

# 2023

## MEMORIA



Centro Nacional

# CENAMAD

para la Industria de la Madera

**PERIODO 2**  
08/2022 - 07/2023



**Memoria 2023**  
**Segundo periodo**





# Contenidos

Palabras del Director.....	7
¿Quiénes somos? .....	8
Evolución indicadores año 2 .....	10
¿Quiénes componen el centro?.....	14
Directorio .....	25
¿Cuál es nuestro propósito? .....	28
Indicadores de Género.....	39
Aportes destacados año 2 .....	42
Proyectos hitos .....	46
Próximos desafíos.....	86
Palabras al cierre .....	88



**Manuel Carpio**  
Director CENAMAD

---

# Palabras del Director

*El Centro de Excelencia Nacional para la Industria de la Madera (CENAMAD) que conocimos en julio de 2022, cuando presentamos este proyecto de manera oficial a la sociedad, ha experimentado una notable evolución. A casi dos años de ese momento, nos encontramos frente a un centro consolidado, que ha llevado proyectos e investigadores a los congresos científicos más importantes del sector maderero, tanto en Chile como en el extranjero.*

*Durante este periodo, hemos realizado nuestras primeras giras nacionales e internacionales, con el objetivo de dar a conocer nuestra misión y propuestas, además de identificar casos de éxito y aprendizajes alrededor del mundo que puedan servirnos como referencia.*

*Asimismo, CENAMAD ha dado un paso significativo al otorgar, por primera vez, fondos para proyectos de transferencia*

*tecnológica a través de los Proyectos de Interés Estratégico (PIEs). Estas iniciativas buscan generar un impacto directo en la industria mediante propuestas concretas y avanzadas, que acercan la innovación a los usuarios finales.*

*Estos logros son el resultado del esfuerzo y dedicación de nuestros equipos, quienes han reflexionado sobre nuestro desempeño, analizado las acciones implementadas durante el primer año de adjudicación y celebrado nuestras fortalezas. A partir de este ejercicio, hemos identificado también áreas de mejora y visualizado los desafíos que enfrentaremos en el futuro.*

*Con esta base, hemos implementado nuevos planes de trabajo, protocolos y herramientas que facilitan la productividad científica de nuestros equipos, optimizan la comunicación interna y fortalecen nuestra capacidad para*

*cumplir con los indicadores comprometidos, demostrando así nuestra excelencia científica.*

*En las próximas páginas, encontrarán un resumen detallado de nuestro progreso durante este segundo año de funcionamiento, un periodo marcado por acciones concretas cuyos resultados reafirman nuestra posición como un centro de excelencia en la generación de I+D+i, la producción de conocimientos de alto nivel y la promoción de la transferencia tecnológica hacia los sectores público y privado.*

*Agradezco a todos quienes han sido parte de este proceso y los invito a conocer en detalle nuestro trabajo y logros.*

**Manuel Carpio**

Director CENAMAD

Período 2022 – actualidad

# ¿Quiénes somos?

**La meta** del periodo del Centro es masificar la construcción en mediana altura y habilitar la construcción en altura en Chile más allá de los 15 pisos, potenciando la cadena de valor, aumentando el valor agregado y generando desarrollo e innovación local.

El **Centro Nacional de Excelencia para la Industria de la Madera (CENAMAD)** es un centro de basal de excelencia científica creado a partir de la postulación al Concurso de Apoyo a Centros de Excelencia de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID). Con el apoyo de su albergante, Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC), en conjunto a múltiples otras instituciones académicas, públicas y privadas, el 08 de noviembre de 2021 se da inicio a este proyecto.

La creación de CENAMAD tiene su origen en la evolución que ha tenido la industria nacional de la madera en las últimas dos décadas, donde se contabilizó una fuerza laboral de 107 mil personas en 2022 (INFOR), y una producción de 6.682 millones de dólares en materia de exportaciones (Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales).

Este escenario ideal no se traduce, sin embargo, en ingresos económicos robustos, dado que los grandes volúmenes de materia prima y productos exportados del país sufren de un bajo valor agregado, causado por factores como baja inversión en I+D y su aplicación, bajos estándares tecnológicos en la cadena productiva, y la falta de canales de conexión y colaboración entre los actores del sector.

Este escenario dio pie a la creación del centro, un espacio de contribución al avance científico, la innovación, investigación y desarrollo de tecnologías a través del trabajo colaborativo entre instituciones públicas, privadas y académicas; que buscan impulsar la excelencia científica nacional en áreas como la ingeniería forestal, desarrollo y elaboración de bioproductos, y construcción con madera, con foco en aumentar el valor agregado de la industria maderera chilena.



## Misión

Habilitar la construcción en altura y masificar la construcción en mediana altura en madera en Chile, a través del desarrollo sustentable de los bosques y productos de valor agregado en madera.

## Visión

Convertir a la madera en el principal motor de la bioeconomía y la sustentabilidad de mediano y largo plazo en Chile.

## Objetivos

- Excelencia científica, a través de investigaciones que impulsen la productividad, publicaciones, patentes, integración de nuevos talentos
- Impacto, tanto en el sector público, privado y la sociedad, a través de la transferencia de conocimiento y el desarrollo de proyectos innovadores.
- Avanzar en la sostenibilidad y productividad de los territorios forestales
- Desarrollar bioproductos de valor en base a madera
- Incrementar la construcción en madera como principal motor estratégico de la industria

# Evolución indicadores

## Año 1

CENAMAD inició su trabajo de creación científica el día 8 de noviembre del 2021, de manera simultánea a sus procesos administrativos y de diseño de gobernanza. Esto afectó su capacidad de responder a los indicadores de productividad comprometidos con ANID, dada la corta duración que tuvo este primer ciclo de trabajo, finalizado el 31 de julio de 2022. Debido a esto, los indicadores de productividad de este primer periodo se ajustaron a lo mínimo permitido por ANID.

Listando una base de las acciones realizadas durante este lapso, podemos resumir los primeros ocho meses de trabajo del centro en los siguientes indicadores:

INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD	INDICADORES AÑO 1	ACTUALIZACIÓN AÑO 1
Publicaciones	46	47
Ponencias nacionales e internacionales	19	20
Redes de colaboración	31	45
Postdoctorados	4	4
Doctorados finalizados	1	2
Magisteres finalizados	4	4
Programas de postgrados	13	15
Proyectos con la industria	12	25
Número de tesis de pregrado terminadas	16	24
Actividades de outreach y difusión	33	35

Para el cierre de este ciclo, el centro había logrado construir sus cimientos organizacionales y estructurales, necesarios para poder ahora enfocar sus

energías en la generación de investigación, innovación, tecnologías transferibles, y en el impulso de estas acciones a partir de diversos instrumentos.

## Año 2

Tomando como referencia los comentarios hechos por ANID a partir de su evaluación a este primer periodo, durante el año dos el centro solicitó el ajuste de algunas de las exigencias de sus indicadores de productividad, con el objetivo de poner el foco del trabajo de este ciclo en la calidad de los desarrollos creados desde y/o hacia la industria.

Con la aceptación de este compromiso, y un nuevo proceso a sus pies, CENAMAD dio inicio a su segundo año como centro de excelencia el día 01 de agosto de 2022. El trabajo llevado a cabo en los distintos ejes de investigación y aristas entregó los siguientes resultados en materia de indicadores:

**54**

Publicaciones

**5**

Postdoctorados

**17**

Programas de postgrados

**88**

Ponencias nacionales e internacionales

**0**

Doctorados finalizados

**30**

Proyectos con la industria

**59**

Redes de colaboración

**17**

Magísteres finalizados

**32**

Número de tesis de pregrado terminadas

**75**

Actividades de outreach y difusión





**Gira de la Madera**  
Región del Maule



Sobre la base de estos números, se puede llegar a diversas conclusiones al respecto, tales como el efecto positivo que tuvo el ordenamiento interno del centro y su estructuración en cuanto a la capacidad producir investigación de excelencia. Esto se visibiliza en indicadores más robustos en la mayoría de los ítems.

Por ejemplo, en el área de formación de capital humano, la cantidad de tesis finalizadas de pregrado y magister superaron ampliamente los números del año anterior, alcanzando un 90% y un 87% de cumplimiento respectivamente.

Otro ejemplo está en el número de ponencias en eventos científicos, que se cuadruplicó de un año al siguiente (de 20 a 88 participaciones). Este crecimiento explosivo se contextualiza en la solicitud de ajuste realizada a ANID durante este periodo, la que consistió,

en este caso, a la fusión oficial de los indicadores de ponencias nacionales e internacionales en una cifra única.

Las cifras alcanzadas durante este segundo periodo significaron un enorme paso hacia adelante para el centro, reflejando de manera mucho más significativa las capacidades y conocimientos disponibles en los equipos de trabajo CENAMAD. Igualmente, es importante señalar que existen múltiples espacios de acción del centro donde la materialización de los indicadores implica procesos de larga extensión en el tiempo, tales como las tesis doctorales.

En este sentido, CENAMAD trabaja activamente en el impulso de iniciativas y herramientas que permitan cumplir con las cifras comprometidas para estos indicadores, principalmente con los números correspondientes a los primeros cinco años de trabajo.

**111%**

De productivi-  
dad en el área de  
Formación

**400%**

Ponencias en eventos  
científicos

# ¿Quiénes componen el centro?

CENAMAD se constituye como institución a partir de las organizaciones que han elegido confiar en su propuesta y ser parte de su trabajo. Ya sea a partir del apoyo económico o de recursos humanos, estos representantes del sector público, privado y académico son piezas clave del centro, lo que impulsa, y los diversos éxitos que se han alcanzado en estos dos años de trabajo.

Debido a esto, la gobernanza del centro da origen a las categorías de **asociados** y **aportantes**, para clasificar a estas entidades según la forma en que aportan al centro. Ocho universidades, centros de investigación e innovación conforman la primera categoría, mientras la segunda reúne a ocho de las empresas más importantes de la industria maderera, forestal y de la construcción del país, además de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo, ANID.

## Asociados

**Centro UC**  
de Innovación  
en Madera

  
**Universidad de Concepción**

  
**TALCA**  
UNIVERSIDAD  
CHILE

  
**UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO**

  
**UNIVERSIDAD  
DE LA FRONTERA**

  
**udt** Ciencia, Tecnología  
e Innovación  
en Bioeconomía

  
**INFOR**

  
**LEITAT**  
CHILE

## Aportantes

  
**CORMA**

**arauco**

  
**cmpec**



  
**SIMPSON**  
**Strong-Tie**

  
**arxada**  
**QUIMETAL**

  
**TECNO**  
**PANEL**  
BUILDER SOLUTIONS

  
**etex**  
inspiring ways of living

  
**PATAGUAL HOME**



“

Es fundamental contar con un centro que reúna el conocimiento, el entusiasmo de las nuevas generaciones, la experiencia de los investigadores, el sector privado y el Estado. CENAMAD cumple ese rol, articulando todas estas capacidades para desarrollar herramientas que nos permitan avanzar en la construcción con madera.

**Victoria Saud**

Gerente General  
Corporación Chilena de la Madera



PATAGUAL HOME

“

Cuando pensamos en la innovación que estábamos haciendo (...) buscamos un aliado estratégico y nos encontramos con CENAMAD. Ellos podían entregarnos el apoyo fundamental que necesitábamos

**María de los Ángeles Zegers**

Gerente General

Grupo Patagual

Tras dos años desde el inicio de este proyecto, nuestros asociados y aportantes continúan jugando un rol clave en el avance de nuestra labor, participando de múltiples maneras en nuestro trabajo como el primer centro de excelencia dedicado íntegramente a enriquecer al sector madera y su cadena de valor, entendiendo esta como un todo desde la producción de materia prima hasta la reutilización de sus subproductos.

Al consultar qué influenció su decisión de formar parte del centro, diversos argumentos aparecen, abarcando motivos sociales y o vinculados a su misión como empresa. La **Corporación Chilena de la Madera** (CORMA),

por ejemplo, consideró el actual escenario medioambiental y su potencial para tomar esta decisión, nos cuenta su Gerente General, **Victoria Saud**:

“ Es fundamental contar con un centro que reúna el conocimiento, el entusiasmo de las nuevas generaciones, la experiencia de los investigadores, el sector privado y el Estado. CENAMAD cumple ese rol, articulando todas estas capacidades para desarrollar herramientas que nos permitan avanzar en la construcción con madera. De esta manera, no solo se potencia a emprendedores y empresas de distinto tamaño, sino que también se proyecta un mejor futuro para el país”.

En este contexto, y considerando que CORMA cuenta con más de 160 socios provenientes de múltiples eslabones de la cadena de valor de la madera, muchos de ellos pequeñas y medianas empresas, llevó a que la corporación optara por la colaboración con el centro como una forma de enriquecerse a sí misma y al sector.

En tanto, otros aportantes eligieron este camino a sabiendas de lo que podían ganar en materia estratégica, adquiriendo los frutos de la investigación de excelencia y su escalamiento. Tal fue el caso de **Patagual Home**, una de las prefabricadoras más influyentes del país ubicada en la región del Bío-

Bío, según explica su Gerente General, **María de los Ángeles Zegers**:

“ Cuando pensamos en la innovación que estábamos haciendo (...) buscamos un aliado estratégico y nos encontramos con CENAMAD. Ellos podían entregarnos el apoyo fundamental que necesitábamos”.

Este interés puede sumarse a valores y objetivos compatibles, permitiendo no solo un fortalecimiento de la empresa a partir de los conocimientos desarrollados por el centro, sino también el enriquecimiento de CENAMAD a partir de la experiencia que trae y ofrece cada aportante.



“

Cuando se nos presentó la oportunidad de integrarnos a CENAMAD, identificamos una profunda alineación entre su misión y visión y los nuestros, (...) comprendiendo los grandes desafíos que enfrenta Chile y la región. Nuestra participación busca aportar al objetivo de visibilizar la construcción en altura en madera, y con ello, contribuir al desarrollo de una industria sustentable

**Cristian Bravo**

Gerente General

Simpson Strong-Tie Chile



“

Estamos en CENAMAD como socios de la última escala de integración de la madera en la edificación; (...) creemos firmemente en la integración de este noble material en los edificios que nuestra población requiere, y es en CENAMAD donde podemos aportar nuestra experiencia

**Mario Yáñez**

Gerente de Ingeniería e Innovación  
Tecno Fast



Ese fue el caso con **Simpson Strong-Tie Chile**, filial nacional de uno de los líderes mundiales en la producción de soluciones estructurales en el mundo. En sus más de 100 años de historia, uno de sus pilares ha sido la incorporación de soluciones innovadoras de la mano del trabajo de sus equipos de investigación y con otras instituciones. Así lo explica **Cristian Bravo**, Gerente General de la compañía:

“ Cuando se nos presentó la oportunidad de integrarnos a CENAMAD, identificamos una profunda alineación entre su misión y visión y los nuestros, (...) comprendiendo los grandes desafíos que enfrenta Chile y la región. Nuestra participación busca aportar al objetivo de visibilizar la construcción en altura en madera, y con ello, contribuir al desarrollo de una industria sustentable”.

Esto porque la participación de la industria es tan importante como enriquecedora para el trabajo de CENAMAD. La colaboración y el diálogo fortalecen el trabajo del Centro y su comprensión de la realidad de la industria productiva, permitiendo avanzar en darle foco a los desarrollos del sector científico, para que este responda a las necesidades del sector.

Así también lo piensan nuestros aportantes, como es el caso de **Tecno Fast**, empresa que ha trabajado en la incorporación de la madera industrializada desde su creación en 1995, ofreciendo la experiencia en 30 años de experiencia y más de 80 proyectos para la industria minera. Es a esto a lo que apunta **Mario Yáñez**, Gerente de Ingeniería e Innovación de la empresa:

“ *Estamos en CENAMAD como socios de la última escala de integración de la madera en la edificación; (...) creemos firmemente en la integración de este noble material en los edificios que nuestra población requiere, y es en CENAMAD donde podemos aportar nuestra experiencia*”.

Todo este trabajo y el avance desarrollado a partir de él han llevado a que, en estos dos años de existencia, podamos establecer las bases con la cual comenzar a marcar la diferencia en el presente y futuro del sector.

La existencia de un espacio de colaboración tripartita entre todos quienes componen el sector ya está impactando positivamente, así nos explica **Enrique McManus**, Jefe de Desarrollo de Construcción en Madera de **Arauco**, compañía con más de 50 años de experiencia en la producción forestal en la zona sur de nuestro país, y que

siempre ha apoyado el desarrollo tecnológico en el tema:

“ *Es un hito sin precedentes, ya que genera una sinergia entre la industria, los centros de investigación y las universidades, lo que permite aunar esfuerzos tanto del sector privado como de la academia*”.

A sus palabras se suman las de **Juan Pablo Pereira**, Managing Director de **CMPC Maderas**, productora nacional de materias primas forestales:

“ *Nos ha desafiado fuertemente a vincular la investigación con la transferencia de la industria, buscando generar cambios en el marco regulatorio a nivel nacional y abriendo paso a la revalorización de la construcción en madera*”.

Este desafío ha sido recibido de manera positiva por los aportantes, conscientes de las puertas que abre el

enfrentar estas incertidumbres y las posibilidades que ofrece. Al respecto, Pereira persevera que:

“ *Buscamos fortalecer nuestro rol en el centro, lograr un mayor involucramiento, posicionando a la madera como una solución constructiva del futuro, que permita la edificación en altura sostenible*”.

Este espíritu de mejora continua, revalorización y enriquecimiento marca el trabajo de todas nuestras instituciones vinculadas, ya sean aportantes y asociadas. Buscamos como centro responder a sus expectativas con la mejor de las respuestas, hoy y siempre.

**arauco**

“

Estamos en CENAMAD como socios de la última escala de integración de la madera en la edificación; (...) creemos firmemente en la integración de este noble material en los edificios que nuestra población requiere, y es en CENAMAD donde podemos aportar nuestra experiencia

**Enrique McManus**

Jefe de Desarrollo de Construcción en Madera  
Arauco



“

Nos ha desafiado fuertemente a vincular la investigación con la transferencia de la industria, buscando generar cambios en el marco regulatorio a nivel nacional y abriendo paso a la revalorización de la construcción en madera

**Juan Pablo Pereira**

Managing Director  
CMPC Maderas

# Directorio

El directorio de CENAMAD se constituye como un espacio para la toma de decisiones estratégicas, planificación, desarrollo y supervisión de la gestión ejecutiva del Centro. Conformado por representantes de cada institución asociada y aportante, el directorio sesiona cuatro veces al año con el objetivo de impulsar el crecimiento y desarrollo sostenible de la construcción con madera, a través del cumplimiento y realización de la misión, visión, objetivos y metas de CENAMAD.

El segundo año de trabajo del directorio de CENAMAD tuvo por focos el ordenamiento administrativo y el mejoramiento de procesos asociados a la productividad científica, ambas acciones enfocadas en facilitar el cumplimiento de los indicadores comprometidos a ANID.

Queda en manifiesto su rol como ejes centrales del accionar de este periodo

cuando, en septiembre de 2022, se da la bienvenida a Francisca Lorenzini en el rol de Gerenta General del Centro, ocupando un puesto de gran relevancia en materia de gestión y funcionamiento que había permanecido vacante hasta ese momento.

En la misma sesión se presentaron los indicadores compartidos a ANID, correspondientes al periodo entre noviembre de 2021 y julio de 2022, junto a su retroalimentación de puntos destacados y por trabajar. El corto plazo de ejecución del Centro y la limitante que esto constituyó llevaron a que este último ítem fuera más nutrido.

Estas dos instancias dieron pie a un proceso de impulso a la organización y productividad científica que se extendió por todo el año de trabajo. Los primeros atisbos de esto son observables desde la siguiente sesión de directorio, en diciembre de 2022, cuando cada

subdirección expuso su diagnóstico respecto de los puntos débiles de la productividad del centro y propuestas para su manejo.

Ejemplos de esto son acciones como la implementación de una intranet como herramienta de ejecución y comunicación de indicadores, y la presentación de acciones de vinculación entre academia e industria, tales como las mesas y comités desarrollados por la Subdirección de Transferencia. Posteriormente, a estas se sumaron iniciativas como planes de trabajo enfocados en el cumplimiento de indicadores, las que se expusieron y desarrollaron entre los meses de diciembre 2022 y junio 2023.

Los resultados de esta labor comenzaron a hacerse visibles al acercarse el cierre del año 2, en junio de 2023, al evolucionar en acciones a largo plazo que continuaran trabajando en la



**Francisco Lozano**  
Presidente del directorio



**Pablo Guindos**  
Director



**Helen Ipinza**  
Jefa del departamento de iniciativas  
orientadas al desarrollo e innovación  
en ANID



**Mario Ubilla**  
Decano Arq. Diseño y  
Estudios Urbanos UC



**Juan Carlos de la Llera**  
Vicepresidente Directorio



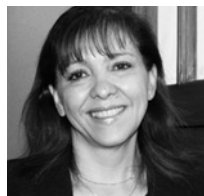
**Rodrigo Figueroa**  
Decano Agronomía e  
Ingeniería Forestal UC



**Pablo Maturana**  
Director Escuela  
Construcción Civil



**Luis Bresciani**  
Escuela de Arquitectura UC



**Victoria Saud**  
Gerente General Corma



**Francisca Lorenzini**  
Gerente Madera21



**Juan Pablo Pereira**  
CMPC Maderas S.A.



**Eduardo Martínez**  
Pizarreño y Romeral



**Rodrigo Besnier**  
Arxada Quimetal



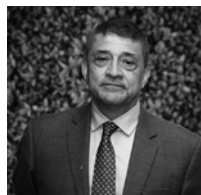
**M. de los Ángeles Zegers**  
Grupo Patagual



**Rodrigo Pinto**  
Tecnopanel



**Andrés Fuentes**  
Universidad de la Frontera



**Roberto Pizarro**  
Universidad de Talca



**Rafael Rubilar**  
Universidad de Talca  
Universidad de Concepción



**Verónica Loewe**  
INFOR



**Luis Enrique Lillo**  
Vicerector Investigación y  
Postgrado UBB



**Ferrán Amago**  
Director Ejecutivo LEITAT



**Ramón Molina**  
Director CIUC

productividad del centro. Esto quedó en manifiesto en elementos como el surgimiento de las primeras definiciones necesarias para el desarrollo de una hora de ruta para el Centro, que se convertirá en la guía del trabajo venidero.

Otro caso que ilustra estas tareas y su evolución son los mecanismos surgidos a partir de la solicitud de ajuste de indicadores realizada a ANID, a partir de la cual se dio pie a acciones como la creación de una red de investigadores colaboradores, afiliados al centro en menor medida que investigadores principales o asociados, especialistas en áreas afiliadas o cercanas al trabajo del centro, que pueden pertenecer tanto a universidades asociadas al centro como a otras entidades académicas del país.

Estas nuevas estructuras de trabajo llevaron a la creación de nuevos car-

gos dentro de los ejes de investigación, como el Jefe de área, pensado para vincular entre sí a los investigadores que conforman cada eje, y coordinar con la administración central del centro, en representación de esta. También dieron pie a la creación de herramientas como fondos concursables internos, cuyo rol era impulsar las cifras de los indicadores más desafiantes a partir de la inversión directa en estos.

Mirando en retrospectiva, estas y otras acciones han marcado una diferencia clara en cuanto a los indicadores reportados al cierre del segundo periodo, donde tópicos como tesis de pregrado finalizadas, proyectos desarrollados con la industria, y redes de colaboración con otras entidades tuvieron un crecimiento exponencial.

La labor del directorio en la toma de decisiones estratégicas fue fundamental para esto, al generar los protoco-

los y directrices que hicieron posibles mejores resultados en la ejecución, ejercicio y labores del centro. Contamos con que las propuestas y resoluciones a tomarse durante el año 3 serán nuevamente clave en el éxito de CENAMAD, y darán pie a nuevas acciones que hagan posible el avance de la mejor manera posible.







## ¿Cuál es nuestro propósito?

Nuestros principales propósitos como Centro son trabajar en la cadena de valor de la madera a través de seis líneas de investigación, y posicionar a este material como principal motor de la bioeconomía y sostenibilidad en nuestro país, de la mano de equipos interdisciplinarios que impulsen su uso para la construcción en mediana y gran altura.

Para esto, CENAMAD proporciona soluciones integrales que permiten aprovechar al máximo los recursos de la industria maderera, a la vez que promover su uso responsable y sostenible. Con este fin, el centro abarca la cadena de valor de la madera desde la producción de materia prima hasta la generación de productos de alto valor, dividiéndola en tres áreas principales: Sustentabilidad y Productividad Forestal, Desarrollo de Bioproductos y Construcción con Madera.

En función de desarrollar I+D+i de la más alta calidad en cada una de sus áreas de investigación, el centro cuenta con 38 académicos en los roles de **investigador principal (IP)** e **investigador asociado (IA)**, provenientes de las distintas instituciones asociadas.

## Sustentabilidad y Productividad Forestal

La cadena de valor de la madera comienza con el manejo forestal y la silvicultura, responsables de los diversos procesos que involucra el crecimiento y desarrollo del bosque. La continuación de esto es el desarrollo forestal, que abarca el uso y conservación de los recursos naturales boscosos para garantizar la producción de bienes y servicios. Esta área de investigación finaliza con la industria maderera, donde la materia prima extraída de las fases anteriores es convertida en nuevos productos con múltiples usos potenciales.



## Equipo de Investigación:



**Rafael Rubilar**  
IP - UdeC



**Verónica Loewe**  
IP - INFOR



**Roberto Pizarro**  
IP - UTAL



**Andrés Fuentes**  
IP - UFRO



**Ricardo González**  
IA - UFRO



**María Paulina  
Fernández**  
IA - PUC



**Pablo Becerra**  
IA - PUC



**Claudia Bonomelli**  
IA - PUC



**Juan-Pedro  
Elissetche**  
IA - UdeC



**Rosa Alzamora**  
IA - UdeC



**Rodrigo Vargas**  
IA - UFRO



**Priscilla Moraga**  
IA - PUC





## Bioproductos de Valor Agregado

En el proceso de transformación del árbol talado a madera, muchas de sus partes se convierten en subproductos, elementos y piezas que actualmente no son utilizadas en el desarrollo de productos de madera, relegados a usos alternativos como la producción de calor y energía. El área de investigación de Bioproductos busca revalorizar estos recursos, ricos en las mismas sustancias que la madera, a través de su aplicación en nuevos productos de alto valor como adhesivos, preservantes, y otras aplicaciones industriales, cuya base proviene de recursos como ramas, cortezas y virutas, entre otros.



## Equipo de Investigación:



**Cecilia Fuentealba**  
IP - UDT



**Gustavo Cabrera**  
IP - UDT



**Mario Núñez**  
IP - UBB



**Alex Berg**  
IA - UDT



**Pablo Reyes**  
IA - LEITAT



## Construcción con madera

El desarrollo de madera de grado estructural da pie al incremento de una industria productiva de altísimo valor: los productos de ingeniería en madera, tales como la madera contralaminada (CLT) y la madera laminada encolada (MLE), entre otros. El objetivo de esta área es aumentar y solidificar la construcción en madera como una opción rentable, sustentable y calificada en Chile desde las distintas aristas que rodean a la industria constructiva, en base a la realización de investigaciones, proyectos, transferencia tecnológica y otras acciones.

## Equipo de Investigación:



**Manuel Carpio**  
IP - PUC



**Pablo Guindos**  
IP - PUC



**José Luis Almazán**  
IP - PUC



**Raúl Hernán Santa María**  
IP - PUC



**Harrison Mesa**  
IP - PUC



**Wolfram Jahn**  
IP - PUC



**Felipe Encinas**  
IP - PUC



**Felipe Victorero**  
IA - PUC



**Mario Ubilla**  
IA - PUC



**Juan José Ugarte**  
IA - PUC



**Claudio Vásquez**  
IA - PUC



**Siva Avudaippan**  
IA - UdeC



**Francisco Chateau**  
IA - PUC



**Alexander Opazo**  
IA - UBB



**Franco Benedetti**  
IA - UBB





Equipo de Investigación (Continuación):



Ángela Salinas  
IA - UBB



Víctor Rosales  
IA - UBB



Mamié Sancy  
IA - PUC



Gonzalo Rodríguez  
IA - PUC



Óscar Huerta  
IA - PUC



Ricardo Trufello.  
IA - PUC





## Líneas de investigación

De cada una de estas áreas se desprenden líneas de investigación, que abarcan desde la silvicultura e industria maderera hasta el diseño, cálculo estructural y gestión de proyectos de construcción en madera. Estas líneas son:



**Sustentabilidad forestal y mejora silvícola:** Cuantificar recursos y amenazas tales como incendios, suelo, agua, para proponer medidas que aseguren la sostenibilidad de los territorios forestales chilenos y el abastecimiento de madera de calidad respetando los ecosistemas nacionales.



**Tecnología de alta calidad en manufactura y funcionalidad de la madera para construcción:** Generar productos de construcción en madera con tecnología de punta, propiedades y funcionalidades mejoradas, que permitan cambiar los paradigmas de manufactura nacionales.



**Ingeniería sísmica de estructuras en madera:** Maximizar las ventajas y mitigar las desventajas de las estructuras de madera para que las construcciones edificadas en este material resistan adecuadamente sismos de Chile y Latinoamérica.



**Industrialización, digitalización y modelos de gestión de construcción con madera:** Proponer soluciones constructivas altamente industrializables y susceptibles de manufactura digitalizada, como también modelos avanzados de gestión de construcción para cambiar los paradigmas de construcción nacionales.



**Sustentabilidad y preservación de construcciones orgánicas:** Comprender y cuantificar en profundidad cómo asegurar la sostenibilidad y durabilidad de edificaciones y ciudades construidas de forma total o parcial con materiales orgánicos como la madera.

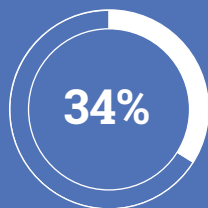


**Desarrollo de productos de valor agregado no estructurales:** Desarrollar nuevos materiales, propiedades y funcionalidades, para aprovechar y dar mayor valor agregado a productos madereros chilenos que no son aptos para ser empleados como material estructural.



## Indicadores de género

## Indicadores primer periodo



DE MUJERES INTEGRAN  
EL CENTRO



13,3%

CORRESPONDEN  
A INVESTIGADORAS PRINCIPALES



24%

SON INVESTIGADORAS ASOCIADAS



47%

PERTENECEN AL EQUIPO DE  
PROFESIONALES Y ESTUDIANTES

Desde su creación, el Centro ha tenido a la promoción de la equidad de género como uno de sus compromisos clave, buscando incluir a mujeres en roles de liderazgo tanto en las áreas de Investigación como de Transferencia y Operaciones. Esto, sobre la base de cuánto puede enriquecerse el trabajo e innovación a partir de la participación paritaria de hombres y mujeres.

Con esta perspectiva, durante su primer periodo, CENAMAD enfocó sus acciones en tres ejes de trabajo: Alcanzar un mínimo de **25% de investigadoras principales** a lo largo de su desarrollo, **incorporar investigadoras asociadas y profesionales en el corto a mediano plazo**, y **sumar nuevas estudiantes en los niveles de pre y postgrado**.

Basándose en estas metas, las acciones tomadas como Centro durante este segundo periodo evolucionaron hacia una mirada más resolutiva, que buscó avanzar en la creación de herramientas concretas para la atracción de mujeres a los roles de investigadoras principales y asociadas. Una serie de iniciativas internas surgieron a partir de estos objetivos, divididas entre los focos de la adición de nuevas investigadoras y la colaboración con otras instituciones que estén trabajando en objetivos afines, tal como el programa Más Mujer Forestal de CORMA.

Entre las iniciativas internas llevadas a cabo, destaca el establecimiento de vacantes laborales con enfoque de género, y el desarrollo de una matriz de evaluación para los académicos que forman parte de CENAMAD; acciones que se vinculan para permitir la creación de nuevas plazas para investigadores dentro del Centro, y un protocolo que impulse su ocupación con nuevas investigadoras.

La labor antes mencionada ha permitido que el Centro finalice su segundo año de trabajo con las siguientes cifras de participación femenina:

CATEGORÍA	MUJERES	HOMBRES
Administrativos	8	1
Profesionales	12	19
Postdoctorados	3	2
Investigadores (de Centro y otros)	0	3
Investigadores Principales	2	12
Investigadores Asociados	7	18
Estudiantes de Magister	4	4
Estudiantes de Doctorado	1	4
<b>TOTAL</b>	<b>37</b>	<b>63</b>

## Indicadores segundo periodo



**DE MUJERES INTEGRAN  
EL CENTRO**



**16,7%**

**CORRESPONDEN  
A INVESTIGADORAS PRINCIPALES**



**38,9%**

**SON INVESTIGADORAS ASOCIADAS**



**69%**

**PERTENECEN AL EQUIPO DE  
PROFESIONALES Y ESTUDIANTES**





Programa

- 10:30 a 12:00 Presentación Inicial
- 12:00 a 13:00 Almuerzo
- 13:00 a 14:00 Sesión de Trabajo
- 14:00 a 15:00 Sesión de Trabajo
- 15:00 a 16:00 Sesión de Trabajo
- 16:00 a 17:00 Sesión de Trabajo
- 17:00 a 18:00 Sesión de Trabajo
- 18:00 a 19:00 Sesión de Trabajo
- 19:00 a 20:00 Sesión de Trabajo
- 20:00 a 21:00 Sesión de Trabajo
- 21:00 a 22:00 Sesión de Trabajo
- 22:00 a 23:00 Sesión de Trabajo
- 23:00 a 24:00 Sesión de Trabajo
- 24:00 a 25:00 Sesión de Trabajo
- 25:00 a 26:00 Sesión de Trabajo
- 26:00 a 27:00 Sesión de Trabajo
- 27:00 a 28:00 Sesión de Trabajo
- 28:00 a 29:00 Sesión de Trabajo
- 29:00 a 30:00 Sesión de Trabajo
- 30:00 a 31:00 Sesión de Trabajo
- 31:00 a 32:00 Sesión de Trabajo
- 32:00 a 33:00 Sesión de Trabajo
- 33:00 a 34:00 Sesión de Trabajo
- 34:00 a 35:00 Sesión de Trabajo
- 35:00 a 36:00 Sesión de Trabajo
- 36:00 a 37:00 Sesión de Trabajo
- 37:00 a 38:00 Sesión de Trabajo
- 38:00 a 39:00 Sesión de Trabajo
- 39:00 a 40:00 Sesión de Trabajo
- 40:00 a 41:00 Sesión de Trabajo
- 41:00 a 42:00 Sesión de Trabajo
- 42:00 a 43:00 Sesión de Trabajo
- 43:00 a 44:00 Sesión de Trabajo
- 44:00 a 45:00 Sesión de Trabajo
- 45:00 a 46:00 Sesión de Trabajo
- 46:00 a 47:00 Sesión de Trabajo
- 47:00 a 48:00 Sesión de Trabajo
- 48:00 a 49:00 Sesión de Trabajo
- 49:00 a 50:00 Sesión de Trabajo
- 50:00 a 51:00 Sesión de Trabajo
- 51:00 a 52:00 Sesión de Trabajo
- 52:00 a 53:00 Sesión de Trabajo
- 53:00 a 54:00 Sesión de Trabajo
- 54:00 a 55:00 Sesión de Trabajo
- 55:00 a 56:00 Sesión de Trabajo
- 56:00 a 57:00 Sesión de Trabajo
- 57:00 a 58:00 Sesión de Trabajo
- 58:00 a 59:00 Sesión de Trabajo
- 59:00 a 60:00 Sesión de Trabajo
- 60:00 a 61:00 Sesión de Trabajo
- 61:00 a 62:00 Sesión de Trabajo
- 62:00 a 63:00 Sesión de Trabajo
- 63:00 a 64:00 Sesión de Trabajo
- 64:00 a 65:00 Sesión de Trabajo
- 65:00 a 66:00 Sesión de Trabajo
- 66:00 a 67:00 Sesión de Trabajo
- 67:00 a 68:00 Sesión de Trabajo
- 68:00 a 69:00 Sesión de Trabajo
- 69:00 a 70:00 Sesión de Trabajo
- 70:00 a 71:00 Sesión de Trabajo
- 71:00 a 72:00 Sesión de Trabajo
- 72:00 a 73:00 Sesión de Trabajo
- 73:00 a 74:00 Sesión de Trabajo
- 74:00 a 75:00 Sesión de Trabajo
- 75:00 a 76:00 Sesión de Trabajo
- 76:00 a 77:00 Sesión de Trabajo
- 77:00 a 78:00 Sesión de Trabajo
- 78:00 a 79:00 Sesión de Trabajo
- 79:00 a 80:00 Sesión de Trabajo
- 80:00 a 81:00 Sesión de Trabajo
- 81:00 a 82:00 Sesión de Trabajo
- 82:00 a 83:00 Sesión de Trabajo
- 83:00 a 84:00 Sesión de Trabajo
- 84:00 a 85:00 Sesión de Trabajo
- 85:00 a 86:00 Sesión de Trabajo
- 86:00 a 87:00 Sesión de Trabajo
- 87:00 a 88:00 Sesión de Trabajo
- 88:00 a 89:00 Sesión de Trabajo
- 89:00 a 90:00 Sesión de Trabajo
- 90:00 a 91:00 Sesión de Trabajo
- 91:00 a 92:00 Sesión de Trabajo
- 92:00 a 93:00 Sesión de Trabajo
- 93:00 a 94:00 Sesión de Trabajo
- 94:00 a 95:00 Sesión de Trabajo
- 95:00 a 96:00 Sesión de Trabajo
- 96:00 a 97:00 Sesión de Trabajo
- 97:00 a 98:00 Sesión de Trabajo
- 98:00 a 99:00 Sesión de Trabajo
- 99:00 a 100:00 Sesión de Trabajo

## Segundo Encuentro CENAMAD

Región Metropolitana

## Aportes destacados año 2



A lo largo de este segundo año de ejecución, el Centro ha desarrollado múltiples actividades, proyectos e iniciativas que han tenido un impacto positivo en el sector. En este ítem, buscamos destacar los aportes más destacados de este ciclo de trabajo, que van desde la participación individual de cada eje de investigación hasta las acciones grupales que hemos realizado como Centro, las que marcan un precedente en el ambiente científico y el mundo de la madera.

En el área de gestión interna, la huella más significativa fue el inicio de labores enfocadas al desarrollo científico y tecnológico entre los distintos ejes, lo que

se dividió en el comienzo del proceso de creación de una Hoja de Ruta a usar como directriz a partir del año 3, y la apertura al debate sobre proyectos colaborativos de investigación, que impliquen la interacción entre los tres ejes.

El desarrollo de esta Hoja de Ruta implicó un nuevo diagnóstico de la cadena de valor de la madera en Chile y sus necesidades, la identificación de sus actuales desafíos y su sistematización en función a referencias nacionales e internacionales. El resultado de esto fue una serie de iniciativas estratégicas con las cuales se orientarán proyectos, postulaciones y múltiples otras acciones a futuro para cada uno de los ejes:



# Ejes Estratégicos

## 01

### SUSTENTABILIDAD Y PRODUCTIVIDAD FORESTAL

#### Iniciativas estratégicas:

1. Mejorar la sustentabilidad hídrica, productividad y secuestro de C de bosques y plantaciones forestales en un escenario de cambio climático.
2. Mejorar la diversidad, calidad y disponibilidad de madera.
3. Evaluación de costos y beneficios socio-económicos ambientales de bosques y plantaciones en el corto, mediano o largo plazo.
4. Promoción de la resiliencia y adaptación de bosques y plantaciones a escenarios con mayor recurrencia de incendios forestales y de mayor escasez hídrica.

## 02

### BIOPRODUCTOS DE VALOR AGREGADO

#### Iniciativas estratégicas:

5. Desarrollo de productos sustentables para la mejora de desempeño en la construcción en madera.
6. Valorización de los subproductos industriales para el ámbito de la construcción de la madera.

## 03

### CONSTRUCCIÓN CON MADERA

#### Iniciativas estratégicas:

7. Desarrollo y optimización de sistemas constructivos: mass timber, híbridos y marco plataforma.
8. Análisis de los impactos medioambientales y socioespaciales de la construcción en madera.
9. Mitigación del riesgo de las construcciones en madera.
10. Implementación de modelos de gestión colaborativos integrados y digitalización para la construcción industrializada.
11. Eficiencia energética, confort y salud de las construcciones en madera.
12. Edificaciones demostrativas y plataformas tecnológicas para construcción.

## 04

*\* Transversal a los ejes estratégicos*

### HERRAMIENTAS INTEGRADAS DE APOYO AL CONOCIMIENTO

#### Iniciativas estratégicas:

13. Divulgación científica y tecnológica
14. Atracción de público no calificado
15. Formación de capital humano técnico, profesional y científico
16. Inclusión social y equidad de género en la cadena de valor
17. Vinculación e integración internacional

La planificación obtenida contempla tiempos tentativos de realización, acciones necesarias, productos esperados e indicadores de avance. Este trabajo aún requiere de diversos elementos para poder considerarse una herramienta oficial que aplicar en el funcionamiento del Centro, pero marca un precedente hacia el futuro.

El segundo caso, en tanto, abordó la colaboración entre ejes del centro en materia de desarrollo científico, tema que fue señalado por ANID entre las observaciones al primer informe de centro de julio 2022. Al respecto, se definieron dos ideas de proyecto a desarrollar de manera colaborativa:

- ***“Mejoramiento del módulo de elasticidad de la madera aserrada a través de su impregnación con polímeros de baja huella de carbono”*** (que involucra a los ejes de construcción en madera y bioproductos)
- ***“Impulso a la calidad de la madera de plantaciones forestales al estu-***

***diar el cambio en las propiedades del pino radiata a partir del cambio climático, para definir las acciones necesarias que permitan abastecer a la construcción con madera a futuro”*** (proyecto que involucrará a las tres líneas).

Sobre los aportes que CENAMAD ha entregado durante este año a la cadena de valor de la madera, podemos diferenciar el trabajo realizado por cada una de las líneas de investigación, iniciando con el eje de Sustentabilidad y Productividad Forestal.

Sobre este, destaca la participación de investigadores en instancias significativas de toma de decisiones para la industria maderera, tales como el panel encargado del desarrollo del nuevo estándar para la certificación nacional PEFC Chile, o su presencia en la nueva iniciativa de “Mesa de la Madera”, reactivada por el Ministerio de Agricultura.

El eje de bioproductos, por su parte, contó con contribuciones hacia el

desarrollo de nuevos productos y el avance en la inserción de proyectos ya consagrados dentro del mercado. Ejemplo de esto fue el avance de los paneles aislantes desarrollados en base a corteza de eucaliptos Aislacor, producto que ya se encuentra en fase de testeo para su certificación; y los adhesivos biobasados provenientes de subproducto forestal, cuya solicitud de patente fue recientemente enviada.

Finalmente, el eje de construcción en madera orientó su trabajo en dos principales líneas: la evaluación y desarrollo de conocimientos que sirvan como base para mayor investigación, y la generación de productos concretos que impulsen la aplicación y masificación de la construcción con madera a través de su uso. Ejemplos de esto fueron el trabajo desarrollado en ítem de sistemas de contratos y seguridad contra fuego, y el desarrollo de dispositivos de aislación sísmica.

# Proyectos **hitos**

Desde noviembre de 2021, CENAMAD se ha posicionado como un referente nacional para los sectores construcción y madera, que aporta conocimientos científicos a toda la cadena de valor, trascendiendo con publicaciones, investigaciones y proyectos.

Esto no solo ha despertado interés en compañías del sector público y privado, sino también en la sociedad de manera general. Esto último guarda relación con los diferentes programas de formación y actividades de difusión que ha impulsado el Centro, con el fin de crear conciencia y educar al público sobre los beneficios y posibilidades que la construcción con esta materia-

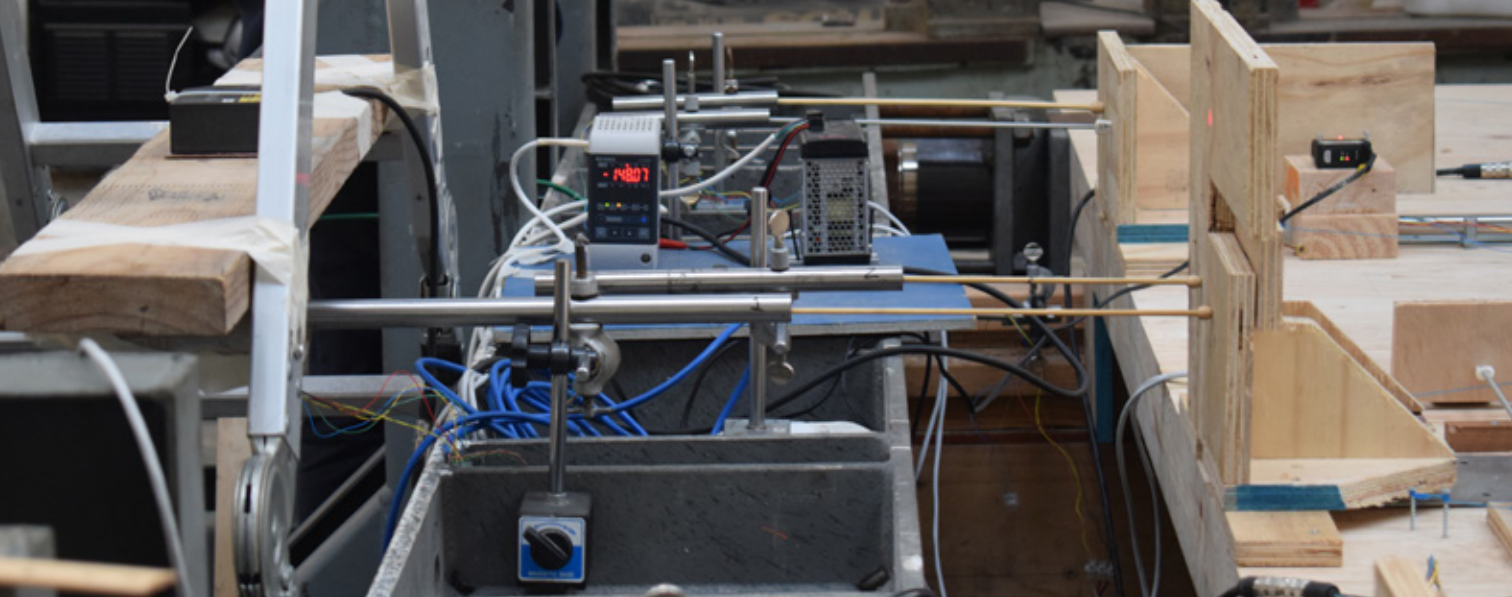
lidad ofrece, tales como mejoras sustanciales en sostenibilidad, productividad y residuos, entre otras.

Como resultado de estas instancias, durante el segundo año del Centro fue posible aumentar su número de contactos, seguidores y colaboradores, precisamente gracias al reconocimiento del Centro a nivel nacional. Este reconocimiento inspira a los equipos del centro a continuar trabajando con y para la excelencia.

Este trabajo es primordial para avanzar en habilitar y masificar la construcción con madera en edificaciones en mediana y gran altura, por encima

de los 4 pisos. Para esto, el Centro ha trabajado incansablemente durante estos últimos 12 meses en desarrollar investigaciones que entreguen herramientas validadas al sector público y privado para impulsar esta nueva forma de abordar la construcción, en aplicar y transferir estos conocimientos a empresas, sector público, y otras instituciones académicas.

Esta ha sido la labor de las tres subdirecciones que conforman el Centro durante el segundo año de trabajo, ejecutada con entusiasmo y deseos de innovar. Te invitamos a conocer sus proyectos y grandes hitos, una subdirección a la vez:



## Subdirección de Investigación (SDI)

Tal como en su primer año de trabajo, la Subdirección de Investigación de CENAMAD (SDI) estuvo a cargo de la generación de investigación de excelencia del Centro, a través del impulso de diversos proyectos orientados a necesidades de la cadena de valor de la madera y su enriquecimiento; abarcando desde la producción sostenible de materia prima hasta la masifica-

ción de la construcción en madera en mediana y gran altura.

La alta calidad de los investigadores y equipos, junto a la visión interdisciplinaria con que estos ejecutan sus labores, es el sello del trabajo del Centro a la hora de enfrentarse a la producción de conocimiento científico y tecnológico.

A continuación, invitamos a conocer algunos de los proyectos más destacados por los tres ejes de trabajo del centro en el área de la investigación, abarcando el segundo ciclo de proyectos capital semilla (PCS) entregados durante este periodo, y los proyectos desarrollados a partir de la adjudicación de fondos concursables.





## Sustentabilidad y Productividad Forestal

## Monitoreo en tiempo real del crecimiento, formación de madera y almacenamiento de carbono en plantaciones industriales

El avance del cambio climático en nuestro medioambiente no sólo queda en manifiesto en los ecosistemas de nuestro país sino también en sus especies, afectando variables de gran importancia para la producción forestal tales como el crecimiento de los árboles, la calidad de la madera, y la capacidad de captura de carbono de estos ejemplares.

La observación, control y evaluación de estos aspectos es clave para tomar las mejores decisiones en materia silvícola, pero estos cambios a nivel macro han dejado obsoletos los estándares previos, haciendo prioritaria la caracterización y cuantificación de estas relaciones bajo su nuevo matiz.

Ante la pregunta sobre la relación entre clima y variantes como crecimiento, anatomía, propiedades y capacidad de captura de carbono de la madera afectada por estos cambios, este pro-

yecto busca desarrollar un sistema que evalúe dichas características y el impacto del cambio climático en estas en tiempo real, beneficiando el manejo de estas plantaciones.

### Objetivo:

- Evaluar el uso de dendrómetros digitales y sensores ambientales para monitorear en tiempo real el crecimiento de los individuos.
- Predecir a través de modelos la anatomía, propiedades de la madera y captura de carbono de los individuos, permitiendo la disponibilidad de información continua y oportuna para la toma de decisiones.

### Resultados esperados:

- Identificar la relación entre las variables meteorológicas, el de-

sarrollo y las características del anillo de crecimiento

- Articular una red de sensores en plantaciones de Pinus radiata con un gradiente de pluviometría
- Generar un prototipo de plataforma web con información en tiempo real
- Realizar un análisis de factibilidad de esta tecnología

### Investigador responsable:

- María Paulina Fernández (UC)

## Mejorando la sostenibilidad de la producción forestal

El cultivo de plantaciones mixtas abre un amplio abanico de posibilidades para mejorar los resultados productivos, la resiliencia de individuos, y la relación de estos con el medioambiente. El desarrollo de bosques con variabilidad de especies permite diversificar el paisaje del bosque productivo y mejorar su eficiencia, además de su resiliencia al cambio climático y permitir una gestión más sostenible.

Nuestro país es uno de los que ha visto esta posibilidad con buenos ojos, para lo que contamos con una red de ensayos que incluye plantaciones mixtas y puras, en las que se cuantifica producción, calidad de la madera, fijación de carbono, eficiencia en el uso de aguas, fertilidad del suelo, sanidad y rentabilidad, entre otras.

Enfrentado a este laboratorio vivo y disponible para generar mejores posibilidades de manejo silvícola, el proyecto busca evaluar de manera cualitativa y cuantitativa si son reales estas virtudes de las plantaciones mixtas, mejorando exponencialmente sus capacidades, calidad y sostenibilidad a través de la presencia de diversas especies.

### Objetivo:

- Evaluar el crecimiento, calidad de la madera, secuestro de carbono, eficiencia del uso del agua, fertilidad del suelo, sanidad y rentabilidad de plantaciones mixtas y puras para mejorar la sostenibilidad y resiliencia de los sistemas productivos forestales.

### Resultados esperables:

- Análisis comparativo en plantaciones mixtas y plantaciones puras, de variables cuantitativas y cualitativas relevantes para la producción forestal sostenible.
- Creación de un equipo interdisciplinario de excelencia en temas estratégicos para el desarrollo sostenible del sector forestal.

### Investigador responsable:

- Verónica Loewe



## Modelamiento de la relación entre captura de carbono y calidad de madera de *Pinus radiata*, asociado a un gradiente de productividad en la Región del Biobío

El rol del bosque como secuestrador de carbono es uno de los grandes argumentos a la hora de invitar a ampliar el uso de la madera en diversos sectores. Al respecto, muchas veces se pone el foco en cuanto CO<sub>2</sub> estos pueden absorber o cómo evitar el retorno de este carbono a la atmósfera, dejando de lado las implicancias que podría tener para las plantaciones mismas.

Actualmente no existen modelos que cuantifiquen la huella de carbono y la calidad de la madera de plantaciones forestales, especialmente abarcando tanto el bosque como el suelo de este. Al respecto, se apunta a ampliar este estudio hacia suelos graníticos y metamórficos, con el fin de generar modelos preliminares con posibilidad de escalamiento.

Tomando la densidad de la madera, y quizás otros atributos estructurales, se

busca poder generar mejores indicadores de sustentabilidad ambiental y económica, integrando la productividad y el material de origen del suelo a estos modelos.

### Objetivos:

- Determinar stock de carbono en plantaciones de *Pinus radiata* en edad de cosecha, en un gradiente de sitios para esta especie.
- Determinar la calidad de madera en plantaciones de *Pinus radiata*, en un gradiente de sitios para esta especie.
- Evaluar el desarrollo de modelos para estimar el secuestro de carbono y calidad de madera, en un gradiente de sitios para *Pinus radiata*.

### Resultados Esperables:

- Desarrollar modelos preliminares de stock de carbono (para bosque y suelo) en un gradiente de sitios para *Pinus radiata*.
- Analizar la calidad de la madera (densidad básica de madera juvenil y madura) en un gradiente de sitios para plantaciones de *Pinus radiata*.
- Generar modelos que relacionen la calidad de la madera en plantaciones de *Pinus radiata* con stocks de Carbono en diferentes productividades de sitio.

### Investigador responsable:

- Rosa María Alzamora

## Hacia paisajes forestales resilientes al fuego: evaluación de la inflamabilidad de plantas como herramienta novedosa para el manejo forestal.

Las zonas de Interfase Urbano-Rural (ZIUR) se están convirtiendo en un área de cada vez más riesgo en materia de seguridad, debido a su capacidad de iniciar incendios forestales capaces de tanto dañar al bosque nativo como a las plantaciones forestales y a los sectores urbanos, dejando enormes impactos socioeconómicos en los lugares y población afectada.

Por lo general, estas áreas están principalmente cubiertas por vegetación exótica, la que está vinculada con más posibilidades de incendio dada su mayor inflamabilidad y más rápida propagación. Por el contrario, la vegetación nativa se ve como una barrera natural para prevenir incendios gracias a sus propias condiciones y características.

Actualmente, existen escasos estudios que aborden las características de in-

flamabilidad de la vegetación, siendo esta una herramienta novedosa para un mejor manejo de paisajes forestales.

### Objetivos:

- Determinar los perfiles calorimétricos tanto de especies nativas como extranjeras que sean comúnmente encontradas en zonas de Interfase Urbano-Rural (ZIUR).
- Evaluar un paquete de variables de inflamabilidad en condiciones controladas en laboratorio para zonas ZIUR.
- Clasificar las zonas ZIUR de acuerdo a sus características de inflamabilidad y proponer un manejo con especies menos propensas a propagar el fuego.

### Resultados esperados:

- Construir un perfil de valores calorimétricos que representará la energía calórica transferida por la vegetación, siendo visto como un agente de propagación del fuego.
- Proponer un ranking de vegetación basado en sus cualidades de inflamabilidad, que sirva para sugerir un mejor manejo de las áreas de interrelación urbanas-no utilizadas, apuntando a generar paisajes con bosques más resilientes.

### Investigador responsable:

- Andrés Fuentes

## Determinación de la influencia de las masas forestales sobre las tendencias de producción de agua de cuencas de la zona central de Chile

Una de las preguntas más importantes a raíz del cambio climático y sus consecuencias en nuestras vidas es la referente al agua y su disponibilidad. La disponibilidad y oferta de agua, ya sea proveniente de caudales o precipitaciones, está yendo a la baja desde hace un tiempo atrás, a la vez que su demanda crece, particularmente para usos productivos.

En este escenario, el común de la población nacional ve a las plantaciones como uno de los principales responsa-

bles de esta escasez, dadas su necesidad de recurso para producción de bienes.


Sin embargo, no existe investigación previa que compruebe este discurso, lo que genera una necesidad de conocer el verdadero rol de las masas forestales en la producción de agua de las cuencas en el centro del país, de conocer si realmente las plantaciones pueden ser un elemento negativo en estos ecosistemas; o, por el contrario, entregar una mayor estabilidad a las tendencias de producción de aguas.

### Objetivo:

- Determinar el nivel de influencia de la cobertura forestal sobre las tendencias de producción de agua en 30 cuencas del país, dentro de climas árido-semiárido y húmedo-subhúmedo.

### Investigador Responsable:

- Roberto Pizarro

A close-up photograph of a person's hand, wearing a grey suit sleeve, holding a small glass flask containing a blue liquid. The background is a laboratory or kitchen setting with various glassware, including beakers and flasks, some containing yellow and green liquids. There are also several small white bowls containing different types of dried plants and herbs, such as pinecones and small red berries. The scene is brightly lit, creating a clean and professional atmosphere.

Desarrollo de bioproductos

## Preservante natural de la madera a base de compuestos fenólicos extraídos de la corteza de pino y eucalipto

La madera cuenta con grandes cualidades que ofrecer a la construcción y desarrollo de productos, pero también tiene debilidades que pueden ser usadas para no optar por su aplicación. Una de las más conocidas en este aspecto es su susceptibilidad a la degradación, que puede ser causada tanto por agentes bióticos (hongos y otros microorganismos) o abiótica (rayos UV, por ejemplo).

Los preservantes de madera tienen un rol clave en este escenario al proteger al material de estas y muchas otras amenazas por un largo tiempo. Sin embargo, la composición de las soluciones preservantes hoy existentes es contraproducente con la premisa de la madera como material sostenible, ya que estos también pueden causar un impacto negativo tanto en el medio ambiente como en nuestra salud.

Se identificó una oportunidad de unir estos elementos en una solución de eficiente y sostenible a través del potencial uso de los compuestos polifenólicos provenientes de las cortezas de pino radiata y eucalipto, pudiendo desarrollar un nuevo y moderno preservante, capaz de proteger a la madera contra patógenos como hongos y los rayos UV.

### Objetivo:

- Evaluar el potencial de extractos naturales de corteza de pino y eucalipto para proteger la madera del ataque de agentes como hongos y rayos UV.
- Extraer y caracterizar los polifenoles de la corteza de pino y eucalipto.

- Evaluar la efectividad de un preservante natural en la protección de la madera

### Resultados esperables:

- El desarrollo de extractos de corteza de pino y eucalipto caracterizados químicamente y validados biológicamente.
- La potencial formulación de un preservante natural, basado en polifenoles para la protección de la madera frente a degradación biológica y ambiental por hongos y rayos UV, respectivamente, validadas a escala de laboratorio.

### Investigador Responsable:

- Danilo Escobar

## Valorización de cortezas de especies nativas con potenciales aplicaciones antifúngicas para el control de hongos manchadores y de pudrición en madera aserrada

Los organismos xilófagos son aquellos que se alimentan principal o exclusivamente de madera para sobrevivir, afectando sus propiedades físicas y mecánicas, su calidad, y por ende, su valor comercial. Esto los convierte en un problema para el sector productivo, ya sea que hablemos de insectos, animales marinos u hongos con esta dieta.

Hoy en día existen en el mercado múltiples soluciones para manejarlos, las que se caracterizan por tener un altísimo impacto medioambiental debido a los tratamientos químicos que requiere su fabricación.

Ante este escenario, este proyecto busca mejorar la durabilidad de la madera a través de la evaluación de alternativas más ecológicas y seguras, desarrolladas a partir de extractos de especies nativas como el espino, el peumo y el maitén.

### Objetivos:

- Evaluar la eficacia de extractos acuosos de especies nativas del bosque esclerófilo contra hongos manchadores y de pudrición en madera aserrada, para ofrecer alternativas ecoamigables en el control de patógenos.
- Obtener y caracterizar los extractos acuosos de la corteza, albura y duramen de las especies espino, peumo y maitén, del bosque esclerófilo.
- Evaluar la actividad fungicida in vitro de los extractos para el control de hongos manchadores (*Ophiostoma sp.*, *Trichoderma sp.* y *Diplodia pinea*) y de pudrición (*Polyporus sp.*, *Trametes versicolor*).

### Resultados esperables:

- Informe final, cuyos resultados serán presentados en congresos nacionales.
- Preparación de manuscrito para su publicación en revistas indexadas.

### Investigador responsable:

- Cecilia Fuentealba





**Construcción con madera**



## Desarrollo de un nuevo sistema estructural híbrido madera-hormigón para Chile

La forma más común de combinar madera y hormigón en una edificación consiste en el desarrollo de un núcleo de hormigón, por un lado, y una estructura de muros o marcos de madera por el otro. El resultado es competitivo estructural, constructiva y energéticamente, pero no resulta más económica que un edificio convencional.

Dada la significancia que tiene el tema económico, es un problema habitual para las estructuras híbridas ser más costosas que aquellas que solo tienen madera u hormigón. Observando eso, se suman problemas adicionales como: torsiones y esfuerzos en diafragmas por la diferencia en rigidez entre madera y hormigón, el alto valor de herrajes y uniones madera - núcleo, y el alto requerimiento de anclajes en este tipo de edificios.

Observando esto, se propone investigar si es posible crear un sistema hí-

brido madera-hormigón, completamente nuevo a nivel internacional y que consista de marcos de hormigón arriostrados por tableros de madera, llegando a ser más barato que los materiales tradicionales y cumplir requerimientos como los de la NCh 433.

### Objetivos:

- Desarrollar un prototipo de muro consistente en marcos de hormigón, tableros de madera y conectores tipo clavija que sea barato, con una rigidez madera vs hormigón compensada, rígido, dúctil, muy ligero e industrializable.
- Desarrollar análogamente un prototipo de losa.
- Probar en laboratorio ambos prototipos.
- Desarrollar un modelo numérico que permita modelar la tecnolo-

gía propuesta y realizar un análisis de su desempeño.

- Realizar una valoración económica preliminar del sistema propuesto.

### Resultados esperables:

- Prototipo de muro híbrido
- Prototipo de losa híbrida
- Prueba de concepto en laboratorio de ambos prototipos
- Modelo numérico validado que permita desarrollar y estudiar más variantes de muros y losas
- Modelo de edificio híbrido que permita analizar el desempeño teórico a nivel de edificio

### Investigador responsable:

- Pablo Guindos

## Desarrollo de hormigón ligero y sostenible a partir de fibras residuales del bosque chileno y fibras residuales de cáñamo, y evaluación de su potencial como material estructural y no estructural en edificios en madera e híbridos madera-hormigón.

Las edificaciones híbridas madera-hormigón son la solución más competitiva para los edificios de gran altura en madera, pero poseen dos debilidades: su gran masa, que se debe al uso de hormigón convencional, afectando sus fuerzas gravitacionales y sísmicas; y la huella de carbono que adiciona este material.

Ante este escenario, se han buscado múltiples formas de reducir esta huella medioambiental, donde el reemplazo de materiales en la mezcla de concreto por elementos más sostenibles, tales como cenizas y subproductos orgánicos. El reemplazo que busca entender este proyecto son las semillas de cáñamo, conocidas como hemp seeds en inglés.

Ante este contexto, el proyecto busca identificar si estas semillas y el producto desarrollado a partir de ellas

cuentan con el potencial para convertirse en parte de soluciones y materiales estructurales y no estructurales de edificios híbridos madera - hormigón.

### Objetivos:

- Evaluar las propiedades físicas (densidad, porosidad, conductividad térmica y capacidades asociadas a calor) y mecánicas del concreto desarrollado con semillas de cáñamo para soluciones estructurales y no estructurales (aislación acústica o adición de inercia térmica) en edificios híbridos madera-hormigón.
- Evaluar la durabilidad del material bajo diferentes condiciones ambientales y proponer medidas preliminares para mejorar durabilidad.

### Resultados esperables:

- Ficha de desempeño físico y mecánico del concreto desarrollado en Chile con semillas de cáñamo, utilizando diversas fibras.
- Caracterización de la durabilidad natural de este material.
- Reporte que incluya medidas preliminares para aumentar las propiedades mecánicas, físicas, durabilidad, y sugiera aplicaciones estructurales y no estructurales.

### Investigador responsable:

- Siva Avudaiappan

## Caracterización de puentes térmicos en construcciones híbridas con CLT mediante análisis de elementos finitos

En términos de eficiencia energética, las envolventes son uno de los elementos principales de un edificio. Sin embargo, su comportamiento térmico no sólo dependerá de las características de sus elementos principales como losas, muros y suelos, sino que también de sus conexiones entre sí, que se comportan como puentes térmicos.

Recientemente, el uso de madera contralaminada o CLT ha tomado un particular interés como una de las variantes más representativas de la madera masiva. Considerando su versatilidad como material y su baja conductividad térmica, se identifica en ella una oportunidad para lograr envolventes óptimas ante el flujo de calor.

Sin embargo, no existen estudios relevantes que evalúen el comportamiento de estos puentes térmicos en construcciones híbridas, de CLT con acero u hormigón, ante distintas condicio-

nes de climas extremos como los que se dan en Chile. Ante este panorama, surge la pregunta: ¿Cuál es el comportamiento de los puentes térmicos en encuentros híbridos con CLT, teniendo en cuenta las distintas configuraciones geométricas, materiales, de temperaturas y conexiones entre elementos?

### Objetivos:

- Evaluar y cuantificar el comportamiento de puentes térmicos presentes en construcciones híbridas con CLT, mediante la determinación de sus indicadores de análisis a través del cálculo numérico por el método de elementos finitos.
- Caracterización de los parámetros que influyen en una respuesta inadecuada ante el flujo de calor por el puente térmico ante

distintas soluciones constructivas y climas, teniendo en cuenta no sólo el efecto del tipo de unión geométrica, sino también la contribución de los anclajes mecánicos (pernos, clavos y platinas de acero) en el flujo de calor por la envolvente.

### Investigador responsable:

- Manuel Carpio.

## Desarrollo de anclaje industrializable para muros de corte de madera en sistema marco plataforma

Los costos de uniones y herrajes en estructuras de manera suelen suponer entre el 20% y 30% de los gastos de obra, en especial para la construcción con entramado ligero. En esta, las conexiones más costosas son los anclajes (hold-down, ATs y claves de corte), los que también son uno de los mayores problemas a la hora de industrializar y construir rápidamente fuera de sitio.

Ejemplo de esto está en que los muros de entramado ligero deben trasladarse a obra “abiertos”, sin taparse con OSB o placas de yeso cartón, cosa de poder poner los anclajes en obra. Otro problema que tiene esta pieza clave es su comportamiento estructural, dado que no son solo elementos caros, sino también no muy rígidos, lo que hace más difícil el cumplimiento de los límites de deformación sísmica de la NCh 433.

Observando este escenario, se propone desarrollar un anclaje de hold-down para muros de corte de madera que pueda incluirse en planta de prefabricación, más barato y rígido que los existentes.

### Objetivos:

- Desarrollar un hold-down industrializado que pueda instalarse en la industrializadora y ensamblarse rápidamente en obra.
- Lograr que el hold-down sea del orden de X5 veces más rígido que un hold-down normal.
- Lograr que tenga como mucho el mismo precio por kN de capacidad que tiene un hold-down comercial, idealmente, que sea de menor precio.

- Realizar pruebas de concepto con variaciones paramétricas que, además de permitir el desarrollo del dispositivo, permitan patentar o publicar.

### Resultados esperables:

- Prototipos de herraje de hold-down con medidas relativamente estandarizadas y optimizadas.
- Matriz de ensayos bajo diversas variaciones paramétricas.
- Modelo numérico con edificio, que compare desempeño bajo sismo de diseño del herraje propuesto vs los herrajes comerciales.

### Investigador responsable:

- José Luis Almazán





**Proyectos desarrollados a partir de  
fondos concursables**

Durante su segundo año de trabajo, el centro se adjudicó un total de 28 fondos concursables para la realización de proyectos de investigación en sus tres líneas de trabajo. De este número, exactamente el 50% (14) tuvieron por director o director alterno a un investigador CENAMAD, mientras que el 50% restante contó con liderazgos de otras afiliaciones.

En términos de la cantidad de proyectos adjudicados por cada eje de investigación, la línea con mayor número de proyectos fue Bioproductos, dado que se adjudicaron 15 de los 28 proyectos mencionados (53,6%), y sus investigadores dirigieron 6 de los 14 trabajos liderados por académicos CENAMAD (42,8%).

Al respecto, en los ejes de Sostenibilidad y Productividad Forestal y Construcción en Madera fueron responsables de 9 y 4 adjudicaciones respectivamente, correspondientes a un 32,1% y 14,3% respectivamente. Cabe destacar que, en ambos ejes, más de la mitad de los proyectos tuvieron a investigadores del Centro como direc-

tores o directores alternos (5 en el caso de Forestal, igual al 56% de sus adjudicaciones, y 3 en el de Construcción, equivalente al 75% respectivamente).

El listado de proyectos concursables adjudicados y liderados por investigadores CENAMAD incluye:

- **Red Firewall:** Alianzas para la restauración y adaptación de ecosistemas naturales frente a incendios forestales y cambio global, dirigido por el investigador principal UFRO – CENAMAD Andrés Fuentes.
- **Valorización del cáñamo (*cannabis sativa ssp.*) En Chile: fibras vegetales como alternativa sustentable para el desarrollo de productos con baja huella ecológica,** dirigido por la investigadora principal UDT – CENAMAD Cecilia Fuentealba.
- **Instalación de Capacidades Institucionales en Ciencia Abierta, para Gestionar Conocimientos de Información Científica**

**y Datos de Investigación en la Universidad del Bío-Bío, para el beneficio de la sociedad,** del que el investigador principal UBB – CENAMAD Mario Núñez ejecutó el cargo de Director Alterno.

- **Red de colaboración internacional para el monitoreo espacio-temporal de los recursos hídricos, los bosques y el suelo,** dirigido por el investigador principal UdeC – CENAMAD Rafael Rubilar.
- **A predictive model for xylophagous insects in roble-rauli-coihue forests,** del que las investigadoras asociadas PUC – CENAMAD y UdeC – CENAMAD Priscila Moraga y Rosa María Alzamora ejecutaron los cargos de Directora y Directora Alterna.
- **Micro emergency architecture explorations using wood systems,** dirigido por el investigador asociado PUC – CENAMAD Felipe Victorero.





## Proyecto Catastro de capacidades y brechas de industrialización de prefabricadoras con madera en Chile

### Subdirección de Transferencia (SDT)

El equipo de la Subdirección de Transferencia (SDT) ha continuado con la labor que desarrolló durante el primer periodo, donde se enfocaron en generar trabajos colaborativos tanto con el sector público como con entidades privadas y académicas externas.

En este ciclo, estas acciones se extrapolaron en múltiples proyectos de transferencia tecnológica, tales como los Proyectos de Interés Estratégico (PIEs), solicitud y otorgamiento de patentes, alianzas estratégicas con instituciones nacionales e internacionales,

y proyectos propios de la subdirección, liderados por el Subdirector de Transferencia e investigador asociado PUC – CENAMAD Felipe Victorero.

A continuación, presentamos algunos de los hitos más destacados:

#### PIE (Proyectos de Interés Estratégico)

Los Proyectos de Interés Estratégico, mejor conocidos como PIE, corresponden a proyectos de transferencia

de tecnologías desarrolladas por el Centro. En el segundo año de trabajo, CENAMAD entregó por primera vez fondos concursables de este tipo, resultando en tres proyectos adjudicados, uno correspondiente a cada eje de investigación.

## Evaluación de especies nativas bajo el dosel de plantaciones: Integrando biodiversidad, valor maderero y servicios ecosistémicos al manejo forestal en el centro-sur de Chile.

El aumento exponencial que han tenido las plantaciones forestales en los últimos 50 años ha llevado a la fragmentación del bosque nativo en partes de menor tamaño, lo que genera una pérdida de estructura y funcionalidad en estos. A esto, además, se suma que la cosecha de plantaciones implica frecuentemente la eliminación de toda la cobertura arbórea del lugar donde se ubican, afectando al ecosistema circundante.

Actualmente, las certificaciones de manejo forestal están demandando la reconversión de alrededor de 40 mil hectáreas de plantación a bosque nativo en los próximos años, lo cual se vuelve difícil al pensar que existe una notoria falta de claridad respecto de las variables que inciden en la regeneración de bosque nativo.

Al mismo tiempo, tampoco hay información disponible sobre los aspectos fisiológicos, de calidad de la madera

y secuestro de carbono, entre otros, de las especies nativas, y no existen experiencias silviculturales de la promoción del crecimiento de especies nativas con potencial maderero bajo el dosel de las plantaciones productivas.

Con la hipótesis de que existen especies nativas de interés maderero que se reclutan naturalmente bajo el dosel de las plantaciones de *Pinus Radiata* en el centro-sur de nuestro país, sin que esto afecte su calidad productiva maderera, el equipo se planteó el objetivo de evaluar la regeneración natural de estos árboles, analizando sus condiciones de sitio, manejo, atributos fisiológicos, calidad del producto maderero y servicios ecosistémicos.

Junto a esto, también fijaron como objetivo el proponer esquemas innovadores de manejo silvicultural, que favorezcan el reclutamiento, desempeño, calidad maderera y ser-

vicios ecosistémicos que proveen estas especies, todo esto con la misión de contribuir a la conservación de la biodiversidad y provisión de servicios ecosistémicos a partir de la innovación en el manejo forestal.

### **Responsables:**

#### **Investigadores principales**

- Andrés Fuentes
- Verónica Loewe
- Roberto Pizarro
- Rafael Rubilar

#### **Investigadores asociados**

- Rosa María Alzamora
- Juan Pedro Elissetche
- Ricardo González
- Rodrigo Vargas

### **Jefe de proyecto:**

- Rodrigo del Río

## Revalorización de residuos de la industria maderera mediante la fabricación de materiales basados en micelio.

Entre los distintos subproductos que surgen de la producción de la celulosa y el papel está el lodo específicamente resultante de esta. Conocido como lodo de la industria de la pulpa y el papel (Pulp and Paper Mill Sludge o PPMS en inglés), suele ser enviado a vertederos como desecho, ignorando que posee entre un 30% - 50% de materia orgánica, la que contiene principalmente celulosa, hemicelulosa y lignina, entre otras sustancias.

Dada la riqueza que este subproducto guarda en materia química, se han desarrollado diversas investigaciones para valorizarlo. Este proyecto se suma a esta corriente al proponer utilizar los PPMS en la fabricación de

biomateriales, a través de la adición de hongos y sus micelios a estos. Con esto, se apunta a desarrollar materiales que pueden tener múltiples usos, tales como el almacenamiento y la aislación en construcción.

Para esto, se proponen como objetivo principal la fabricación y análisis de materiales basados en PPMS y el micelio de dos especies de hongos (*Trametes versicolor* y *Pleurotus ostreatus*). Durante este proceso, también esperan poder caracterizar la morfología de estos materiales, analizar su microestructura y sus propiedades mecánicas, además de buscar comprender la degradación de estos a lo largo del tiempo.

### **Responsables:**

#### **Investigadores asociados:**

- Mamie Sancy
- Gonzalo Rodríguez
- Francisco Chateau

#### **Investigadores externos:**

- Paulo Molina
- Hugo Muñoz

## Desarrollo de plan de acción y primeros pasos para la inclusión de CLT como sistema constructivo tradicional

La tendencia alrededor del mundo a fenómenos como el crecimiento demográfico en países en vías de desarrollo es la densificación urbana vertical, a través de la construcción de edificios en mediana y gran altura. Estos, sin embargo, suelen ser edificadas con materiales de un gran impacto medioambiental y huella de carbono, tal como el hormigón y el acero.

Como respuesta a este fenómeno, y buscando mostrar la posibilidad de densificar la ciudad con un impacto mucho menor al planeta, en los últimos 20 años se han erigido más de 50 edificios en altura edificados total o mayormente con tecnologías en madera, respondiendo a estas problemáticas e impulsando la innovación a través del diseño y validación de soluciones constructivas.

Con esta visión en mente, y el fin de poder utilizar el CLT en la construc-

ción de proyectos públicos de vivienda social sin la continua necesidad de incurrir en los requerimientos de ensayos y normativa aplicada a sistemas constructivos no tradicionales, se puso el objetivo de diseñar un plan de acción para la incorporación del CLT como Sistema Constructivo Tradicional ante el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU).

Pensado para estructurar medidas enfocadas en la construcción de hasta 5 pisos, el proyecto busca sentar las bases para el desarrollo y avance hacia la gran altura, para lo cual plantea la realización de documentos tales como propuestas normativas, manuales y jornadas de transferencia como resultados esperables.

Entre las acciones normativas que busca generar este proyecto se encuentran una propuesta de norma de diseño estructural en CLT, una pro-

puesta para la especificación de preservación del CLT elaborado con madera “no durable”, o un documento técnico al respecto; una guía de diseño y construcción para paneles y losas, y un manual de transporte y montaje para estos mismos elementos.

### **Responsables:**

#### **Investigador de Centro:**

- Pablo Guindos

#### **Coordinador:**

- José Luis Caamaño

#### **Jefes de proyecto:**

- Cristóbal Reyes
- Felipe Bascuñan

## Proyectos Subdirección de Transferencia

Los jefes de proyecto y profesionales que conforman la Subdirección de Transferencia de CENAMAD ejecutan una serie de proyectos y acciones al mismo tiempo que realizan las múltiples iniciativas de impulso a la transferencia tecnológica por parte de los tres ejes de investigación del Centro.

En este sentido, los trabajos realizados por esta subdirección se alinean principalmente con el eje de construcción en madera y abarcan la ejecución de investigaciones, desarrollo de materiales de apoyo, y el desarrollo de consultorías a instituciones públicas y privadas.

Te invitamos a conocerlos:

## Catastro de capacidades y brechas de industrialización de prefabricadoras con madera en Chile

El proyecto “Catastro de capacidades y brechas de industrialización de prefabricadoras con madera en Chile” inició el primero de agosto de 2022, a partir del aumento en la demanda de productos prefabricados ocurrido en los años 2020 y 2021, y del trabajo de MINVU para impulsar esta modalidad constructiva en programas habitacionales sociales, a través de la certificación de empresas prefabricadoras y la aprobación de viviendas industrializadas tipo (VIT).

Respondiendo a la necesidad de poder conocer el escenario actual de esta industria, el proyecto se propuso identificar las capacidades y brechas existentes dentro de este sector, a través de un levantamiento que permitiera proponer una hoja de ruta con la que se apunte a su modernización en materias como nueva tecnología.

Para hacer estos objetivos posibles, el equipo a cargo elaboró una base de datos de las distintas prefabricadoras ubicadas a lo largo de todo el país, además de desarrollar un instrumento de medición que permitiera cuantificar el nivel de industrialización (NI) de cada empresa.

Este instrumento, una encuesta que fue aplicada a 56 compañías de todo Chile, entregó los datos con que se puedo construir un análisis de la industria, determinar sus brechas, y construir tanto fichas técnicas como un informe de más de 150 páginas, de acceso liberado.

### Responsables:

- Felipe Victorero
- Sebastián Parada



## Capacitación para realizar ensayos de puerta sopladora, de acuerdo a la norma NCh 3295, a profesionales MINVU de la región de Los Lagos. 10/11/22

Entre los meses de noviembre y diciembre de 2022 se llevó a cabo el ciclo de charlas “Evento técnico en el marco del plan de emergencia habitacional”, donde se realizaron tres instancias de capacitación en las regiones de Maule, Arica y Parinacota y Los Lagos.

Iniciado el 10 de noviembre con la primera jornada en la ciudad de Talca y

finalizado el 01 de diciembre en Puerto Montt, estos eventos se desarrollaron con el objetivo de reunir a profesionales y técnicos provenientes de los distintos sectores que conforman la industria de la construcción habitacional, buscando transferir conocimientos desarrollados por el Centro, principalmente en el área de la madera industrializada.

### **Responsables:**

- Felipe Victorero
- Romina Rubio
- Carolina Galdames

## Guía de diseño e industrialización en madera para MINVU

La Guía de diseño e industrialización en madera es una herramienta surgida en el contexto de la crisis habitacional que afecta a nuestro país desde 2017, y el Plan de Emergencia Habitacional desarrollado por el gobierno actual con el fin de absorber alrededor del 40% de la demanda proyectada para el año 2025 (260 mil nuevas viviendas).

En este escenario, y ante la posibilidad de mejorar los niveles de productividad y eficiencia del sector construcción a través del uso de métodos como la industrialización y digitalización, la guía tiene el objetivo de potenciar los beneficios de la incorporación de la industrialización, principalmente en cuanto a la construcción de viviendas sociales, y anticipar las situaciones que podrían afectar el proceso de manera crítica.

Para esto, el texto se divide en dos partes, pensadas para abordar aspectos teóricos y prácticos, donde tocan aspectos indispensables para el desarrollo del diseño con una visión industrializada: fundamentos y conceptos clave, etapas del proceso de industrialización, consideraciones de diseño, requerimientos de esta modalidad constructiva, aspectos normativos a escala nacional, y la revisión de múltiples casos de estudio.

Con estos elementos, el texto apunta a orientar a los profesionales del sector en torno al diseño en la industrialización y sus consideraciones respecto del proceso tradicional, destacando soluciones constructivas que encierren un potencial transformador para el país.

### **Responsables:**

- Felipe Victorero
- Fabiana Lorca

## Base de datos e Indicadores para el seguimiento de la construcción en Chile

Dada la importancia del sector construcción en el desarrollo económico y la implementación de políticas públicas de promoción de la sostenibilidad ambiental, contar con datos precisos y actuales sobre temas como la superficie construida y las materialidades utilizadas se vuelve fundamental para el impulso de estrategias efectivas.

Buscando aportar a esto, el Centro desarrolló el estudio “Base de datos e Indicadores para el seguimiento de la construcción en Chile” para que este sirva como herramienta en la toma de decisiones, entregando una visión in-

tegral de las tendencias del sector en nuestro país para permitir la identificación de oportunidades que permitan mejorar la sostenibilidad.

Para esto, el texto se centra en dos grupos de indicadores: superficies & materialidades y sostenibilidad ambiental, con el objetivo de proporcionar un análisis exhaustivo y actualizado, generar indicadores, evaluar la huella de carbono incorporado, proporcionar información clave para la toma de decisiones e identificar las oportunidades de mejora del sector.

### Responsables:

- Felipe Victorero
- Daniela Méndez
- Felipe Bascuñán

## Consultoría a empresa prefabricadora Prefabricadas Premium, 01/05/23

El primero de mayo de 2023 se da inicio a la consultoría entre el Centro y la empresa prefabricadora Prefabricadas Premium, compañía ubicada en la región de Coquimbo; y orientada a la industrialización en procesos de fabricación y diseño de viviendas industrializadas tipo.

Con este enfoque, y el objetivo de generar un diseño de construcción en serie que considere los criterios de estandarización de procesos y diseño que implica la industrialización, el trabajo a realizar se dividió en dos etapas:

- La evaluación y análisis de las capacidades de la empresa para calificar en la lista de industrializadores autorizados por la División Técnica

de Estudio y Fomento Habitacional (DITEC) del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU).

- Generar el diseño de una unidad de vivienda industrializada estandarizada para el programa de subsidio DS49, inserto en el marco del plan de viviendas de emergencia.

Durante el desarrollo de estas fases de trabajo, el proyecto se modificó en base a avances e intereses de la empresa mandante, lo que se manifestó en que la unidad de vivienda antes señalada se convirtió en un edificio industrializado tipo, una construcción de 4 pisos pensada para su edificación en el sistema constructivo de entramado ligero.

Otros objetivos que se plantearon cumplir con este proyecto fueron: generar los sistemas tecnológicos necesarios para la construcción de este tipo de estructuras, tanto en la región de origen de la empresa como en otras; y aplicar en este proceso de desarrollo un enfoque de gestión diferente al tradicional, a partir de la incorporación de la industrialización.

### **Responsables:**

- Felipe Victorero
- Fabiana Lorca
- Daniela Méndez
- Francisco Eckhardt
- Sol Villanustre
- Florencia Rodríguez

## Consultoría a la Corporación Regional de Desarrollo Productivo del Maule

El proyecto “Diagnóstico de brechas para la elaboración de paneles constructivos en madera” surge con el objetivo de atender una problemática de alta relevancia para el sector maderero de la región del Maule: la pérdida de competitividad de esta industria.

Este escenario, causado por la escasa producción de madera y productos madereros de alto valor tales como la madera estructural o soluciones constructivas con valor agregado, llevó a la Corporación Regional de Desarrollo Productivo (CRDP) de esta región a licitar estudios y análisis que presentaran respuestas tan efectivas como viables, proceso en el que se seleccionó este proyecto.

En base a esta problemática, el equipo propuso aprovechar el escenario que enfrenta actualmente la industria de la construcción como una oportunidad para promover el desarrollo del sector maderero y de la región en general. Para esto, se decidió introducir

nuevas capacidades productivas a las empresas de la zona, tales como la industrialización en madera.

Con este fin, también se puso como objetivo específico el analizar las capacidades de la industria local y caracterizar las demandas habitacionales de la región, tanto públicas como privadas, en busca de potencialidades productivas que dieran pie a un catálogo de soluciones constructivas, que a su vez hicieran posible la creación de un portafolio de inversión.

Este proyecto se desarrolló en cuatro etapas, a partir de estas metas:

1. Levantamiento de capacidades técnico-productivas de las empresas
2. Caracterización de la demanda habitacional regional
3. Presentación de soluciones constructivas que componen tanto la estructura como la arquitectura

de una vivienda tipo con foco en estándar DS10 (rural)

4. Recepción de una propuesta preliminar personalizada para cada empresa, que incluyó un estudio financiero de rentabilidad, detalle del nivel de industrialización de esta, su nivel de desarrollo de productos alcanzable con una cierta cantidad de inversión, y descripción de operaciones y rendimiento de las plantas.

En la versión final de este estudio participaron 14 empresas de la región, principalmente aserraderos. El trabajo se llevó a cabo entre los días 27 de julio de 2023 y 25 de marzo de 2024.

### Responsables:

- Felipe Victorero
- Francisco Eckhardt
- Enric Serra



## Proyectos junto a la industria

Los investigadores de CENAMAD se vincularon con el sector público y privado de las industrias forestal, maderera y de la construcción a través de 10 contratos firmados a lo largo del segundo año de trabajo, los que abarcaron acciones como consultorías, análisis y formulación de productos en nuestros tres ejes de investigación.

De estos proyectos, 4 pertenecen al eje de sustentabilidad y productividad forestal, 2 corresponden al eje de bioproductos, y los 4 restantes fueron desarrollados por equipos de construcción en madera. Cabe destacar que estos proyectos fueron desarrollados tanto con empresas grandes como pequeñas, incluyendo también instituciones gubernamentales de fuera de nuestro país.

Entre los proyectos más destacados realizados por el centro, a través de estos contratos, se encuentran:

### Hoja de Ruta para la construcción de viviendas sociales en madera en Uruguay

“Hoja de ruta para la construcción de viviendas sociales en madera en Uruguay” fue un proyecto mandado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para el Ministerio de Vivienda y Planificación Territorial (MVOT) de Uruguay, encabezado por el investigador asociado del eje de construcción en madera PUC - CENAMAD Juan José Ugarte.

Iniciado el día 16 de noviembre de 2022, su realización implicó una consultoría, el desarrollo de un plan de trabajo, y capacitaciones insertas



**Reserva La Fusta,**  
Región de la Araucanía

en el contexto de su implementación y aplicación. Este trabajo se dio por terminado el 16 de noviembre de 2023.

El texto final se compone de 4 principales capítulos, orientados a introducir al lector en el escenario de la construcción con madera a escala global, presentar un benchmarking basado en la experiencia nacional e internacional, un compilado de entrevistas sobre participación intersectorial, y el texto final de hoja de ruta.

## Cooperación con Reserva La Fusta SpA

El 20 de enero de 2023 se da inicio a el Acuerdo de Cooperación Técnica firmado por Reserva La Fusta SpA y la Facultad de Agronomía y Ciencias Medioambientales de la Universidad

de la Frontera (UFRO), teniendo como responsable al investigador asociado UFRO – CENAMAD Ricardo González.

En el acuerdo, los académicos del departamento de Ingeniería en Recursos Naturales se comprometieron a colaborar con la reserva en temas asociados a la restauración de ecosistemas boscosos afectados por incendios o condiciones climáticas extremas, principalmente en la zona andina de la región de la Araucanía.

Reserva La Fusta es un proyecto privado de conservación y protección de ecosistemas, fundado en 2012, que busca crear un espacio para el patrimonio natural nacional, aportar al progreso de una de las zonas más pobres de nuestro país, y enfáticamente, proteger a las Araucarias, declaradas patrimonio natural

en 1990. Actualmente, este contrato continúa vigente.

## Desarrollo de producto para Viveros Lihuen

El contrato firmado entre Viveros Lihuen y el investigador asociado del eje de Bioproductos Leitat – CENAMAD, Pablo Reyes, consistió en el desarrollo y validación de Hydroguard, un hidrogel de origen orgánico y con un complejo antiestrés, basado en aminoácidos y otras sustancias promotoras que permiten potenciar el crecimiento y funcionalidad de la planta, al tiempo que reducen los efectos del estrés hídrico.

El trabajo asociado a este producto dio inicio el 1 de julio de 2023, y fue posible gracias al financiamiento entregado por INNOVA CHILE de CORFO, a esta compañía de la región de O'Higgins.



**Fire Research Seminar,**  
Ljubljana, Eslovenia

## Patentes

Entre los meses de agosto de 2022 y julio de 2023, el Centro solicitó un total de tres solicitudes de patentamiento, y le fueron otorgadas otras dos patentes solicitadas con anterioridad.

Sobre las patentes solicitadas, destaca señalar que dos de estas se asocian al eje de Bioproductos, mientras la restante corresponde al eje de Construcción en Madera; en tanto, las patentes adjudicadas pertenecen a los ejes de Bioproductos y Sostenibilidad y Productividad Forestal.

### Patentes solicitadas:

- Agente absorbente basado en micro/nanopartículas magnéticas recubiertas con lignina, de alta selectividad, regenerable y reutilizable, para la absorción de metales pesados desde aguas re-

siduales y suelos contaminados: método de preparación; y método para remover y cuantificar carga de metales pesados, del investigador asociado Leitat – CENAMAD Pablo Reyes junto a Francisco Vázquez y Ivanna Araya. Solicitada el 16 de noviembre de 2022.

- **Sistema estructural y método de construcción para marcos rígidos en madera con elementos I-Joist**, del investigador asociado PUC - CENAMAD Juan José Ugarte junto a Sol Villanustre, Andrés Sierra y Juan José Acevedo. Solicitada el 21 de diciembre de 2022.
- **Adhesivo de extractos de proteínas de levadura de riles cerveceros y panificadora, nanolignina y entrecruzante**, del investigador principal UBB – CENAMAD Mario Núñez, solicitada el 28 de diciembre de 2022.

### Patentes otorgadas:

- **Uso de un bioproducto a base a extracto de *dictyota kunthii* para repeler el escarabajo de corteza *hylurgus ligniperda* presente en madera aserrada de *pinus radiata***, de la investigadora asociada PUC – CENAMAD Priscila Moraga junto a René Lefeubre, Mónica Latorre, Álvaro Valdebenito, Chris Landahur, Daniela Arriagada, Cristian Agurto y Eugenio San Fuentes. Solicitada el 20 de diciembre de 2019, y otorgada el 15 de septiembre de 2022.
- **Microcápsulas; formulación de recubrimiento que comprende dichas microcápsulas; procedimiento de preparación de microcápsulas; procedimiento de preparación de formulación de**

**recubrimiento; uso de la formulación; sustrato recubierto; uso de sustrato; y procedimiento para recubrimiento de un sustrato**, del investigador asociado Leitat – CENAMAD Pablo Reyes junto a Pabla Barra, Nicolás Nolan, Ruth García y David Gonzales. Solicitada el 12 de septiembre de 2020, y otorgada el 5 de marzo de 2023.

## Alianzas internacionales

A lo largo del segundo año de trabajo de CENAMAD, el número de vinculaciones entre el Centro y otras entidades creció de la mano del trabajo de nuestros investigadores y estudiantes. Entre estas se pueden señalar tres acciones: la creación de redes de colaboración,

la visita de investigadores externos al Centro, y la visita de investigadores del Centro hacia otras instituciones.

### Redes de colaboración:

Entre los meses de agosto de 2022 y julio de 2023, se registra la creación de 25 redes de colaboración entre CENAMAD y otras entidades educativas, localizadas en Europa, Norteamérica, Sudamérica y Oceanía. Estas vinculaciones surgen a partir de objetivos como la colaboración en proyectos específicos adjudicados por CENAMAD, el fortalecimiento del capital humano a partir de la movilidad estudiantil, la colaboración en proyectos de investigación aplicada y transferencia tecnológica, y la creación o integración en redes de trabajo de temáticas afines.

A modo de detalle, las redes de colaboración desarrolladas por CENAMAD en su segundo año de trabajo fueron:

### **Visitas al centro**

13 personas asociadas a otros centros de investigación, universidades e instituciones vinculadas a estos temas visitaron nuestro centro durante su segundo año de trabajo. Dentro de estos destaca el hecho de que 12 de estos 13 visitantes fueron investigadores, mientras que solo un estudiante se acercó a CENAMAD desde otra institución.

Igualmente, es importante señalar que 7 de estos provenían de casas de estudio de nuestro país, provenientes de Santiago, Valdivia y Concepción. Las seis personas restantes representaron a instituciones de Argentina, Japón y Estados Unidos, procedentes de dos ciudades en el caso de este último: Portland y Maine.

Al revisar los motivos de sus visitas, sobresale como el más común el intercambio de conocimientos y tecnologías a través de la realización de reuniones con investigadores del Centro, el cierre de proyectos donde ejercieron como co-ejecutores, las prácticas profesionales, la invitación a la realización de clases, y el fortalecimiento de la vinculación, en el contexto de la postulación a proyectos postdoctorales.

### **Visitas de nuestros investigadores a otras instituciones**

12 integrantes de CENAMAD visitaron otras instituciones de desarrollo de investigación y universidades, de los cuales 9 fueron investigadores y 3 fueron estudiantes de doctorado y magister. Más de la mitad de estas visitas fueron realizadas por miembros del eje de investigación de Sustentabilidad

y Productividad Forestal (7), mientras que las restantes se dividen en visitas realizadas por el eje de Bioproductos (3) y Construcción en Madera (2).

Las instituciones visitadas por nuestros investigadores y estudiantes se ubicaron principalmente en España, recorriendo 5 universidades de ese país, a las que se sumaron instituciones en EE UU, Portugal, Alemania, Chile y Eslovaquia.

Los principales motivos de realización de estas fue el recorrido de instalaciones, la colaboración en el avance de proyectos a partir del uso de equipos y el entrenamiento en el uso de herramientas especializadas. A estos también se destaca la participación en un seminario de alcance continental (Fire Research Seminar).





## Gira Tecnológica internacional CENAMAD: Finlandia y Noruega

### Subdirección de Operaciones (SDO)

El trabajo de la Subdirección de Operaciones del Centro durante este segundo periodo se dividió entre la creación de vinculación interna entre participantes de CENAMAD, la crea-

ción de redes estratégicas de extensión con entidades afines, la realización de eventos de gran envergadura dentro y fuera del país, y la divulgación científica a públicos generales.

Entre los hitos más destacados que formaron parte de sus labores, se encuentran:

## Segundo Encuentro CENAMAD

En septiembre de 2022, en el contexto de la 3ra sesión del Directorio de CENAMAD, surge como tema a debatir la necesidad de desarrollar una jornada de revisión y retrospección que reúna de manera física a los integrantes del centro de diversas regiones del país, haciendo posible el trabajo en equipo más allá del nicho de sus ejes de investigación e instituciones.

Observando esta necesidad, en el 13 de diciembre de 2022 se desarrolla el segundo Encuentro CENAMAD, instancia nombrada de esta manera para continuar el legado de la Primera jornada de Investigadores – CENAMAD, realizada en enero de este mismo año con el fin de reunir por primera vez a los investigadores del recientemente creado Centro.

Con la visión de ayudar en la cohesión de CENAMAD como un todo, esta jornada reunió a alrededor de 90 integrantes de la institución, entre los que se contaron investigadores, jefes de proyectos, estudiantes de postgrado y administrativos.

### Objetivos:

- Cohesionar a los equipos que conforman el centro bajo una visión integrada.
- Generar una mayor y mejor colaboración entre las unidades localizadas en diversas regiones del país.
- Reforzar el compromiso del Centro de ser un aporte al desarrollo sustentable en Chile, a través del impulso a la madera y sus bosques.

### Resultados Esperables:

- Realización de una jornada de trabajo marcada por la vinculación entre los distintos equipos que conforman CENAMAD, la entrega de información relevante para el avance de la entidad, el diagnóstico conjunto de las acciones ya realizadas, la estrategia y la cercanía.

### Responsables:

- Romina Rubio.
- Carolina Galdames.

## Simposio CENAMAD: Cadena de valor para la industria de la construcción sustentable con foco en I+D+i

El simposio CENAMAD “Cadena de valor para la industria de la construcción sustentable con foco en el I+D+i” fue un evento organizado por nuestro Centro, en conjunto a la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) y la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC); y realizado de manera presencial el día 10 de mayo de 2023 en el edificio Anacleto Angelini de la Universidad Católica.

Orientado hacia la exposición de proyectos a través de charlas y exposiciones de posters, y el debate de experiencias exitosas de la mano de paneles de conversación, este evento se realizó con el fin de presentar la misión, visión y acciones que realizamos como CENAMAD, con las que buscamos impulsar el desarrollo y aplicación de nuevas formas de construir basadas en el uso de la madera.

Para esto, la jornada incluyó exposiciones de los jefes de área de cada uno

de los ejes de investigadores del Centro, y la participación de un número significativo de integrantes del cuerpo académico del centro, además de relevantes autoridades y representantes de la industria.

### Objetivos:

- Dar a conocer al centro y sus capacidades a través de la exposición y presentación de proyectos en desarrollo o finalizados a la industria de la construcción.
- Ampliar las redes de trabajo del centro, para poder entregar apoyo a empresas y actores de la industria a partir de innovación, investigación de excelencia y capital humano calificado.
- Interesar a empresas del sector para probar, colaborar y capacitarse en el trabajo con madera para construcción, ya sea sólo utilizando esta como materialidad

o en formatos híbridos con otros materiales tradicionales.

### Resultados Esperables:

- Dejar un impacto positivo en los asistentes al evento, abriendo su interés a conocer más sobre la madera como materialidad, las oportunidades de mejoramiento que permite, y su proceso de valorización a lo largo de cada uno de sus procesos productivos.
- Generar nuevas alianzas, ya sea a través de la firma de convenios, realización de proyectos conjuntos o asesorías, participación en estudios o aportes en la formación y capacitación de capital humano.

### Responsables:

- Romina Rubio
- Carolina Galdames

## Exposición de posters de Simposio CENAMAD en la Cámara Chilena de la Construcción

La realización del Simposio CENAMAD “Cadena de valor para la industria de la construcción sustentable con foco en el I+D+I” despertó un gran interés en entidades del sector privado, tales como la Cámara Chilena de la Construcción (CChC).

A partir de esto, y tras un trabajo colaborativo de gestión entre ambas entidades, la exposición de posters diseñada por el Centro en el contexto del Simposio fue montada en el centro de extensión de la cámara, ubicado en Av. Apoquindo 6750, Las Condes.

A lo largo de cuatro semanas, la exposición estuvo disponible para socios, estudiantes y otros visitantes de estas instalaciones, haciendo posible que diversos trabajos correspondientes a las tres líneas de investigación del Centro fueran conocidos por públicos afines a la industria de la construcción.

### Objetivos:

- Dar a conocer el trabajo del centro, sus desarrollos en investigación de excelencia y transferencia científica, al público especiali-

zado de los socios y visitantes del edificio de la Cámara Chilena de la Construcción.

### Resultados Esperables:

- Exposición dinámica y atractiva de múltiples proyectos del CENAMAD en las instalaciones de extensión de la Cámara Chilena de la Construcción.

### Responsables

- Romina Rubio
- Vanessa Naranjo

## Gira Tecnológica internacional CENAMAD: Finlandia y Noruega

En el contexto de la realización de una nueva versión del World Congress on Timber Engineering (WCTE 2023), el Centro propuso llevar más allá esta experiencia al diseñar una experiencia que permitiera a especialistas de nuestro país conocer e interactuar con representantes de la industria y la academia de países como Finlandia, reconocido por su mayor utilización de la madera estructural, y Noruega, país organizador del Congreso en esta edición.

Sobre esta base, CENAMAD diseñó un programa que incluyó visitas a múltiples ciudades, edificios ícono y proyectos en desarrollo, la realización de

workshops y reuniones estratégicas, y en general, una experiencia inmersiva para ampliar los horizontes tecnológicos de representantes de nuestro país, parte de la industria.

### Objetivos:

- Dar a conocer a profesionales y académicos de nuestro país la realidad de países con mayor tradición y experiencia en la construcción con madera, tales como Finlandia y Noruega.
- Permitir la interacción entre la industria de la construcción en madera del norte de Europa con

la chilena, buscando dar pie a nuevos vínculos y colaboraciones.

### Resultados Esperables:

- Gira tecnológica de 12 días, donde se recorrieron proyectos icónicos e instituciones estratégicas de la construcción en madera de Finlandia y Noruega, además de ser parte de una nueva versión del mayor congreso en ingeniería en madera en el mundo.

### Responsables:

- Romina Rubio
- Carolina Galdames



## Participación CENAMAD en World Congress on Timber Engineering (WCTE) 2023

World Conference on Timber Engineering (WCTE) es una de las conferencias más importantes del rubro de la construcción con madera, realizada cada dos años en distintas sedes alrededor del mundo con el fin de impulsar la creación de redes de colaboración internacional, y la presentación de proyectos e investigaciones que den pie a nuevos desarrollos e innovaciones en el campo de la ingeniería en madera.

En el contexto de una nueva edición, realizada en junio de 2023 en la ciudad de Oslo, Noruega, el Centro gestionó la participación de investigadores principales, asociados, estudiantes doctorales y jefes de proyecto en este evento, haciendo posible su presencia en esta

instancia de altísimo impacto y las diversas actividades organizadas alrededor de esta.

### Objetivos:

- Participar de la conferencia más importante de ingeniería y construcción en madera a nivel global, permitiendo que CENAMAD sea parte de la presentación y debate de los últimos avances tecnológicos.

### Resultados Esperables:

- Creación de redes con otras instituciones académicas, empresas e investigadores de todo el mundo.

- Visita de proyectos hito de la construcción con madera en Noruega
- Presentación de trabajos e investigaciones de investigadores del centro, enfocadas en las áreas de la ingeniería y construcción.

### Responsables

- Romina Rubio

## Inicio campaña “Enlaces: el Valor de Transferir”

Con la visión de acercar la cadena de valor de la madera al público no especializado y dar a conocer el trabajo realizado por los equipos de CENAMAD en las líneas de investigación abarcadas por el Centro, se diseñó la campaña de divulgación científica “Enlaces: el valor de transferir”, proyecto desarrollado junto a Madera21 de la Corporación Chilena de la Madera (CORMA) y que se extendió entre los meses de julio 2023 y abril 2024.

La campaña, conformada por 10 sesiones, tocó temas como:

- Restauración en la sustentabilidad forestal
- Silvicultura y arboricultura
- Rol de la gestión en la productividad forestal
- Desarrollo de bioproductos es-

tructurales y no estructurales a partir de subproductos forestales

- Potencial sustentable de la madera en aplicaciones no estructurales
- Desarrollo de nuevos materiales en base a madera
- Tendencias del diseño arquitectónico en madera
- Diseño estructural en madera híbrida y masiva
- Gestión de proyectos de construcción industrializados en madera

### Objetivos:

- Entregar herramientas básicas sobre los atributos de la madera y su cadena de valor basado en conocimiento general y técnico,

validado por nuestros expertos y profesionales y disponible a través de diversos productos comunicacionales en formato multimedia.

### Resultados Esperables:

- Diez sesiones que tocaron diversos temas de alta relevancia de las tres líneas de investigación de CENAMAD
- Webinars, artículos científicos e infografías validadas por nuestros investigadores, construidas en lenguaje sencillo para su fácil comprensión por parte de un público no especializado.

### Responsables:

- Romina Rubio
- Jessica Dirinot
- Tania Olea
- Vanessa Naranjo

# Próximos desafíos

Tras un año marcado por el crecimiento en términos de productividad científica y desarrollo de nuevos proyectos, el Centro se apronta a recibir su tercer año visualizando los próximos hitos a alcanzar y pasos a seguir.

El objetivo principal en el que el Centro se embarcará durante este nuevo ciclo será avanzar en la investigación tanto paralela como colaborativa de los tres ejes de investigación, trabajando de manera coordinada a partir de los lineamientos y propuestas que entregará la versión consolidada de la Hoja de Ruta, que se comenzó a definirse durante este segundo año.

El inicio de labores alrededor de este instrumento fue uno de los logros más significativos de este periodo, dado que su importancia recae en la necesidad de enfocarse en las metas establecidas durante el periodo de postulación del centro y metas

troncales para materializar la misión y visión, para las que es necesario identificar los productos e hitos específicos a alcanzar para lograr sus objetivos estratégicos.

Al mismo tiempo, su definición es esencial para priorizar los pasos necesarios a seguir en este proceso, tales como secuencias de proyectos de investigación internos y externos, acciones de transferencia tecnológica, difusión, extensión, y formación de capital humano, requeridas por cada uno de los ejes desde este tercer año.

A partir de esto, se han realizado diversas acciones tales como nuevos diagnósticos a la cadena productiva e identificación de nuevos desafíos, necesidades, requerimientos, preocupaciones por parte de la industria, y propuestas de investigaciones a llevar a cabo; revisión de referencias internacionales, y la selección de una estra-

tegia inicial para visualizar de manera preliminar esta Hoja de Ruta.

La redacción final de esta Hoja de Ruta es un trabajo en desarrollo, a finalizarse a lo largo del año 3 del centro, dada la necesidad de elementos clave para esta tales como revisiones presupuestarias e incorporación del ítem de políticas públicas como eje de desarrollo.

Un segundo desafío que abarcará el Centro durante este nuevo ciclo será el desarrollo de un Consorcio Tecnológico al cual se postuló al cierre del segundo año de trabajo, fondo entregado por la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) de un total de seis millones de dólares norteamericanos (USD).

Este instrumento, desarrollado para crear consorcios entre actores de la industria, con el fin de generar nuevos ecosistemas de negocios, se enfo-

cará (en el caso de adjudicarse) en el fomento e impulso a la construcción productiva y sostenible en madera en el país; a través de la optimización económica de esta modalidad constructiva y la generación de estrategias que maximicen la sustentabilidad social y medioambiental del ambiente construido.

En el caso de que CORFO seleccione el proyecto de consorcio, este será un complemento virtuoso a la misión, visión, objetivos y metas del Centro, convirtiéndose en una herramienta directa de transferencia tecnológica que fortalezca y amplifique el impacto de CENAMAD, además de dar espacios de desarrollo y materialización a múltiples innovaciones desarrolladas por este.

Esto porque se proyecta que este consorcio permitirá aumentar la construcción en madera entre un 10% y 20%

en la próxima década, pasando del actual 20% de utilización del material (un quinto de las edificaciones erigidas en el país), a un 30% o incluso 40%.

Se espera también que las soluciones constructivas con madera aporten significativamente al déficit habitacional que hoy afecta a nuestro país, mejorando la sostenibilidad de la industria no solo con estructuras con menor impacto ambiental, sino también con la generación de estándares y herramientas de medición que sean aplicables a todo el país.



**Francisca Lorenzini**  
Gerente General CENAMAD

---



# Palabras al cierre

*En dos años de arduo trabajo, CENAMAD ha logrado constituirse como una entidad capaz de entregar conocimientos de excelencia, enfocada en el desarrollo tecnológico, la transferencia y el I+D+i. Esto fue posible gracias al establecimiento de una estructura interna sólida, que hoy nos permite poner nuestra atención en cómo nos embarcamos hacia el futuro, en las directrices y pasos necesarios para dimensionar nuestro avance hacia los objetivos propuestos en la postulación.*

*Para esto, durante el año 2 dimos inicio a uno de los procesos más necesarios para nuestra proyección como Centro: el desarrollo de una hoja de ruta que guíe nuestras acciones entre 2023 y 2031, la cual será finalizada en este año 3 para sentar las bases que demarcarán dicho camino.*

*A través de ejes, iniciativas, acciones y verificadores, esta hoja de ruta contendrá las prioridades a alcanzar como CENAMAD y cómo lograrlo, poniendo el foco en áreas como la vinculación intereje, que actualmente comenzamos a explorar*

*y cuenta con un potencial significativo que deseamos expandir próximamente.*

*Buscamos que, al alcanzar el año 2031, un momento crítico tanto en nuestra historia como en el escenario mundial, CENAMAD ya sea un nombre establecido por su calidad y reconocido por sus labores, que estén marcando la diferencia para nuestro país e industria, haciendo que la madera tenga un lugar mucho más prominente en nuestra economía a partir del valor agregado, la innovación y la tecnología.*

*Sabemos que este objetivo no es fácil, y la colaboración continúa siendo una de las piezas fundamentales de nuestro progreso como Centro. Esto nos lleva a embarcarnos en nuevos proyectos para impulsar el valor de la madera, la innovación en su industria, y su utilización en la construcción estructural, especialmente en altura.*

*Así, nuestro tercer año también estará marcado por la posibilidad de dar un salto en el área de la transferencia techno-*

*lógica, a partir de la postulación junto a la inmobiliaria Territoria y un grupo de empresas del sector a la convocatoria para crear un Consorcio Tecnológico, con el apoyo de CORFO.*

*Nuestro proyecto, “Desarrollo urbano productivo y sostenible en madera”, buscará avanzar en el desarrollo de tecnologías constructivas que marquen precedentes en el uso de la madera en construcciones de gran altura en el país, haciendo posibles hitos como la edificación del primer edificio híbrido de gran altura en la región Metropolitana.*

*Así, esperamos el año tres como uno con múltiples desafíos y grandes oportunidades, donde el trabajo de estos periodos anteriores será clave al haber hecho posible contar con una estructura que plantee los cimientos a estos nuevos cursos de acción.*

**Francisca Lorenzini**  
Gerente General CENAMAD  
Período 2023 – actualidad





Centro Nacional de Excelencia  
para la Industria de la Madera

**PERIODO 2**  
08/2022 - 07/2023