



CONCURSO

# INNOVACIÓN

CREANDO VALOR EN MADERA

La VII Versión del Concurso, tiene como objetivo promover toda iniciativa que utilice la madera de manera innovadora, creando valor y moviendo los límites de la industria dentro de toda su cadena productiva.

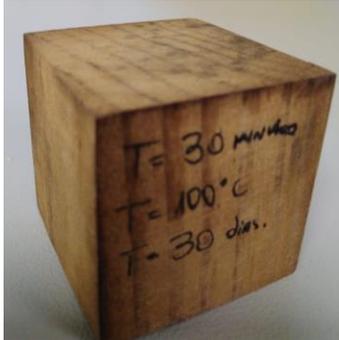




Miguel cofre, Felipe Ortega, Luis Soto-Cerda, Ricardo I  
castro.

**Modificación superficial de  
*Pinus Radiata* D. Don, Análisis  
propiedades mecánicas y uso  
como sistema protector**

# Introducción



Existen diversas formas de asegurar la protección y resistencia en la madera como también para el diseño estético interior y exterior de viviendas.

El uso de técnicas como Shou Sugi Ban (antigua técnica de carbonización) ha sido usada como protector de agentes bióticos y abióticos.

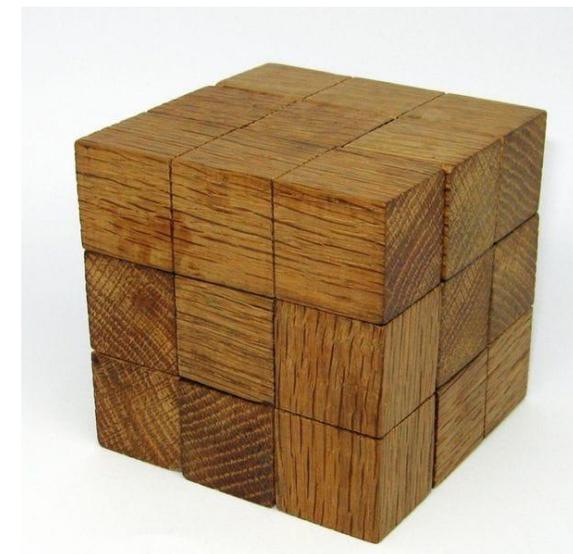
El presente estudio, tiene como finalidad utilizar el proceso de carbonización superficial de la madera, en *Pinus Radiata* analizando las propiedades mecánicas de resistencia optimizando a través de un modelo estadístico y un análisis de dosis respuesta las condiciones ideales para la aplicación de la técnica.

Los ensayos se realizando con el fin de optimizar el tiempo de exposicion a una superficie a temperatura de .. A tiempos entre 10 a 30 minutos y sometidos a estrés de temperaturas entre 5 a 105 °C por periodos entre 10 a 30 días con el fin de estudiar su comportamiento

## Estado del arte

Desde la antigüedad la madera ha estado presente como uno de los materiales más importantes en el mundo de la construcción.

Su uso a nivel mundial asciende a 4 mil millones de hectarias, están dedicadas a la reforestación para el uso de este material tomando los países de Rusia, Brasil, Canadá, Estados Unidos y China. Chile se encuentra en el puesto 34 a nivel mundial. En Chile existe una gran actividad forestal desde las regiones VII del Maule hasta XII región de Magallanes con 2,4 millones de hectáreas de plantaciones de especies exóticas de rápido crecimiento y plantaciones pino radita 1,43 millones de hectarias y una participación del 3,1% en el Producto Interno Bruto nacional (PIB). El consumo de madera acerada y la pulpa química son las de mayor en Chile según la corma.



## Principales daños en la madera

Uno de los principales problemas para las constructoras es la Merma, se define como la reducción de las dimensiones lineales y el volumen de la madera al secarse. Cuando se elimina el agua y empieza la evaporación del agua de ambición empieza la merma. El promedio total lineal de la merma en los distintos cursos es la siguiente, Tangencialmente es 6 a 10 %, sin embargo Radialmente 3 a 5 % y Longitudinalmente 0.1 a 0.3 %.

Por otra parte el Envejecimiento en la Madera es altamente influenciado por las condiciones ambientales de la madera,ees lento produciéndose solamente en estructuras de madera seca, donde las condiciones ambientales no afecten al material de hongos. define envejecimiento en la madera como una reacción química lenta que tiene lugar sin la degradación biótica, cuando es natural, las reacciones químicas se producen gradualmente y el proceso dura siglos, sin embargo se compaara entre los materiales renovables contra los no renovables, esto proporciona evidencia sólida para apoyar las construcciones con madera.

# Principales daños en la madera

La radiación solar, específicamente los rayos UV, están contribuyendo a la fotodegradación de los constituyentes químicos de la madera, lo que hace que el color de la superficie cambie. Sin embargo, si se reúne adecuadamente, la radiación solar puede proveer grandes cantidades de energía, ya que la entrada de luz directa puede ser molesta para los ocupantes de la construcción y la temperatura interna se eleva, existen varios sistemas de protección solar por ejemplo, persianas,

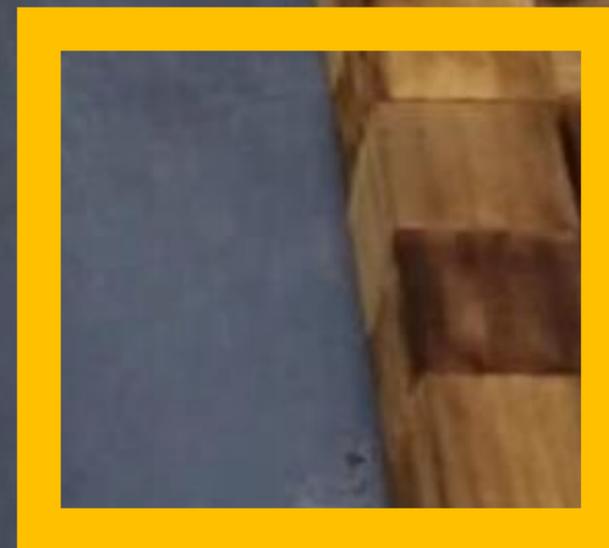


# Principales daños en la madera

Los principales daños causados por agentes bióticos son organismos de base biológica tales como hongos, insectos, mohos, algas y bacterias que degradan fachadas, siendo estimulados y favorecidos por condiciones climáticas del entorno.

Los componentes físicos y químicos inorgánicos que afectan a los edificios durante su vida útil, crean condiciones de contorno para los agentes bióticos y se desconocen los orígenes de la intemperie; sin embargo, los mecanismos de degradación se entienden sólo parcialmente junto con la Radiación solar

Solución



# Solución

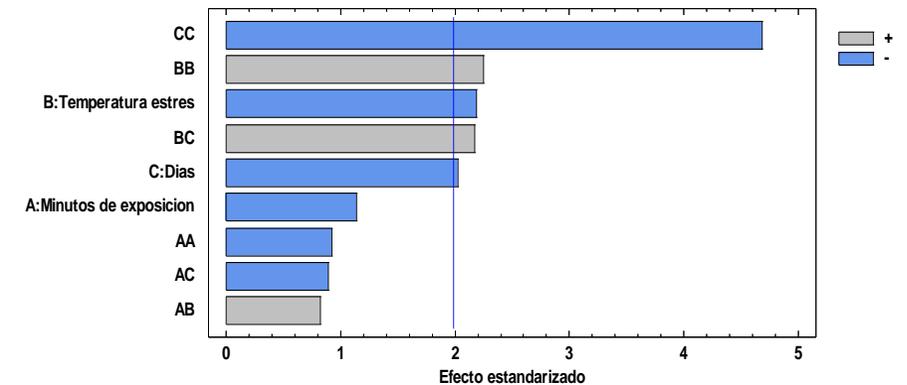
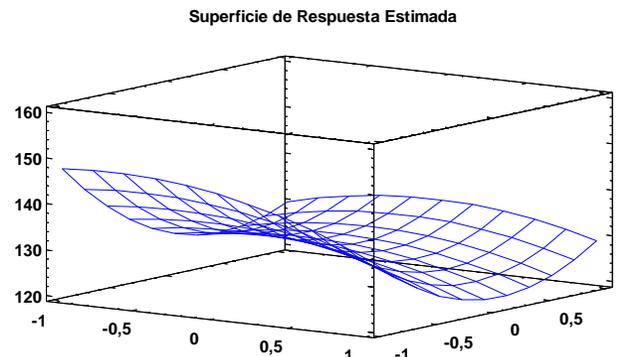
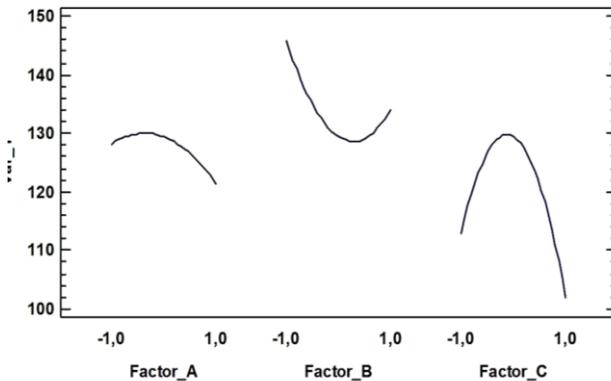
Analizar la optimización de los resultados sobre la técnica de Carbonización, desde 10, 20 y 30 minutos el proceso fue realizado sobre una placa calefactora radiante, Wisestir MSH-A (wisd. Laboratory intrumenets) la cual se utilizó a una temperatura de  $200 \pm 2$  °C, cada cara fue tostada y enfriada para proceder con su cara contraria después de 24 horas desde la cara Tangencias, Radias y Transversal, y luego sometidos a ensayos de estrés térmico a temperaturas de 5, 55 y  $105 \pm 1.0$  °C por tiempos de 10, 20 30 días. Como comparación fueron usados madera sin el proceso de carbonización luego sometidas a proceso de compresión para determinar como la aplicación de la técnica podría afectar las propiedades mecánicas. Finalmente, analizadas a través de un análisis estadístico de multifactorial para determinar la mejor dosis respuesta para aplicar la técnica.

# Resultados

Ejemplo de ecuación determinada desde la matriz de datos

$$\text{Resistencia a la compresión Transversal} = 126,332 + 0,1527*A - 0,77*B - 0,64575*C - 0,474542*A^2 - 0,0466832*A*B + 0,0743333*A*C - 0,0980556*B^2 - 1,1696*B*C + 0,0121944*C^2$$

Donde A: tiempo de tostado (min), B: temperatura de exposición (°C), C: tiempo de exposición al estrés (días)



## Conclusiones

Originalmente el método ancestral de carbonización de la madera creado en Japón en la década del 1700 fue desarrollado con la finalidad específica de concederle mayor preservación al material utilizado para la construcción de viviendas. Actualmente esta técnica y procedimiento de quemado ha sido recuperada y fuertemente reinstaurada en el ámbito de la construcción y la arquitectura en de diversas partes del mundo, principalmente porque es un método rápido, de bajo costo tanto del producto como en su aplicación.

Destaca positivamente su beneficio medioambiental evitando daños al entorno y al ser humano a lo largo del tiempo, permitiendo además construcciones sustentables, siendo este un proceso de fabricación natural que solo requiere de una fuente de calor . Al aplicar esta técnica no es necesario utilizar preservantes químicos como el CCA. La ejecución del proceso es de mayor rapidez dado que la madera no requiere de ningún tratamiento posterior, ya sea uso de barniz o pintura. Cabe mencionar el importante beneficio estético de la madera carbonizada al concederle un tono negro producto del uso del fuego, puede ser optimizado al usar una fuente de calor como se realizado en este experimento

# Conclusiones

**Este proceso resiste a los insectos y plagas de larga durabilidad. Su duración se puede extender hasta 100 años gracias a la protección de la capa carbonizada de la madera, no variando en su aspecto en el transcurso del tiempo.**

Considerando los innumerables beneficios descritos en la literatura acerca de la aplicación de la técnica Shou Sugi Ban y lo evidenciado en el proceso de experimentación enfocado a comprobar la resistencia a la compresión de muestras de Pino Radiata sometida a tostado y posterior degradación de la fibra (estrés térmico)

# Conclusiones

Demostrando la compatibilidad de la técnica con la madera estudiada, corroboramos totalmente su utilidad, puesto que al someter la madera a diferentes temperaturas de tostado, y compresión esta no afecta de manera considerable a sus características. Esta información nos indica que el proceso es aplicable a la madera ya que asegura no perder sus propiedades.

Los resultados demuestran el aumento de resistencia que representa la madera a una mayor temperatura de tostado, evidenciando sus mejores datos en la temperatura de 20 minutos. Gracias a este proceso la madera sufre una estabilización que le permite mejorar sus características de resistencia e impermeabiliza la superficie tostada.

el comportamiento de la madera en el tiempo presenta una curva descendente, lo cual evidencia que la madera sometida a estrés térmico a mayor temperatura no perderá su resistencia gradualmente.

# Referencias

- Arone Quispe, O. (2019). Modelo alométrico y la estimación de captura de carbono de las especies *Eucalyptus globulus* y *Pinus radiata*, y su valoración económica, en la zona sur de Ayacucho-Perú, 2018.
- Aseeva, R., Serkov, B., & Sivenkov, A. (2014). Fire behavior and fire protection in timber buildings.
- ASHRAE Standard 55-2004 (2004) Thermal environmental conditions for human occupancy. American National Standards Institute, Atlanta
- Al-hafiz, B., Musy, M., & Hasan, T. (2017). A study on the impact of changes in the materials reflection coefficient for achieving sustainable urban design. *Procedia environmental sciences*, 38, 562-570.
- .Matos, R. C., Oliveira, H., Fonseca, H. M., Morais, S., Sharma, B., Santos, C., & de Lourdes Pereira, M. (2020). Comparative Cr, As and CCA induced Cytostaticity in mice kidney: A contribution to assess CCA toxicity. *Environmental toxicology and pharmacology*, 73, 103297.
- Fagbenro, O. S., Alimba, C. G., & Bakare, A. A. (2019). Experimental modeling of the acute toxicity and cytogenotoxic fate of composite mixtures of chromate, copper and arsenate oxides associated with CCA preservative using *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). *Environmental Analysis Health and Toxicology*, 34(3).
- Castroño Ruiz, J. E., & Jaramillo Ordoñez, J. D. (2017). Creación de una gama de acabados en madera para exteriores e interiores por medio del quemado y la carbonización (Bachelor's thesis).
- Kilian, T. (2014). Shou-Sugi-Ban. *Wood Design & Building*, 42-44.
- Carmona, R., & Durán, A. (2005). Eficacia de preservantes en madera de *Pinus Radiata* D. Don, frente al ataque de termitas subterráneas (*Reticulitermes Hesperus*). *Maderas. Ciencia y tecnología*, 7(1), 27-36.
- Jones, D., & Brischke, C. (2017). Performance of bio-based building materials. Woodhead Publishing.
- Sandak, A. M., Sandak, J. M., Brzezicki, M., & Kutnar, A. (2019). Bio-based building skin. Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije.
- Knaack, U., Klein, T., Bilow, M., & Auer, T. (2014). *Façades: principles of construction*. Birkhäuser.
- Herzog, T., Krippner, R., & Lang, W. (2012). *Facade construction manual*. Walter de Gruyter.
- Ludwig, G. (2019). El papel de la ley en las políticas ambientales transformadoras: un estudio de caso de "Madera en la construcción de edificios en Alemania". *Sostenibilidad*, 11 (3), 842.
- Rautkari, L., Kutnar, A., Hughes, M., & Kamke, F. A. (2010, June). Wood surface densification using different methods. In *Proceedings of the 11th world conference on timber engineering* (pp. 20-24).
- Zanni, E. (2008). *Patología de la madera*. Editorial Brujas.
- Boswell, K. (2013). *Exterior building enclosures: design process and composition for innovative façades*. John Wiley & Sons.