

NUEVA TECNOLOGÍA PARA PRESERVAR MADERA DE PINO RADIATA

INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad, cuando el ser humano comenzó a establecerse, la madera ha estado presente y ha sido utilizada en forma intensiva como el principal material en la construcción de viviendas.

El intensivo uso de este material es debido a la gran disponibilidad, su bajo costo, facilidad para trabajarla, ser un recurso renovable, de valor estético alto y porque proviene de los bosques, principales fijadores de CO₂ y liberadores de oxígeno en el planeta.

La extracción de madera en el pasado fue indiscriminada, sin medir las consecuencias del deterioro de los bosques naturales, se extraían grandes volúmenes de madera de bosques que demoraban siglos en madurar, dejando en pie aquellos árboles de menor calidad.

La consecuencia de esta sobre explotación significó finalmente la protección de aquellos bosques naturales vírgenes y deteriorados y el desarrollo de investigaciones para introducir nuevas especies y establecer los métodos de cultivo mas apropiados para cada una de estas.

Fue así como se logro la introducción de varias especies forestales a fines del siglo XIX, siendo una de las más importantes para el desarrollo forestal chileno el Pino insigne (*Pinus radiata*), una especie de crecimiento rápido que logro adaptarse exitosamente al clima y suelo del país, y debido a su alta tasa de plantación y su corta rotación ha logrado satisfacer las necesidades de los nuevos mercados de la madera.

El Pino insigne, sin embargo, debido a su corta rotación no logra acumular en su interior aquellos químicos naturales que la hacen más resistente, por lo que su vida útil puede verse seriamente afectada, ya que es susceptible de ser degradada por varios agentes de deterioro, entre los cuales se destacan los hongos de pudrición y la termita subterránea.

Para poder combatir estos agentes de deterioro, en la actualidad en Chile se han importado y también desarrollado productos y tecnologías que aportan a la madera una defensa química contra algunos de estos agentes de deterioro.

Madera preservada

El mercado de la madera ha crecido fuertemente, y a su vez, se han desarrollado nuevas tecnologías que permiten alargar la vida útil de la madera entregándole un valor agregado y ampliando los usos en los cuales la madera de pino puede ser utilizada.

En el mercado existen varios tipos de preservantes, siendo uno de los más utilizados aquellos en base a sales de cobre (CCA y CCB), entre otros.

Sin embargo, en la actualidad, los grandes protagonistas de la madera preservada están tomando en cuenta los peligros por la composición de los químicos que se utilizan en la preservación, esto debido a que algunos de estos compuestos contienen Arsénico, o pueden ser tóxicos para las personas y animales, lo que provoca una gran preocupación ya que las maderas se encuentran en contacto directo con la gente, o bien, se utilizan en los procesos de la producción de alimentos.

Es por esto, que en Europa y Estados Unidos este tipo de sales se están restringiendo en su uso y ya no se puede utilizar esta madera en lugares que tengan contacto directo con las personas (juegos infantiles, marcos de ventana, puertas, muebles, etc).

Debido a las exigencias ambientales y por la amplia variedad de usos que se le da a la madera, se han desarrollado nuevos productos preservantes, los cuales presentan nuevas ventajas y son más amigables con el medio ambiente, siendo uno de ellos el preservante **LFF** utilizado por Ecowood S.A.

Nueva Tecnología de Preservantes

En el marco del desarrollo de nuevas tecnologías y luego de una larga investigación y pruebas de campo, aparece en el mercado de las maderas preservadas un producto innovador, una resina fenólica llamada **LFF** (Ligno – Fenol – Formaldehído, NCh 819), la cual mejora las propiedades físicas y mecánicas de la madera de Pino radiata, alcanzando durezas semejantes o mejores a la madera de bosque nativo chileno adulto (Nothofagus).

El proceso de impregnación de Ecowood para el preservante **LFF** esta descrito en la norma chilena NCh 819 y tiene como ingrediente activo la resina **Ligno-Fenol-Formaldehído**, el cual tiene un sistema de aplicación de Vacío/presión – Vacío/temperatura.

Los niveles mínimos de retención para este preservante se muestran a continuación según la NCh 819 por el riesgo en servicio que presente la madera tratada:

Tabla de retención mínima del ingrediente activo del preservante LFF

Riesgo	LFF (kg/m ³)
1	34
2	34
3	42
4	51
5	55

Debido a lo anterior, la madera preservada con **LFF** logra ser resistente al biodeterioro, ya que en el proceso de impregnación la madera es modificada debido a la combinación química del preservante ligno-fenólico y la lignina (componente natural de la madera). Esta resistencia antes mencionada abarca tres ítems importantes, la termita subterránea, los hongos de pudrición y la exposición a la intemperie.

Respecto de la resistencia a la termita subterránea (*Reticulitermes hesperus*), esta ha sido chequeada por el Departamento de Entomología del Museo de Historia Natural de Chile, concluyendo que **“la madera Ecowood no es atacada por termitas”**, cumpliendo con las normas:

- Norma de la Comunidad Europea EN 117 AC1 de 1990
- Norma de USA E1-97 “Standard Method for laboratory evaluation to determine resistance to subterranean termites”

También, y concluyendo a partir de los ensayos realizados por la Facultad de Ciencias del Instituto de Microbiología de la Universidad Austral, en el proceso se le confiere al Pino Radiata una resistencia extraordinaria frente a los hongos de pudrición. Cumpliendo con las Normas ASTM D 1413-76 y ASTM D 2017-71, otorgándole una clasificación **CLASE A** :

“ALTAMENTE RESISTENTE”

(Equivalente Norma Chilena NCh 789/1. Of. 87: “muy durable”)

En tanto, en los ensayos de envejecimiento acelerado realizados por IDIEM, se demostró que la madera Ecowood presenta mejor resistencia que pino natural, e incluso mejor que varias maderas nativas como Roble (*Nothofagus obliqua*), Raulí (*Nothofagus alpina*) y Lengua (*Nothofagus pumilio*).

Resultado ensayo
envejecimiento acelerado:

Pino natural
Gran cantidad de grietas,
superficie blanda, color
blanquizco

Pino Ecowood
Sin grietas, mayor dureza,
color rojizo



Por otro lado, las propiedades mecánicas también son mejoradas en el proceso, mejorando el módulo de elasticidad y de ruptura en flexión, los esfuerzos máximos de compresión y la dureza, además, disminuye considerablemente el porcentaje de hinchamiento y contracción haciendo que la madera preservada por Ecowood con LFF supere en estabilidad dimensional a maderas nativas como las antes mencionadas.



Pino natural 2x4, 1 mes
a la intemperie



Pino endurecido 6
meses a la intemperie

Cuadro Resumen Aporte propiedades físico – mecánicas al aplicar tecnología Ecowood.

Propiedad Mecánicas	Norma	P. Radiata Natural	ECOWOOD	Δ
Hinchamiento (%)	ASTM D 4446	3 – 5 %	0,2 – 0,7 %	
Contracción (%)	ASTM D 4446	4 – 6 %	0,2 – 0,7 %	
M. Elasticidad / Flexión (ton/cm2)	ASTM D 143	77	113	32%
M. Ruptura (kg/cm2)	ASTM D 143	560	742	25%
Esf. max. compresión (kg/cm2)	ASTM D 143	300	317	5%
Dureza Tangencial (kg fuerza)	ASTM D 143	279	344	19%
Dureza Longitudinal (kg fuerza)		428	537	20%
Dureza Radial (kg fuerza)		280	334	16%
Uniones Finger	ASTM 5572	Buen comportamiento	Buen comportamiento	
Uniones Paneladas	ASTM 5751	Buen comportamiento	Buen comportamiento	
Vigas Laminadas adhesivo	ASTM D 2559 ASTM D 4690	Buen comportamiento unión lamelas y vigas	Buen comportamiento unión lamelas y vigas	

Experiencias con madera Ecowood preservada con LFF

Debido a la diversa gama de usos que se le puede dar a la madera preservada por Ecowood con LFF y las variadas pruebas de campo que se han realizado, a continuación se presenta algunas de las aplicaciones que demuestran y confirman las excelentes propiedades de esta madera.

Aplicaciones en construcción:

Construcción estructuras a orilla de mar

Proyecto: Planta Abalones, 1991

Descripción: Fundación Chile especificó para su obra Planta Abalones - Las Cruces-V Región, a 50 mts orilla mar; que el total de las estructuras de madera fueran de pino Ecowood, debido a su buena estabilidad dimensional y por ser no tóxica



Resultados:

-Las estructuras de madera, resultaron tener buena resistencia al clima marítimo, nula toxicidad; la FDA -USA, no detectó la presencia de sustancias tóxicas en abalones reposados en tina Pino Ecowood y recepcionados en USA.

Resultados con Fundación Chile

-Fundación Chile verificó en obra las propiedades de la madera Ecowood, que había certificado recientemente.

-Este hecho motivó el apoyo de Fundación Chile a través de su revista técnica LIGNUM



Otras aplicaciones en construcción

En trabajo conjunto con arquitectos, se ejecutaron obras en la V y VIII Regiones, además de desarrollos en Cuba. Se logró especificar madera preservada con LFF en diversas obras, donde generalmente a la fecha se utiliza maderas nativas.

Los principales usos que se le dio a la madera en este tema fueron envigados, siding, pisos, tejuelas, marcos ventanas, barandas, entre otros, y los resultados dicen que el pino endurecido ha tenido un excelente desempeño, superando a condiciones entregadas por maderas nativas. Las obras se mantienen sin deterioros, a la fecha.

Obra1: Olas de Marbella-Etapa1

Arquitecto: Alberto Sartori - Mario Recordón
Año construcción: 1992

Ubicación: Maitencillo, 60 km al norte de Viña del Mar

Elementos Madera Ecowood:
-Pérgola, trillage y pasamanos

Fotografía corresponde a Revisión de Obra en Agosto 2005



Obra 2: Edificios El Tabo 1, 2 y 3

Arquitecto: E Simonetti
Año construcción 1992 y 1993

Ubicación: El Tabo, 80 km al sur de Viña del Mar

Elementos Madera Ecowood:
-Barandas para total de departamentos
-Enrejado divisorio Edificios

Fotografía corresponde a Revisión de Obra en Agosto 2005



Obra 3: Edificio Maritim

Arquitecto : Fernando Boza

Año construcción: 1993

Ubicación: Algarrobo, 50 km al sur de Viña del Mar

Elementos Madera Ecowood:

-Barandas para total de departamentos

Fotografía corresponde a Revisión de Obra en Agosto 2005



Obra 4: Condominio Mantagua

Arquitecto: Fernando Boza

Año construcción: 1994

Ubicación: Mantagua, 20 km al norte Viña del Mar

Elementos Madera Ecowood:

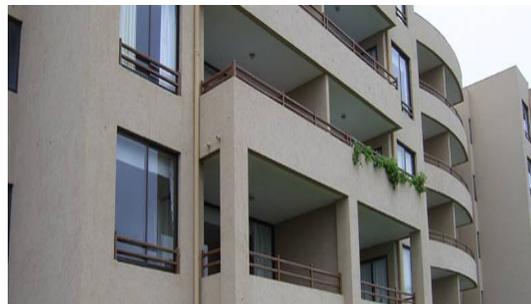
-Envigados Club House

-Barandas exteriores

-Barandas acceso escalas

-Elementos separadores entre edificios

Fotografía corresponde a Revisión Obra Agosto 2005



Obra 5: Flores de Marbella 1

Arquitecto: Archiplán S.A.

Año construcción: 1994

Ubicación: Maitencillo, 60 km al norte de Viña del Mar

Elementos Madera Ecowood:

-Esta Obra es intensiva en variados elementos de carpintería exterior.

Fotografía corresponde a Revisión Obra Agosto 2005



Durmientes de Ferrocarril

Proyecto: Durmientes Pino Ecowood para Ferrocarriles EFE, 1992

Descripción: Etapa de Prueba / Etapa de implementación

Etapas de Prueba

Primera Etapa : EFE sometió al durmiente Pino Ecowood a diversos ensayos, período de 8 meses

Segunda Etapa: Prueba controlada (en línea central) 1000 durmientes (6x10 pulg.x 2,75m), período 8 años.



Resultados con PRE

-Los durmientes endurecidos son superiores a los de Coigüe verde, presentando;

- *Mayor resistencia al biodeterioro.*
- *Mejores propiedades mecánicas.*

Certificado de EFE- Gerencia de Explotación e Ingeniería.

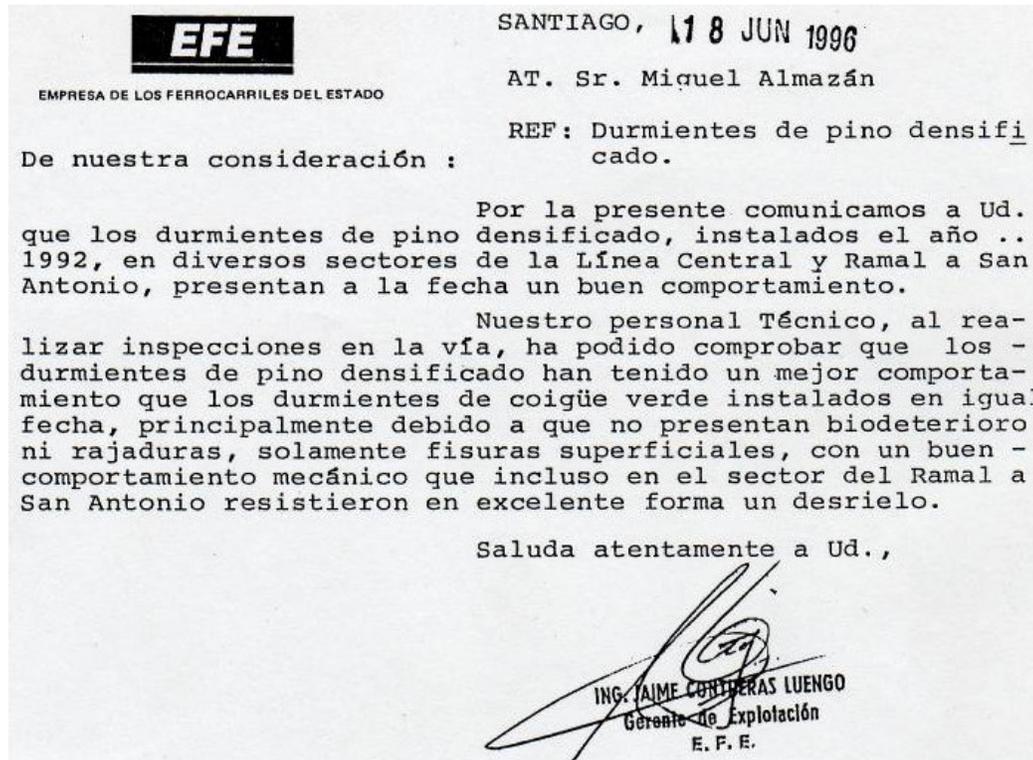
Resultados con EFE

-EFE aprueba la instalación de durmientes pino endurecido en puentes y desviadores (8x10 pulg. x 3,5m y 6x10 pulg. x 5,25 m).

-Instalación de 10.000 unidades en líneas EFE, las cuales se encuentran en servicio a la fecha.

-Los durmientes de Coigüe verde, instalados por EFE conjuntamente con los de pino endurecido, el año 1992, presentaron deterioro a los 4 años, mientras que los durmientes pino endurecido estuvieron en servicio hasta el 2003, fecha en que la vía central fue cambiada a hormigón.





Medio Ambiente

La tecnología que fue desarrollada por Ecwood S.A. utiliza solo madera proveniente de bosques manejados ambiental, social y económicamente en forma responsable, garantizando la **no** intervención de los bosques nativos.

En el proceso de impregnación, el total de los productos químicos utilizados son reciclados en circuito cerrado. No hay filtraciones al terreno, aún en caso de derrames. Además, no hay generación de riles sólidos ni líquidos, como resultado de la operación normal del proceso.

El total de gases producidos en el ciclo de curado resina, son llevados a un Equipo Lavador de Gases, donde son absorbidos en agua, antes de su salida a la atmósfera. La solución saturada es reinyectada al proceso.

La instalación cuenta con modernos sistemas de control, que aseguran cumplimiento de Test EPA - Método 21 (BAJA EMISIÓN)



Certificación

La tecnología Ecowood y los niveles de preservante exigidos según el uso de la madera dado por la norma NCh 819 es chequeada y certificada por GCL – Fundación Chile en un “Programa Permanente de Control de Calidad”, lo que permite asegurar la certificación de procedimientos operativos de producción y de propiedades del producto.

Bibliografía

1. NCh 631. Of 1995, Maderas Preservadas – Extracción de Muestras
2. NCh 819 (en consulta) Maderas preservadas – Pino radiata – Clasificación según uso y riesgo en servicio y muestreo.
3. NCh 790 Of 1995, Maderas Preservadas – Composición y requisitos de los preservantes para madera.
4. NCh 1198 Of 1991, Madera – Construcción en madera – Calculo.
5. Empresa de Ferrocarriles del Estado (EFE). Norma Técnica Ferroviaria NTF 10.008, Especificaciones técnicas para el suministro de durmientes Impregnados
6. ASTM D 2017 – 81, Standard Method of Accelerated Laboratory Test Of Natural Decay Resistance of Woods.
7. ASTM D 4445 – 84, Standard Method for Controlling Sapstain an Mold on Unseasoned Lumber (Laboratory Method).
8. USA E1-97 “Standard Method for laboratory evaluation to determine resistance to subterranean termites”
9. ASTM D 1413 - 90, “Standard Test Method for Wood Preservatives by Laboratory Soil-Block Cultures,”
10. ASTM D 2017, “Standard Test Method for Accelerated Laboratory Test of Natural Decay Resistance of Woods”
11. EN 117/AC1, Protectores de la madera. Determinación del umbral de eficacia contra Reticulitermes santonesis de Feytaud. Método de laboratorio

12. NCh 789/1 Of 87, Maderas - Parte 1: Clasificación de maderas comerciales por su durabilidad natural.
13. Ensayo Durabilidad Natural, Universidad Austral, 1995
14. Ensayo Durabilidad Natural, Universidad Austral, 2003
15. Normas Resistencia Natural a la Pudrición, Universidad Austral, 1995
16. Informe Durabilidad Natural Sequoia Sempervirens, Universidad Austral, 1996
17. Informe Ensayo Envejecimiento Acelerado, IDIEM, 1991
18. Informe Ensayo Envejecimiento Acelerado, Maderas Tecnofe, 2002
19. Informe Estabilidad Dimensional Intemperie, Andinos, 2002
20. Informe Propiedades Madera Endurecida, Fundación Chile, 1991
21. Informe Ensayo Preliminar Densificación Pinus Radiata, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, 1989
22. Informe Ensayo Final Densificación Pinus Radiata, Certificado U. de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, 1991
23. Informe Ataque Termita Subterránea, MNHNCH, 2003
24. Proyecto FDI Termita Subterránea, INFOR-INTEC, 1998
25. Hojas de Carga, Andinos, 2001
26. Informe EFE, Durmientes de Pino Densificado, 1995-1996
27. Informe Opinión Técnica, Universidad de Concepción, 2003