamado madera laminada cruzada (CLT), que consta de tres, cinco o siete capas de madera de dimensiones sólidas que se apilan en forma cruzada y se pegan. La inclusión de CLT ha ayudado a los constructores a ser más conscientes de los beneficios del producto, incluido su rendimiento en una variedad de edificios. Los beneficios económicos, ambientales, estructurales y de resistencia al fuego son una combinación ganadora para la construcción Tipo IV.

- El Tipo V permite madera u otros materiales aprobados para elementos estructurales.

En su edición 2021 el IBC publicará las disposiciones recientemente aprobadas que permiten la construcción de edificios altos de madera de hasta 18 pisos, en las construcciones Tipo IV. Además de los requisitos normativos diseñados para garantizar la seguridad y el desempeño estructural, un número creciente de códigos, estándares y sistemas de clasificación buscan minimizar los impactos negativos de un edificio, e incluso promover contribuciones positivas, al medio ambiente.

El ejemplo más reciente es el Código Internacional de Construcción Verde (IgCC) (International Code Council, 2018), publicado en junio de 2015 y adoptado por 14 estados y el Distrito de Columbia.

El IgCC cubre áreas temáticas que generalmente se encuentran en cualquier esfuerzo de construcción ecológica, incluido el sitio, los materiales, la energía, el agua y el ambiente interior. Es un código voluntario que las jurisdicciones han adoptado para proporcionar orientación sobre edificios públicos o financiados con fondos públicos. Incluye disposiciones obligatorias dentro de todas las áreas temáticas, así como disposiciones optativas recomendadas. Es potencialmente aplicable a casi todos los proyectos de edificios comerciales, incluidas las adiciones y reparaciones. En términos de uso de material, el requisito obligatorio clave de la IgCC es que al menos el 55% de los materiales (en base a la masa, el volumen o el costo) que se usen, se reciclen, se basen en productos biológicos y / o sean indígenas en cualquier combinación.

Respecto a los incentivos económicos que fomentan la construcción o los ejercicios de innovación en construcción con madera, el *USDA Forest Service* del Gobierno de Estados Unidos implementa programas de apoyo económico a la I+D+i. Dentro de estos programas destacan:

Wood Innovations Grants: Este financiamiento apoya proyectos de utilización tradicional de madera, expande los mercados de energía de la madera y promueve el uso de la madera como material de construcción en edificios comerciales (USDA Forest Service, 2016). Durante mayo de 2019 este programa otorgó USD$ 9 millones para un total de 41 proyectos seleccionados, de estos, 29 se centran en expandir los mercados de productos de madera y 12 buscan aumentar los mercados de energía de la

madera. Algunos proyectos involucran el diseño de nuevos edificios de madera, como un palacio de justicia y escuelas, mientras otros exploran el uso de madera (*Mass Timber*) en zonas de huracanes de alta velocidad.

Los proyectos se llevarán a cabo en 20 estados; Alaska, Arizona, California, Florida, Georgia, Idaho, Massachusetts, Maine, Minnesota, Montana, Carolina del Norte, Carolina del Sur, Nebraska, Nevada, Oregón, Puerto Rico, Virginia, Vermont, Washington y Wisconsin.

Mass Timber University Grant Program: El objetivo de este programa es mostrar la viabilidad arquitectónica y comercial de la madera en la construcción de edificios con el fin de mantener la salud y la resistencia de los bosques de la nación, apoyar las oportunidades de empleo en las comunidades rurales y promover la sostenibilidad en el entorno construido. El uso de la madera obtenida a través de prácticas forestales sostenibles en aplicaciones de construcción ecológica promueve un medio ambiente saludable y una economía fuerte. La industria maderera es una importante creadora de empleo y apoya a cientos de comunidades locales, muchas de ellas rurales (USDA Forest Service, 2019).

La intención de este programa de subvenciones es inspirar interés y apoyo para los productos de madera entre las comunidades de arquitectos, desarrolladores y constructores, así como el público en general, mostrándolos en instituciones de educación superior. Los fondos disponibles respaldarán los costos asociados con el uso pionero del uso de productos y sistemas de madera en edificios y abrirán la puerta para una adopción más generalizada de estos innovadores materiales de construcción. Los fondos apoyarán actividades incrementales que son obstáculos institucionales para nuevos proyectos de construcción y modernizar proyectos de construcción utilizando madera en masa.

Los objetivos de este programa son:

- Apoyar a las instituciones de educación superior en los Estados Unidos para romper las barreras relacionadas con el diseño y la construcción de un proyecto que demuestre que la madera es un material rentable y que cumpla con los códigos normativos de construcción.

- Mostrar la viabilidad, aplicación, repetibilidad y sostenibilidad de la construcción con madera en todo el país.

- Visualizar oportunidades de desarrollo económico en las comunidades rurales.

Este programa otorgó en agosto de 2019 USD$ 1 millón a 10 instituciones educacionales de siete estados; Arkansas, Idaho, Maine, Michigan, Oregón, Texas y Washington.

Los fondos apoyarán actividades incrementales que son obstáculos institucionales para nuevos proyectos de construcción e incluyen trabajos de diseño e ingeniería, estudios de costos y revisión de códigos de construcción para una variedad de tipos de edificios. Estos edificios incluyen un estadio de baloncesto, un complejo de artes y educación con una sala de recitales y teatro, viviendas residenciales universitarias, un museo y edificios de aulas.

Cuadro N° 3
ACTORES Y AGENTES RELEVANTES EN LA LABOR DE FOMENTO Y DIFUSIÓN EN ESTADOS UNIDOS

AMERICAN WOOD COUNCIL	**American Wood Council** Sirve industria moderna de productos de madera con una misión mucho más amplia para abordar un conjunto de desafíos. Mantiene información de códigos y estándares, regulaciones ambientales, sustentabilidad, educación y políticas públicas. (https://www.awc.org/)
STRUCTURLAM MASS TIMBER CORPORATION Intelligence In Wood	**Structurlam** Elaboración de productos de madera (Mass Timber) de calidad, diseño, fabricación y entrega de soluciones a proyectos más complejos. Ha participado en la construcción de UBC Brock Commons de Vancouver y Carbon12 de Portland. (https://www.structurlam.com/)

OCEANÍA

Australia tiene una tradición forestal que se remonta a los inicios de su nación, tiene un total de 134 millones de hectáreas de bosque, lo que equivale al 17% de su superficie terrestre. De esta superficie, información a 2016 indica 132 millones de hectáreas (98%) corresponden a bosques nativos, 1,95 millones de hectáreas a plantaciones comerciales y 0,47 millones de hectáreas a otros bosques. Australia tiene alrededor del 3% de la superficie forestal del mundo, y a nivel mundial es el país con la séptima mayor área forestal (ABARES, 2018a).

Con esta disponibilidad de recursos no extraña que también esta nación tenga antecedentes de construcciones en madera. En la actualidad el Gobierno australiano está trabajando una política que le permita capitalizar las demandas internas y globales de madera y fibras de madera, atendiendo a los requerimientos a nivel mundial, que van desde insumos para las construcciones de gran altura en madera hasta el reemplazo de plásticos con materiales nuevos y emergentes basados en fibra de madera.

Growing a Better Australia – A Billion Trees for Jobs and Growth: Bajo el objetivo indicado, el Gobierno australiano ha desarrollado este plan (ABARES, 2018b) cuyo compromiso presupuestario 2018 es de $ 20 millones de dólares australianos durante cuatro años, lo que demuestra el apoyo del Gobierno a las industrias forestales para

enfrentar los desafíos del futuro y potenciar el crecimiento en las industrias de madera renovable y fibra de madera. La visión y las medidas contenidas en este plan proporcionarán a la industria la certeza que necesita para invertir en su propio futuro.

Las metas al año 2030 del plan apuntan a diversos objetivos, abarcando toda la cadena de valor del sector forestal, desde las plantaciones hasta el desarrollo de innovaciones en la industria, estos objetivos son:

- Un billón de nuevos árboles en plantaciones forestales. Equivalente a 400.000 ha para satisfacer las nuevas necesidades y demandas de madera y de fibras.

- Nuevos empleos y crecimiento. Las nuevas plantaciones Growing a Better Australia – A Billion Trees for Jobs and Growth representan una inversión en el crecimiento y generación nuevos empleos. Los trabajos serán en toda la cadena de valor, desde el establecimiento y la gestión de plantaciones hasta la fabricación de productos de madera y fibra, hasta la investigación y el desarrollo.

- Financiamientos a la industria forestal australiana. El compromiso presupuestario está enfocado en fortalecer el sector forestal, apoyando el crecimiento de la industria y a las comunidades regionales.

- Creación de centros forestales regionales. Trabajar con la industria, los gobiernos estatales y locales, otras partes interesadas clave y la comunidad para realizar evaluaciones de los recursos forestales de producción, la capacidad de procesamiento y las necesidades de infraestructura, y revisar limitaciones en los principales centros forestales regionales actuales.

- Reducir las barreras a la expansión forestal. El gobierno tomará medidas para eliminar los impedimentos y permitir la expansión sostenible de las plantaciones, tales como la revisión de los requisitos de agua en las metodologías de plantación y plantaciones agrícolas del Fondo de Reducción de Emisiones (FER), para permitir que la silvicultura participe plenamente en el FER, y revisar otras leyes, políticas y procesos que pueden restringir involuntariamente la expansión de las plantaciones.

- Financiamiento a programas de I+D en la industria forestal. Desarrollar al menos dos centros de investigación adicionales del Instituto Nacional para la Innovación de Productos Forestales (NIFPI), en asociación con los estados y la industria, trabajar con *Forest and Wood Products Australia* para apoyar las actividades de investigación, desarrollo y extensión en curso asociadas con las industrias forestales, apoyar la educación forestal en los niveles secundario y terciario, y alentar a las instituciones educativas a promover una mayor adopción de los cursos relacionados con la silvicultura.

- Comprensión comunitaria de la silvicultura. Garantizar la transparencia en el manejo de los bosques puede demostrar cómo se protege el medio ambiente y mostrar la tecnología y las innovaciones que los operadores forestales están adoptando.

Respecto de la industria de la construcción y sus tendencias actuales, como son la construcción sustentable y las edificaciones verdes, Australia también ha experimentado cambios en este mercado.

Esto se ha evidenciado en el aumento en el desarrollo y uso de madera proveniente de fuentes renovables, y en el uso de materiales eficientes, que sobresalen respecto a los materiales convencionales usados en construcción.

La madera proveniente de fuentes renovables se ha convertido, en Australia y en el mundo, en un material popular para la construcción sustentable, enfocándose principalmente en madera reciclada o que provenga de plantaciones certificadas por el *Forestry Stewardship Council* (FSC) (PEFC, 2019).

Lo anterior ha permitido un rango importante de innovaciones en la construcción sustentable. En Australia, un ejemplo interesante es el Timbercrete (**Timbercrete, 2019;** *Green Cross*, 2019), un material diseñado exclusivamente en el país y que corresponde a una combinación de residuos de madera (aserrín) de diversas fuentes y hormigón. Esto da como resultado un material que es más liviano que el concreto, pero de mayor resistencia y con mejores capacidades de aislación. Dentro de los nuevos materiales usados en el mundo para las construcciones de mayor altura, CLT, LVL, Glulam, y otros, Australia también ha incorporado estos elementos, principalmente CLT para la construcción edificios de madera de altura.

La empresa australiana LendLease, tiene hasta ahora 3 edificios fabricados con madera, abarcando edificios residenciales, una biblioteca pública y el proyecto más reciente, un edifico de oficinas en el centro de Sydney, el cual fue terminado en abril 2017 (*The Sydney Morning Herald*, 2017).

Cuadro N° 4
ACTORES Y AGENTES RELEVANTES EN LA LABOR DE FOMENTO Y DIFUSIÓN EN AUSTRALIA

green building council australia	**Green Building Council of Australia (GBCA)** Organismo comprometido con la certificación y el desarrollo de edificios, ciudades y comunidades que sean saludables, habitables, productivas, resilientes y sostenibles. (https://new.gbca.org.au/)
ewpaa	**Engineered Wood Product Association of Australasia (EWPA)** Asociación que apoya fabricantes de madera elaborada en Australia, Nueva Zelanda, Fiji y Papua Nueva Guinea, Así como miembros que proveen productos y servicios de la industria. (https://ewp.asn.au/)

	Australian Timber Importers Federation (ATIF) Asociación que representa los intereses comerciales de importadores y empresas de ventas mayoristas de madera y productos de madera en Australia. (http://atif.asn.au/)
	Crosslam Australia (CROSSLAM) Único proveedor de CLT en Australia hecho 100% con madera de origen australiano. (http://www.crosslamaustralia.com.au/)

LATINOAMÉRICA

Los países latinoamericanos presentan una incipiente cultura de construcción en madera, concentrada principalmente en la construcción de viviendas residenciales de uno o dos pisos.

Generalmente el primer piso está construido con materiales tradicionales, como hormigón, hierro, ladrillo u otros y el segundo piso está construido con madera.

Sin embargo, algunos países que disponen de un recurso forestal importante están abriendo camino a construcciones con madera de mayor altura.

Uruguay

Uruguay es un país de tradición ganadera, cuyo territorio posee una escasa cubierta forestal, de tan solo 1,5 millones de hectáreas de superficie que representa un 8,6% de la superficie nacional.

Los ecosistemas forestales nativos, unas 810.000 ha, ocupan el 4,6% del territorio nacional. Estos ecosistemas forestales nativos se encuentran bajo un régimen legal efectivo de conservación por tratarse predominantemente de superficies de propiedad privada.

Estos recursos tienen valor comercial relativo, suministrando madera para uso energético (leña) y para construcciones a nivel rural (postes y piques). Principalmente, cumplen una función protectora de los recursos naturales (el suelo, el agua, la flora, la fauna y la biodiversidad).

Los bosques cultivados, por su parte, están compuestos por plantaciones de eucaliptos y pinos, principalmente, y se plantaron originalmente para refugio de animales y sombra.

Sin embargo, hace menos de 20 años Uruguay inició un proceso de promoción del desarrollo forestal que llevó el área de bosques plantados a niveles similares a la del bosque nativo (FAO, 2006).

Ley 15.939 (1987), Ley Forestal: La promoción del desarrollo forestal se consolida con esta normativa, que tuvo en su génesis como objetivo central lograr un manejo forestal sustentable, otorgando un marco regulatorio relevante para el sector.

La aprobación de dicha Ley significó un punto de inflexión para la actividad forestal, resultando en un notorio incremento de las inversiones del sector privado y un reposicionamiento de la industria de la madera, la cual se encontraba relegada en el contexto de un país agropecuario, pero enfocado tradicionalmente en la producción cárnica.

En la actualidad, los bosques de pino y eucaliptos se estiman en aproximadamente un millón de hectáreas y el 80% de estas plantaciones cuenta con certificación forestal SPF.

Desde el año 2008, el sector forestal-madera ha sido considerado por el Ministerio de Industrias, Energía y Minería de la República Oriental del Uruguay (MIEM) un sector productivo prioritario en el marco de su estrategia industrial.

Entre los años 2008 y 2009 el Gabinete Productivo trabajó en la caracterización de dicho sector y en la identificación de políticas que no limiten su crecimiento.

Este trabajo fue realizado en el marco del “Foro de Competitividad de Madera y Muebles MERCOSUR” y del proyecto de desarrollo de proveedores de la cadena, integrado por empresarios y trabajadores.

Programa PACPYMES (MIEM-UE), Programa PROMADERA5: Se desarrollaron actividades de promoción y apoyo a las empresas, formación de redes y asistencia técnica internacional.

Consejo Sectorial Forestal-Madera (CSFM): Siguiendo la línea de trabajo, en el segundo semestre de 2010 fue lanzado este Consejo, como herramienta de articulación y generación de insumos para la política sectorial.

Su objetivo fue priorizar y ejecutar las medidas identificadas por el Gabinete Productivo. El CSFM, integrado por empresarios, trabajadores y técnicos del sector público y privado, y prioriza la implementación de dichas medidas e identifica nuevas soluciones que surjan de su trabajo permanente de cara al crecimiento dinámico de la cadena productiva.

Los ejes estratégicos, objetivos y metas del sector forestal maderero fueron consensuados entre los empresarios, los trabajadores pertenecientes a los sindicatos y los integrantes del gobierno en el marco del CSFM durante el año 2011.

Cuadro N° 5
PLAN DE ACCIÓN INTEGRAL DE CONSENSUADO POR EL CSFM

Objetivos	Metas	Herramientas	Período	Presupuesto (Uy $)
Eje de Acción: 1. Desarrollo Productivo Sustentable				
1.Fomentar inversiones que promuevan la producción de derivados de madera y profundicen la diversificación productiva	1. Diversificación de exportaciones	1. Programa de promoción de exportaciones de productos de madera y captación de inversiones	2012-2013	Incluido en el presupuesto Nacional
		2. Promoción de la cooperación y asociatividad entre las empresas	2011-2020	4.000.000
	2. Se incorporan 100.000 m^3 de madera para la fabricación de viviendas con madera y de muebles	3. Programa de normalización de madera estructural	2011-2014	2.000.000
		4. Plan de inversiones empresariales en maquinaria y equipos	2011-2014	10.000.000
		5. Programa para fortalecer el uso de las compras públicas para el desarrollo del sector	2013-2014	Incluido en el presupuesto Nacional
		6. Programa de asistencia técnica y capacitación a las pymes	2011-2014	En función de proyectos presentados
2. Mejorar el clima de negocios manteniendo el marco de desarrollo sustentable	3. Mejora del sistema de las área protegidas forestales	7. Decreto de exoneración fiscal para plantaciones existentes en áreas protegidas declaradas por el MVOTMA	2011-2013	Incluido en el presupuesto Nacional
		8. Sistema de Información de áreas protegidas del SNAP	2011-2013	Incluido en el presupuesto Nacional
	4. Se reducen los tiempos de resolución de la Administración Pública y se mejora la aplicación de la ley de Ordenamiento Territorial	9. Grupos de trabajo interinstitucionales para reducir plazos de resolución en Administración Publica	2011-2014	Incluido en el presupuesto Nacional
	5. Certificación con normas FSC, ISO, PEFC para el 50% de la industria	10. Programas de certificación de industrias	2011-2014	En función de proyectos presentados
	6. Se posiciona al sector como proveedor de servicios ambientales en el mercado del carbono	11. Asistencia técnica para estimar huella de carbono de productos de madera	2013-2020	600.000
3. Desarrollar Proveedores de servicios de calidad (transporte y logística, comunicaciones, energía, entre otros).	7. Aumenta volumen de transporte por vías no convencionales y mejora la logística	12. programa de mejoramiento del sistema de transporte y logística	2013-2020	Incluido en el presupuesto Nacional
	8. Plan de incorporación de TIC en pymes	13. Programa de incorporación de TIC en pymes	2011-2013	200.000
Eje de Acción: 2. Desarrollo Humano				
4. Aumentar personal ocupado en empleos calificados	9. Se incrementa el personal ocupado, estimulando la calidad del empleo y fomentando el acceso equitativo de las mujeres a tareas mejor remuneradas.	14. Programas de capacitación en diversas áreas	2011-2020	En función de proyectos presentados

(Fuente: Elaboración propia basada en MIEM, 2012)

Respecto de la industria de la construcción, en Uruguay se ha trabajado con materiales tradicionales en lo que a construcciones de altura se refiere y su construcción residencial ha

empleado maderas de producción nacional, pero carentes de certificaciones y especificaciones técnicas, más aún, Uruguay no posee códigos ni normativas de construcción y se ha remitido a la adopción de códigos extranjeros.

Estos antecedentes han abierto una oportunidad de desarrollo para el sector forestal-maderero y una demanda al conocimiento de nuevas tecnologías y productos de madera para el sector de la construcción.

En este contexto, Uruguay produce y comercializa madera laminada encolada de *Eucalyptuys grandis*, sin embargo esta no se puede definir como un producto estructural pues no sigue los requerimientos de fabricación ni de control de calidad mínimos exigidos por las normas internacionales al respecto.

En cuanto a los productos estructurales usados en otros países, como el CLT, Uruguay está desarrollando las primeras experiencias de fabricación y ensayos de sus propiedades mecánicas.

En lo que respecta al desarrollo de sistemas estructurales de construcción con madera de procedencia local, se ha avanzado en la construcción con entramado ligero en viviendas de interés social, actividades promovidas por el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente.

En la actualidad, Uruguay exhibe algunas construcciones con CLT que han llamado la atención de sus vecinos. La cadena internacional de hoteles VIK construyó en José Ignacio un edificio de CLT de 3 niveles. Este edificio se completó a principios de diciembre de 2018 y es el primer edificio de este tipo en América del Sur.

Chile

Los bosques de Chile cubren una superficie de 16,9 millones de hectáreas, lo que representa el 22,3% de la superficie del territorio nacional. 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 (INFOR, 2019).

El desarrollo de la industria forestal chilena se ha focalizado en satisfacer una demanda creciente por *commodities* forestales en los mercados internacionales, principalmente celulosa y madera aserrada, sobre la base de las plantaciones de carácter industrial de rápido crecimiento de especies exóticas, como pinos y eucaliptos. Este desarrollo ha permitido que la gran industria cumpla un rol protagónico con una participación marginal de las pymes madereras y forestales.

Consejo de Política Forestal (CPF): Recientemente en el Ministerio de Agricultura se ha diseñado una ruta común para el desarrollo del sector forestal mediante la creación de este Consejo en el año 2015, cuyos principales objetivos son aprovechar íntegramente el potencial nacional forestal relacionado con los recursos naturales y la industria instalada, y el conocimiento técnico-científico. Mediante este Consejo se define una política pública para desarrollar el sector hacia el año 2035 (CONAF, 2016). Esta política establece una planificación sectorial de largo plazo, con metas concretas a corto y mediano plazo, abarcando los siguientes ejes estratégicos:

1. Institucionalidad Forestal: Establecer una institucionalidad pública forestal acorde a la importancia estratégica del sector, organizada e integral, dotada de recursos financieros y capacidad profesional y operativa para la conducción e implementación de la política forestal y su orientación hacia un desarrollo forestal sustentable.

2. Productividad y Crecimiento Económico: Impulsar la silvicultura, la industrialización y el aprovechamiento integral de los recursos forestales, para que contribuyan al incremento de la productividad y la producción de bienes y servicios, como aporte significativo al desarrollo económico y social del país.

3. Equidad e Inclusión Social: Generar las condiciones y los instrumentos necesarios para que el desarrollo forestal disminuya las brechas sociales y tecnológicas, mejore las condiciones y calidad de vida de los trabajadores forestales y sus familias, y respete la tradición y cultura de las comunidades campesinas e indígenas que habitan o están insertas en los ecosistemas forestales.

4. Protección y Restauración del Patrimonio Forestal: Conservar e incrementar el patrimonio forestal del Estado, desarrollar los bienes y servicios ambientales, y restaurar y proteger la biodiversidad que brindan los recursos y ecosistemas forestales.

El eje estratégico 2, presenta dos objetivos con impacto directo en el fomento de la construcción con madera:

Objetivos 2.5: Convertir a la madera en uno de los principales componentes de los materiales de construcción en el país, incrementando sustancialmente su utilización en vivienda, industria e infraestructura pública, basado en un producto estandarizado y certificado por parte de la industria maderera.

Cuadro N° 6
METAS DEL OBJETIVO 2.5 A CORTO Y MEDIANO PLAZO

Situación actual (2015)	La proporción de uso de madera en la edificación en Chile es de un 18%, lo que contrasta con la situación de los países forestalmente más desarrollados, donde esa proporción sobrepasa el 80% en promedio.
Meta al año veinte (2035)	Duplicar la proporción de madera en la construcción de viviendas, industria e infraestructura pública.
Meta al año cuatro (2020)	El 20% de los materiales de las viviendas, industria e infraestructura pública utiliza madera en forma intensiva.
Meta al año diez (2025)	El 30% de los materiales de las viviendas, industria e infraestructura pública utiliza madera en forma intensiva.

Objetivo 2.6: Resolver las brechas tecnológicas existentes en el sector forestal, y coordinar a las entidades públicas y privadas pertinentes, distribuyendo roles y responsabilidades para un uso óptimo de los recursos destinados a disminuir dichas brechas.

Cuadro N° 7
METAS DEL OBJETIVO 2.6 A CORTO Y MEDIANO PLAZO

Situación actual (2015)	Existe una alta heterogeneidad tecnológica en el sector, lo que se traduce en importantes brechas entre los diversos agentes y segmentos del sector. El sector forestal no cuenta con instancias formales de coordinación entre las entidades públicas pertinentes para la superación de las brechas tecnológicas, lo que dificulta la gestión de los agentes públicos y privados para alcanzar el mejor uso de los recursos destinados a investigar y transferir los avances tecnológicos, especialmente los orientados a la agregación de valor y mejoramiento de la productividad de la pequeña y mediana empresa maderera.
Meta al año veinte (2035)	No se aprecian brechas tecnológicas significativas entre los subsectores productivos de los pequeños y medianos productores y la gran empresa forestal e industrial gracias a la existencia de instancias de colaboración y coordinación entre los organismos públicos de investigación y transferencia tecnológica y los productores privados.
Meta al año cuatro (2020)	El Ministerio de Agricultura, a través de la institucionalidad pública forestal, con la asesoría del Consejo de Política Forestal, ha identificado las brechas tecnológicas, especialmente aquellas verificadas entre el subsector industrial más desarrollado y la pyme maderera, que deben resolverse en el marco de la estrategia de desarrollo sectorial definida, y asume la tarea de coordinar a las entidades tecnológicas públicas y privadas para facilitar una gestión racional de las capacidades y recursos disponibles.
Meta al año diez (2025)	La política de investigación y desarrollo tecnológico del sector forestal se encuentra operando en régimen, con la institucionalidad pertinente del Ministerio de Agricultura y con participación formal y activa de los demás organismos que actúan en este ámbito, tales como universidades, centros de investigación del sector productivo y organismos no gubernamentales relacionados con el sector forestal.

Esta Política Forestal pretende conducir los procesos y el accionar de los actores públicos y privados del sector durante las próximas décadas y será la base para articulación de planes y programas de trabajo de carácter operativo que faciliten la medición de avances de las metas propuestas

Programa Estratégico Mesoregional (CORFO, 2016): Se suma a lo anterior esta iniciativa para el diseño e implementación de un plan dirigido a promover una industria de la madera de alto valor, cuya principal finalidad es desarrollar una industria secundaria de la madera competitiva e inserta en mercados nacionales e internacionales, generando productos de madera destinados a abastecer principalmente al mercado de la construcción. Para esto, las metas planteadas al año 2025 son:

- Meta 1: Aumentar en un 30% las exportaciones de las MPM[2] al 2025, lo que se traduce en el desafío de aumentar las exportaciones de estas en US$ 100 millones por año al 2025.

- Meta 2: Aumentar en 30% la superficie construida en base a sistemas intensivos en madera respecto de la superficie total construida a nivel nacional, lo que significa aproximadamente 5.000 viviendas adicionales a la situación base, implicando un aumento de abastecimiento maderero en torno a 150 mil m^3 anuales

El proceso de desarrollo de la hoja de ruta se realizó bajo un modelo colaborativo de amplia participación de representantes de la industria y creación de capital social acorde a los eslabones de la cadena de valor de la industria.

De acuerdo a la visión y metas definidas para el programa, se han establecido tres ejes estratégicos o traccionantes. Luego, a partir de las brechas identificadas se sintetizan los ejes transversales de acción /Figura N° 3).

La hoja de ruta del programa, en coherencia con sus 7 ejes estratégicos y sus 3 ejes transversales de acción, se compone de un portafolio de 13 proyectos, priorizados por el Consejo Directivo del programa de acuerdo a los siguientes criterios: prioridad muy alta, prioridad alta y prioridad media (Cuadro N° 8).

La implementación del portafolio de proyectos que conforman la Hoja de Ruta del Programa de la Industria de la Madera de Alto Valor, con una inversión total estimada de US$ 972,55 millones (43% privado, 16% CORFO + FIE, 40% otros organismos públicos), es capaz de generar el siguiente impacto estimado para el período 2016-2025:

- Valor adicional para la MPM: USD $ 2.911 millones

- 4,6 millones de metros cúbicos de madera aserrada/ secada.

- 2.217 puestos de trabajo con sueldos entre $650.000 y $750.000 pesos brutos mensuales.

[2] MPM: Sub-sector Maderero Pyme (definido para estos efectos como empresas con ventas bajo 26 millones de USD a nivel de grupo al cual pertenecen) y de la Mesoregión del Maule, Bio Bio, La Araucanía y Los Ríos.

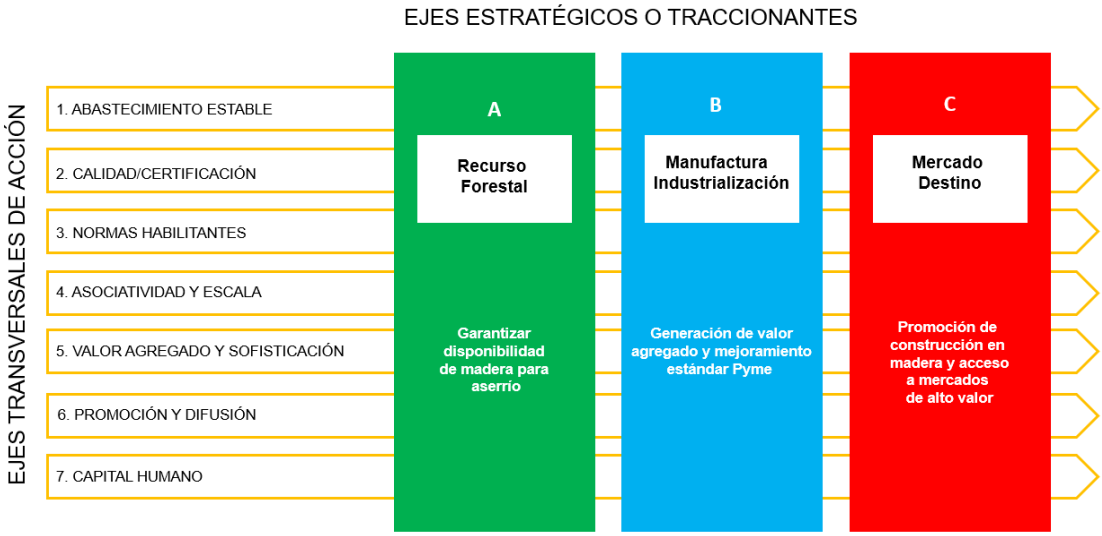


Figura N 3
EJES ESTRATÉGICOS Y TRANSVERSALES DEL PROGRAMA ESTRATÉGICO PEM-CORFO

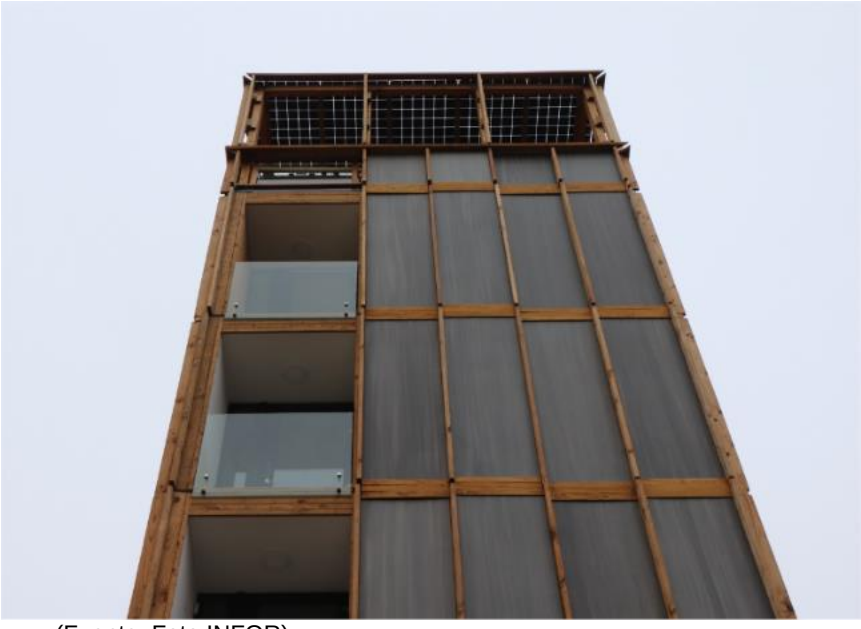
Cuadro N° 8
PRIORIZACIÓN DEL PORTAFOLIO DE PROYECTOS DEL PROGRAMA PEM-CORFO

Prioridad	Proyecto
Prioridad Muy Alta	1. Fondos de Inversión / securitización forestal 2.0
	2. Red de centros de secado y procesamiento
	4. Certificación Calidad de la Madera
	5. Desarrollo de normativa construcción en madera
Prioridad Alta	7. Fondo garantías hipotecarias vivienda intensiva en madera
	8. Fondo promoción marca país y Construcción en Madera
	9. Apalancamiento compras públicas icónicas
Prioridad Media	11. Fondo garantías actualización tecnológica MPM
	6. Consorcio comercial MPM
	3. Torneos de innovación y valor agregado en madera
	12. Fondo de capital de riesgo para valor agregado maderero
	10. Programa Formación y Certificación de Capital Humano
	13. Centro de innovación y tecnología de la madera (CITEMAD)

Chile también está realizando experiencias en el ámbito de I+D respecto de la construcción en madera. Parte de este trabajo lo realiza el Centro UC de Innovación en Madera (CIM-UC). Este centro se autodefine como un motor de innovación interdisciplinario en alianza entre la Pontificia Universidad Católica de Chile y la Corporación Chilena de la Madera

(CORMA) con el objetivo de investigar, transmitir y promover la construcción en madera de altura y atender los principales desafíos tecnológicos que el rubro ofrece en áreas como nanotecnología en madera, soluciones constructivas, entre otros.

El CIM-UC desarrolló el proyecto Torre Experimental Peñuelas (CIM UC, 2018). Esta torre es una de las más altas en madera en Chile y Latinoamérica, con cerca de 20 m de altura y seis pisos, desarrollada por el CIM-UC Corma, junto al Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) y en colaboración con la Corporación Nacional Forestal y la Municipalidad de Valparaíso. El objetivo de esta obra es probar el desarrollo de un sistema innovador de "muros envolventes" para edificios de vivienda en mediana altura de madera, con atributos de eficiencia energética y sustentabilidad certificados, para responder al desafío país de reducir el consumo energético, y disminuir la emisión de gases efecto invernadero durante la construcción y vida útil de los edificios. Este edificio de madera se encuentra en la Reserva Nacional Peñuelas, en plena ruta 68, a 22 kilómetros de Valparaíso y a menos de una hora de Santiago.



(Fuente. Foto INFOR)

Figura N° 4
TORRE EXPERIMENTAL PEÑUELAS

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU): El MINVU también se ha sumado al desafío de aumentar el uso de la madera en la construcción, esto a través de una coordinación intersectorial y una alianza público-privada que ha permitido establecer una agenda de desarrollo con cinco ejes estratégicos: (MINVU, 2019)

1. Normativa: Fortalecer y actualizar marco normativo técnico. Estudio de normas para nuevos sistemas constructivos como el CLT, normas para cálculo de resistencia al fuego e intervención de 25 normas que aportan a la disminución de brechas.

2. Control de calidad: Mejorar control de calidad de productos que se comercializan. Implementación del Rotulado de Madera para su uso en construcción.

3. Diversificar soluciones: Ampliar y diversificar soluciones constructivas. Desarrollo de nuevas soluciones constructivas acreditadas en listados oficiales MINVU y diversificar alternativas de diseño mediante manuales prescriptivos.

4. Capacitar y difundir: Capacitación a trabajadores y difusión a usuarios.

5. Proyectos detonantes: Impulsar proyectos pilotos detonantes y demostrativos para generar aprendizajes y enriquecer nuevas iniciativas.

Bajo el eje estratégico numero 5 existen ya un par de experiencias:

Barrios Ecosustentables: Diseño y construcción, en conjunto con CIM-UC, de barrios integrales que abordan los atributos de la vivienda y del entorno. Estos proyectos contemplan mejoras en la habitabilidad de las viviendas, sistemas constructivos innovadores, prefabricados, equipos de eficiencia energética (ERNC), reciclaje de aguas para riego y huertos urbanos. Un proyecto, enmarcado en el proceso de reconstrucción de Atacama, entregó en el segundo semestre de 2017 dos iniciativas; una en Chañaral y otra en El Salado (**PUCH, 2019)**. Paralelamente, se está trabajando en el diseño de este tipo de barrios en las regiones de Coquimbo, O'Higgins y Los Lagos.

Piloto Madera en Mediana Altura: Proyecto icónico de Rancagua, consiste en un conjunto habitacional ubicado en la Región de O'Higgins. El conjunto está conformado por dos edificios de 6 pisos con un total de 8.798 m^2 construidos, que se traducen en 110 viviendas repartidas en distintas tipologías (CIM UC, 2019).

CONCLUSIONES

Al revisar cada una de las experiencias en cuanto a fomento, legislaciones e incentivos queda en evidencia que el desarrollo de nuevos productos se da en países con historia y tradición de construcción con madera, como lo son Estados Unidos, Canadá y los países europeos.

Estos países ya han superado las brechas normativas y productivas y concentran mayores iniciativas y centros de I+D+i que fomentan y trabajan asociadamente para fortalecer toda la cadena de valor de la industria, iniciativas donde es posible visualizar el trabajo de los gobiernos, la industria y las comunidades.

Los casos revisados en Latinoamérica muestran una tendencia a unirse a dinámicas de construcción sustentable y a usar su recurso forestal para esto. A pesar de que aún se evidencian brechas normativas y/o productivas, sus gobiernos a través de políticas públicas y

programas sectoriales apuntan a apoyar también a toda la cadena de valor del sector e iniciar proyectos que habiliten la construcción en altura con madera.

Las nuevas políticas verdes y los acuerdos que los países han suscrito en materia de cambio climático también representan un impulso en los países latinoamericanos para un fomento temprano de la madera como material de construcción.

REFERENCIAS

ABARES, 2018a. Australia's forests. Australian Government Department of Agriculture, Water and the Environment., Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics and Sciences In: https://www.agriculture.gov.au/abares/forestsaustralia/australias-forests (Consulta 12 de agosto de 2019).

ABARES, 2018b. Australian Government Department of Agriculture, Water and the Environment. Growing a Better Australia - A Billion Trees for Jobs and Growth, an Australian Government Plan. In: https://www.agriculture.gov.au/forestry/publications/growing-better-australia (Consulta 12 de agosto de 2019).

CFI, 2019. Advanced Wood Education Roadmap Program. Canadian Forest Industries. In: https://www.woodbusiness.ca/feds-invest-2-5m-in-cwcs-advanced-wood-education-roadmap-program/ Consulta 25 de junio de 2019).

CIM UC, 2018. Primer edificio en madera de Chile se inauguró en Peñuelas. Centro UC Innovación en Madera. En: https://centrodeinnovacion.uc.cl/primer-edificio-en-madera-de-chile-se-inauguro-en-penuelas/ (Consulta 14 de mayo de 2019).

CIM UC, 2019. Llamado de MINVU y SERVIU O'higgins a Licitar la Construcción del Primer Edificio Icónico en Madera de Alto Estándar para Rancagua. Centro UC Innovación en Madera. En: https://madera.uc.cl/es/comunicacion/noticias-y-opinion/187-llamado-de-minvu-y-serviu-o-higgins-a-licitar-la-construccion-del-primer-edificio-iconico-en-madera-de-alto-estandar-para-rancagua. (Consulta 14 de mayo de 2019).

Comisión Europea, 2009. Mainstreaming sustainable development into EU policies. Review of the European Union Strategy for Sustainable Development. Communication. Brussels: European Commission.

Comisión Europea, 2011. A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050. Communication. Brussels: European Commission.

Comisión Europea, 2015. Acción por el Clima. Acuerdo de Paris. Comisión Europea. In: https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_es (Consulta 4 de agosto de 2019).

CONAF, 2016. Política Forestal Chile 2015-2035. Consejo de Política Forestal. Corporación Nacional Forestal. En:https://www.conaf.cl/wpcontent/files_mf/1464613765libropoliticaforestal20152035actualizado.pdf

CORFO, 2016. Hoja de Ruta. Programa Estratégico Mesoregional Industria de la Madera de Alto valor. Informe enero 2016, Corporación de Fomento de la Producción. P. 133. En: http://www.chiletransforma.agenciabigblue.com/wp-content/uploads/2017/08/Madera_-Hoja-de-Ruta.pdf

FAO, 2006. Proyecto FAO / UICN /HOLANDA (LNV-DK) / CCAD GCP/INT/953/NET: Estrategias y mecanismos financieros para el uso sostenible y la conservación de bosques. Fase 1: América Latina.

FII, 2011. BC Wood. Naturally Wood. Forestry Innovation Investment. Britisch Columbia, Canada. https://www.naturallywood.com/ (Consulta 25 de junio de 2019).

Forest Platform, 2018. Vision 2040 of the European Forest-Based Sector. Forest Based Sector, Technology Platform. FTP Research and Innovation. In: http://www.forestplatform.org/ (Consulta 20 de julio de 2019).

FSC Chile, 2015. Bosques para Todos para Siempre. Superficie Certificada-FSC Chile. En: https://cl.fsc.org/es-cl/certificacin/superficie-y-empresas-cetificadas-en-chile (Consulta 20 de julio de 2019).

Green Cross, 2019. Build it Back a Green Cross Australia Project. Building Guide. Timbercrete. In: http://www.builditbackgreen.org/bushfires/interactive-green-building-guide/building-materials/timbercrete.aspx (Consulta 12 de agosto de 2019).

GreenSpec, 2019. Timber Cladding. A Short History In: http://www.greenspec.co.uk/building-design/timber-cladding-history/

Growing Buildings, 2017. Construcción y Emisiones de CO_2 a la Atmosfera. Growing Buildings. In: https://growingbuildings.com/construccion-y-emisiones-co2-a-la-atmosfera/ (Consulta 14 de agosto de 2019).

INFOR, 2019. El Sector Forestal Chileno 2019. Instituto Forestal, Chile. p. 46.

International Code Council, 2015. The International Building Code. In: https://www.iccsafe.org/products-and-services/i-codes/2018-i-codes/ibc/ (Consulta 25 de junio de 2019).

International Code Council, 2018. International Building Code. Overview of the International Green Construction Code (IgCC). In: https://www.iccsafe.org/products-and-services/i-codes/2018-i-codes/igcc/ (Consulta 26 de junio de 2019).

Ley Forestal, 15.939. Ley Forestal. República oriental del Uruguay. Poder Legislativo Ley N° 15.939 de 1987. En: https://legislativo.parlamento.gub.uy/temporales/leytemp7017852.htm

LIFE Eco Timber Cel, 2019. Programa de Medio Ambiente y Acción por el Clima (LIFE) de la UE. En: https://www.life-ecotimbercell.eu/ (Consulta 25 de julio de 2019).

Madera 21, 2018. Resistencia al Fuego: Desafíos de la Futura Norma de Cálculo para Estructuras de Madera. CORMA. En: https://www.madera21.cl/resistencia-al-fuego/ (Consulta 20 de julio de 2019).

Maderia, 2019. Proyecto GO Madera Construcción Sostenible. Sociedad Española de la Madera. En: http://www.maderia.es/proyectos/go-mcs-resena (Consulta 25 de julio de 2019).

Metsa Wood, 2019. Wood Construction Battles Climate Change through Carbon Storage. In: https://www.metsawood.com/global/news-media/articles/Pages/carbon-storage.aspx

MIEM, 2012. Plan Sectorial Forestal. Uruguay. Gabinete Productivo. Plan Sectorial Forestal/ Madera. Ministerio de Industria, Energía y Minería. Uruguay. En: https://www.miem.gub.uy/sites/default/files/plan_sectorial_forestal.pdf

MINVU, 2019. Fomento al desarrollo normativo y de proyectos de alto estándar. Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Chile.

NRC, 2015. National Building Code of Canada (NBC). National Research Council Canada. Government of Canada. In: https://nrc.canada.ca/en/certifications-evaluations-standards

NRC, 2019a. The Tall Building Demonstration Initiative (TWBDI). National Research Council Canada. Natural Resources Canada. In: https://www.nrcan.gc.ca/science-data/funding-partnerships/funding-opportunities/forest-sector-funding-programs/expanding-market-opportunities-p/tall-wood-building-demonstration-initiative-twbdi/20176 (Consulta 25 de junio de 2019).

NRC, 2019b. Green Construction through Wood (GCWood). Natural Resources Canada. In: https://www.nrcan.gc.ca/science-data/funding-partnerships/funding-opportunities/forest-sector-funding-programs/green-construction-through-wood-gcwood-program/20046. (Consulta 25 de junio de 2019).

PANCC-II, 2017. Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022. Ministerio de Medio Ambiente. Gobierno de Chile.

PEFC, 2019. PEFC Worldwide the Programme for the Endorsement of Forest Certification. In: https://www.pefc.org/ (Consulta 12 de agosto de 2019).

Planet Ark, 2019. Make it Wood. The Benefits of Wood. Australia. In: https://makeitwood.org/benefits/ (Consulta 20 de julio de 2019).

PUCH, 2019. Barrio Eco-sustentable de Chañaral diseñado por el Centro UC de Innovación en Madera fue entregado a familias damnificadas por el aluvión de 2015. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos. En: En: http://fadeu.uc.cl/noticias/1721-barrio-eco-sustentable-de-chanaral-disenado-por-el-centro-uc-de-innovacion-en-madera-fue-entregado-a-familias-damnificadas-por-el-aluvion-de-2015)

STTC, 2019. European Sustainable Tropical Timber Coalition. In: http://www.europeansttc.com/ (Consulta 25 de julio de 2019).

The Sydney Morning Herald, 2017. Timber! Lendlease completes first wooden office In: de http://www.smh.com.au/business/property/timber-lendlease-completes-first-wooden-office-20170426-gvt3ia.html (Consulta12 de agosto de 2019).

Timbercrete, 2019. Bricks, Pavers & Cladding by Timbercrete. In: http://www.timbercrete.com.au/

TRADA Technology, 2009. Case Study. Stadthaus, 24 Murray Grove, London Eight storeys of apartments featuring cross-laminated timber panels. In: https://eoinc.weebly.com/uploads/3/0/5/1/3051016/murray_grove_case_study.pdf (Consulta 20 de julio de 2019)

Thinkwood, 2018. Seismic Stability. In: https://www.thinkwood.com/performance/seismic-stability (Consulta 20 de julio de 2019).

UNE, 2016. Eurocódigo 5. Asociación Española de Normalización. En: https://www.une.org/ (Consulta 25 de junio de 2019).

UN-HABITAT, 2008. State of the World's Cities 2010/2011. Bridging the Urban Divide. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme.

USDA Forest Service, 2016. Wood Innovations. Building with Wood. United States Deparment of Agriculture. Forest Service. In: https://www.fs.usda.gov/science-technology/energy-forest-products/wood-innovation (Consulta 26 de junio de 2019).

USDA Forest Service, 2019. News Release. Mass Timber University Grant Program Projects Support Forest Health and Vibrant Communities. In: https://www.fs.usda.gov/news/releases/mass-timber-university-grant-program-projects-support-forest-health-and-vibrant (Consulta 26 de junio de 2019).

INFOR

www.infor.cl