

DISEÑO DE HORNO EXPERIMENTAL Y VALIDACIÓN DE PARÁMETROS DE CÁLCULO PARA LA FUTURA NORMA NCH1198-2

Mauricio Rey González
Ingeniería Civil Universidad de Chile

Abstract

La construcción y edificación con madera han pasado a ser una de las prioridades en términos de políticas públicas sustentables a nivel mundial. Chile no se queda atrás, razón por la cual el Ministerio de Viviendas y Urbanismo, junto con entidades colaboradoras, han puesto su enfoque en la penetración de la madera como material de excelencia para la construcción.

Dentro de las brechas identificadas a nivel nacional se encuentra la falta de normas técnicas para el adecuado uso de la madera en edificios de mediana altura, dentro de las cuales se encuentra una norma de cálculo de resistencia al fuego.

Con el objetivo de validar metodologías internacionales de cálculo de resistencia al fuego y al mismo tiempo estudiar el comportamiento al fuego tanto de la madera como de soluciones innovadoras de protección contra este (convencionales y no convencionales) a nivel local, se proyectó el diseño y construcción de un horno experimental de alto estándar. Este estudio presenta los resultados del proyecto de diseño y construcción del equipo, así como un análisis preliminar de velocidades de carbonización medidas en distintas especies de maderas nacionales, el cual fue desarrollado por los Sres. S. Cerfogli (en su trabajo de titulación) y M. Rey, ingenieros civiles titulados de la Universidad de Chile. Esto con la colaboración de IDIEM como principal co-ejecutor del proyecto CORFO.

El horno experimental construido permitirá la futura penetración de soluciones innovadoras de protección de la madera ante el fuego, con un bajo costo y con resultados fidedignos, lo que concluye un proyecto exitoso y con énfasis en el desarrollo, innovación e investigación de estructuras y materiales.

Introducción

El Programa Estratégico Mesoregional de la Industria de la Madera tiene como objetivo aumentar la penetración de la madera como un material preferente de construcción en Chile.

Dentro de las brechas identificadas por el MINVU y las entidades colaboradoras, en la fase de diagnóstico del programa se encuentra la falta de normativas para la construcción en madera. En base a lo anterior, se precisó desarrollar un conjunto de normas para el adecuado uso de sistemas constructivos intensivos en el uso de madera, dentro de las cuales se encuentra una norma para el cálculo y verificación de la resistencia al fuego.

Lo anterior surge debido a que actualmente en Chile, no existe una metodología oficial para diseñar estructuras y/o edificios de madera que cumplan con los requisitos de resistencia al fuego de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Esta situación constituye una barrera económica y técnica para el desarrollo de proyectos de construcción en madera, demandando la realización de ensayos para las condiciones específicas de diseño de cada proyecto (tipo de madera, carga aplicada, tipo de conexiones, etc.) y muchos de los elementos estructurales no podrían ser ensayados por las limitaciones de los hornos de ensayo.

Para solucionar esto, IDIEM de la Universidad de Chile, se adjudicó el proyecto CORFO Innova 16BPE-62353, con el Ministerio de Vivienda y Urbanismo como mandante. El propósito fue desarrollar un anteproyecto de norma de cálculo de resistencia al fuego de estructuras de madera, a partir de un análisis bibliográfico extensivo y un proyecto experimental complementario.

Este estudio presenta los resultados parciales del proyecto experimental, el que comienza con el diseño y construcción de un horno experimental de alta precisión, y luego muestra los resultados obtenidos de la medición y validación de las velocidades de carbonización utilizadas por el Eurocódigo 5 Parte 2.



Metodología

-Diseño de Equipo Experimental:

Objetivo:
Someter probetas planas a un incendio estándar simulando condiciones de transferencia de calor unidimensional.

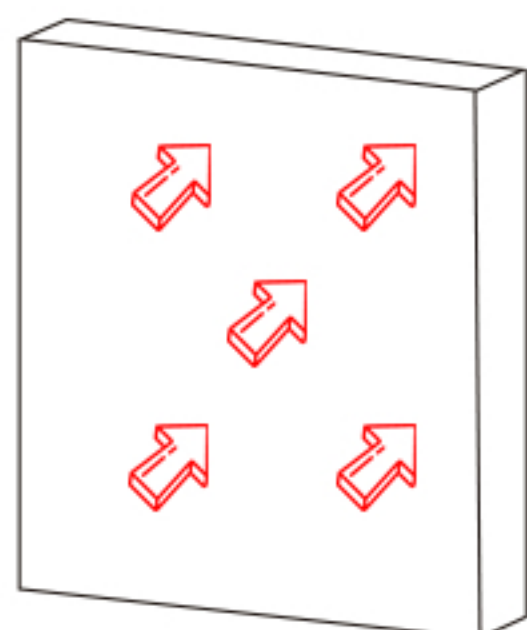


Figura 1: Probeta de Madera

Parámetros Básicos de Diseño:
-Ensayos de 2-3 probetas planas de dimensiones aprox. 50cmx50cm
-Cumplir con NCh935. Incendio estándar.
-Permitir el monitoreo de T° en horno y probetas.

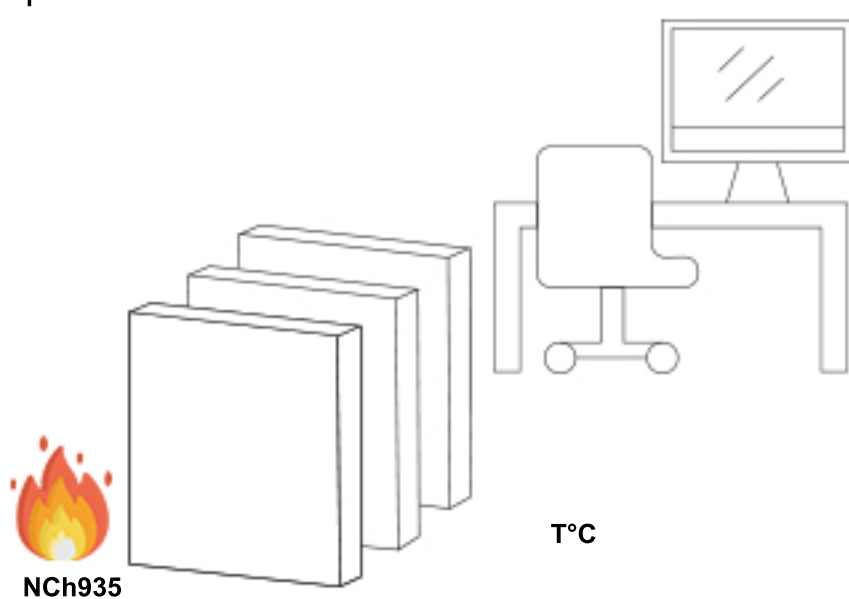


Figura 2: Esquema básico para diseño de equipo

Pre-diseño:
Elaboración de un diseño conceptual del horno experimental para el posterior diseño de su envolvente estructural y aislante.

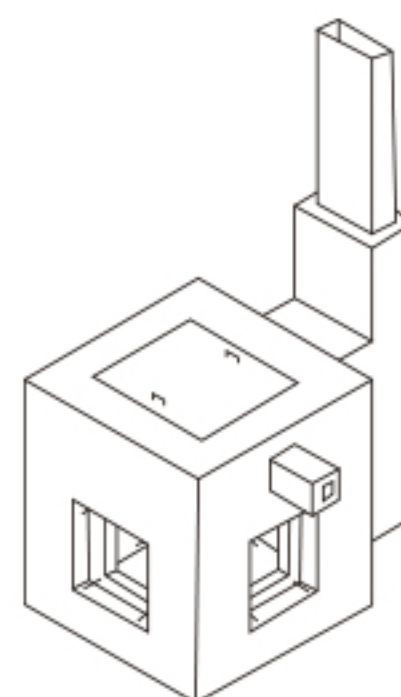


Figura 3: Diseño conceptual de horno

Diseño Térmico:
-Análisis de transferencia de calor para el diseño de espesores (cerámica y acero).
-Determinación de la potencia del quemador para poder seguir la curva de tiempo vs temperatura estándar.

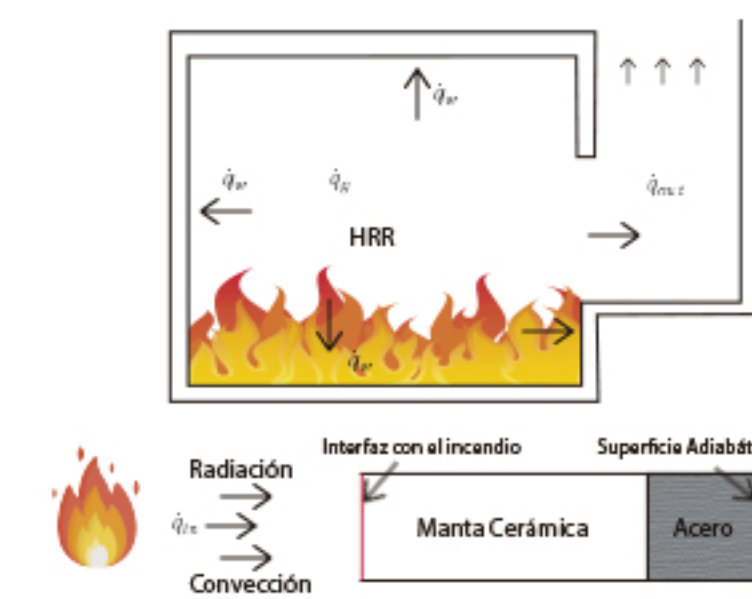


Figura 4: Esquema conceptual de diseño térmico

Planos de Fabricación:
Elaboración de planos de detalle para construcción y compra de materiales.

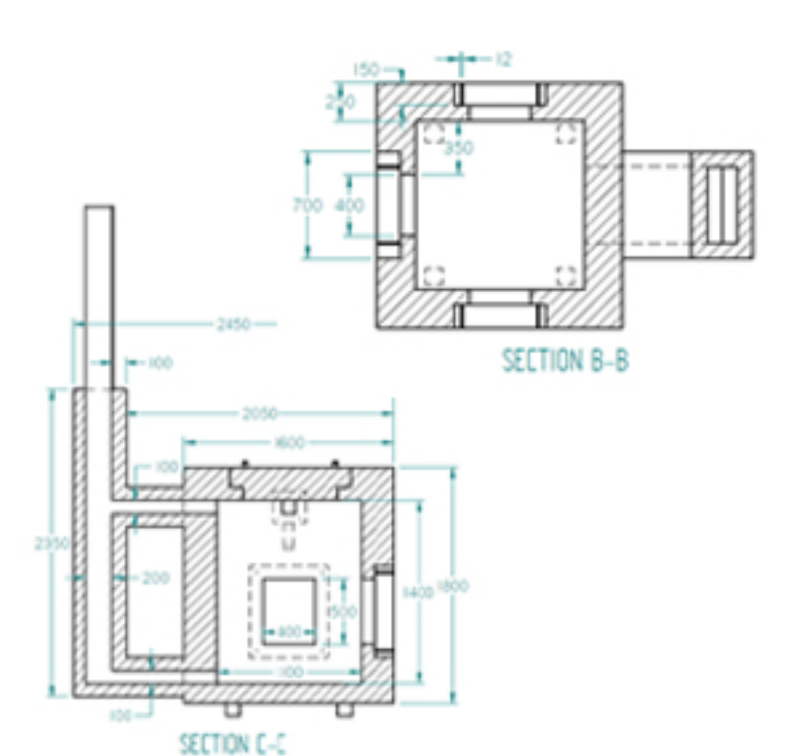


Figura 5: Cortes en planta y elevación finales

-Procedimiento de Ensayos:

Obtención de Muestras:
Por cada probeta, se sacan 4 muestras (I a IV), en las que se insertan 5 termocuplas a distintas profundidades. Para asegurar transferencia de calor unidimensional se utiliza solo la parte central (delimitación en rojo).

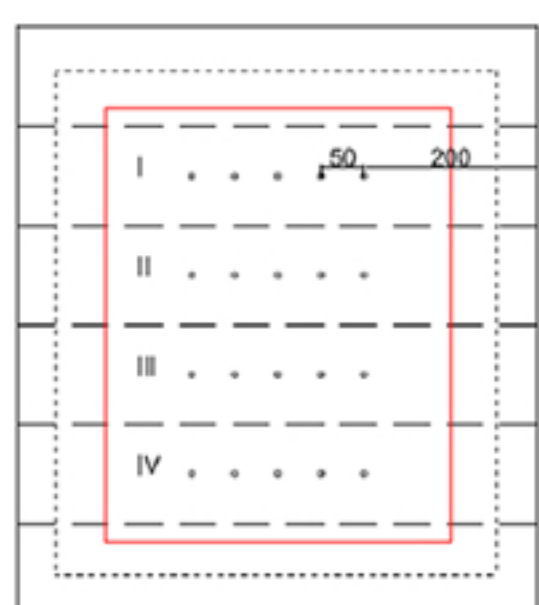


Figura 6: Obtención de muestras para la medición de velocidades de carbonización

Especies Estudiadas:
Se estudiaron especies coníferas (softwood) como latifoliadas (hardwoods), estas fueron; Pino Radiata, Pino Oregón y Roble. Además, se ensayaron probetas de madera laminada encolada (MLE).

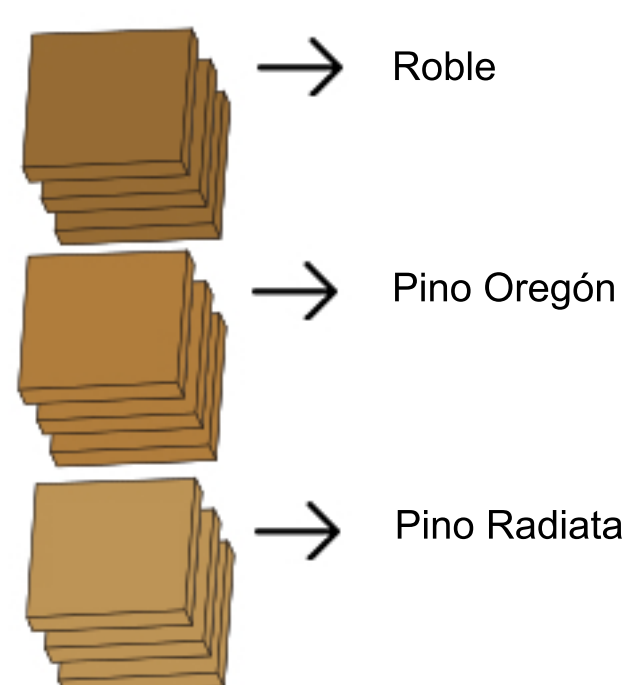


Figura 7: las tres especies estudiadas (Roble, Pino Oregón y Pino Radiata)

Ensayo Bajo Incendio Estándar:
Las probetas se expusieron a la curva, de tiempo vs temperatura, de la norma NCh935, conocida también como curva de incendio estándar.

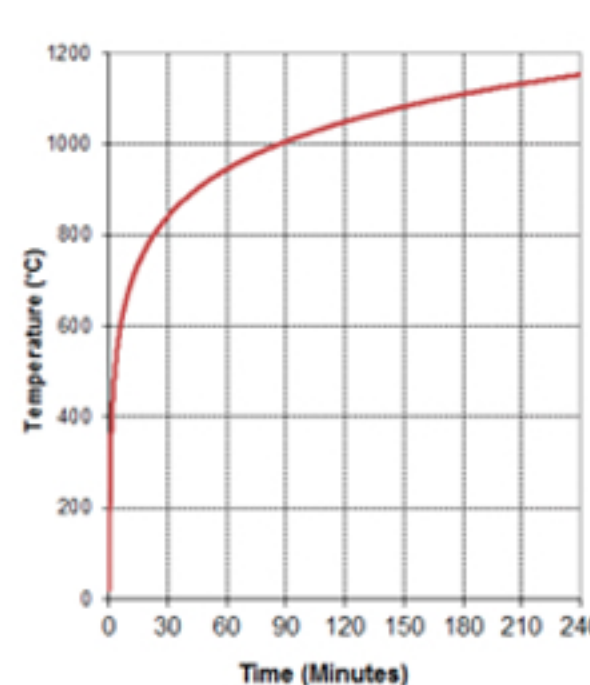


Figura 8: curva de tiempo vs temperatura, norma NCh935

Medición con Termocuplas:
Se obtiene la evolución de la temperatura a distintas profundidades en las probetas y se grafican.



Figura 9: obtención de temperaturas medidas con termocuplas insertas en la madera

Medición de Ancho Residual:
Seccionando las probetas en múltiples muestras se miden anchos residuales y se promedian.

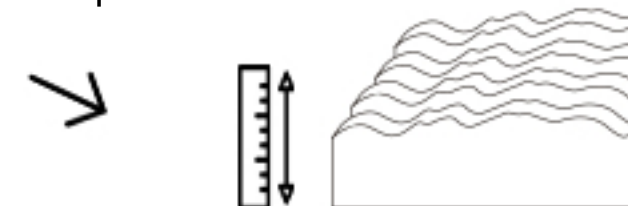


Figura 10: seccionado de probetas y medición de ancho residual

Resumen de resultados:
Tablas resumen con los resultados de velocidades de carbonización medidas con ambos métodos y para las tres especies estudiadas.

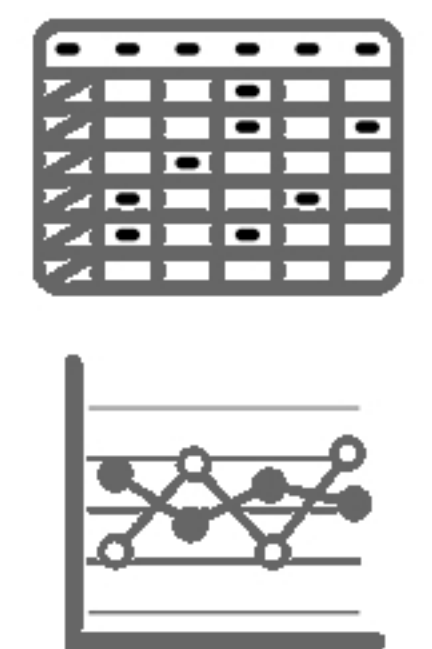


Figura 11: esquema de presentación de resultados