



INFORME DE ENSAYO CON  
FIRMA ELECTRÓNICA

RESISTENCIA AL FUEGO DE  
PISO DIVISORIO SEGÚN  
NCh935/1.Of97

Cielo con envigado de madera



Investigación, Desarrollo  
e Innovación de Estructuras  
y Materiales



Acreditación LE302  
Inscripción MINVU Res. Ex. Nº 1249  
del 22-02-2017

División Estructuras y Materiales (DEM)

Unidad de Ensayos – Fuego y Habitabilidad

Ejemplar N° 01	N° Páginas 14	Revisión N°0
Informe N° 1.189.761-A/2017		Ref.: PR.DEM.2017.0002
NOMBRE		FECHA
Validado por:	Victoria Garrido V.	09/05/2017
Aprobado por:	Andrés Santis A.	
Destinatario:	Daniel Olea. PUC – Centro UC de innovación en madera.	

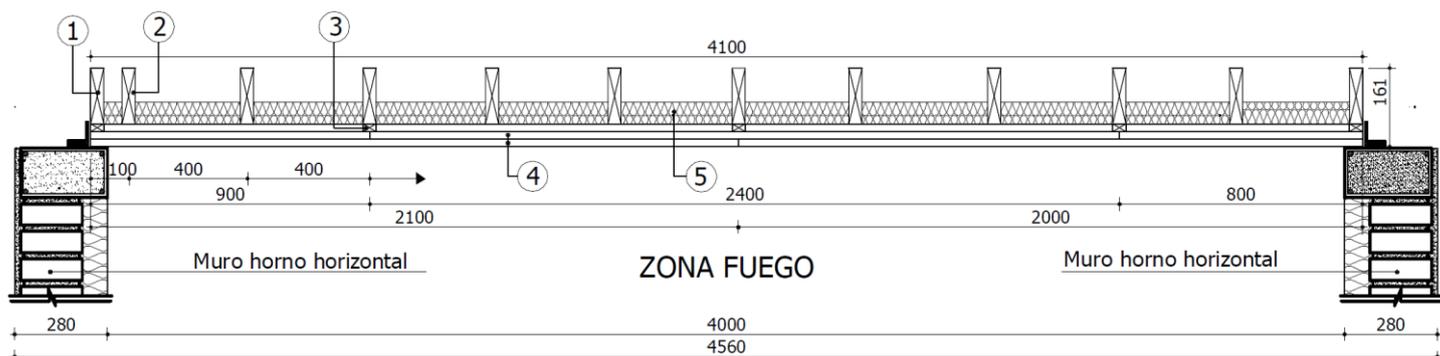
## CONTENIDO

Resumen.....	Pág. 3
1. Alcance.....	Pág. 4
2. Equipos e instrumentos.....	Pág. 5
3. Acondicionamiento y montaje.....	Pág. 6
4. Descripción de la muestra.....	Pág. 7
5. Procedimiento de ensayo.....	Pág. 8
6. Resultados.....	Pág. 10
7. Conclusión.....	Pág. 12
Anexo A.....	Pág. 13

## Resumen

### Ensayo de resistencia al fuego según NCh935/1.Of97

Empresa solicitante:	PUC – Centro UC de innovación en madera	Dirección:	Marcoleta N° 367, Santiago.
Solicitado por:	Daniel Olea	Elemento:	Cielo con envigado de madera
Recinto de ensayo:	Laboratorio de Incendios, Salomón Sack 840, Cerrillos.	Construido en:	Fábrica / Laboratorio
		N° de informe:	1.189.761-A-2017
			Fecha de ensayo: 16-01-2017



VISTA EN CORTE

Medidas en milímetros

N°	Elemento	Descripción
1	Viga perimetral	Madera de Pino radiata cepillado seco de escuadría (111 x 33) mm, fijadas con clavos de 3 1/2".-
2	Envigado	Madera de Pino radiata cepillado seco de escuadría (111 x 33) mm, fijadas con clavos de 3 1/2", dispuestos cada 0,40 [m].-
3	Entramado de cielo	Madera de Pino radiata cepillado seco de escuadría (41 x 20) mm. Piezas dispuestas perpendiculares al envigado separadas cada 0,4 [m] y piezas paralelas al envigado separadas cada 1,2 [m], ambas fijadas con clavos de 2 1/2".-
4	Cara expuesta al fuego	Doble placa de yeso-cartón "Gyplac® RF" de 15 [mm] de espesor, ambas placas fijadas con tornillos cabeza de trompeta punta fina #6 x 1 1/4" y #6 x 1 5/8" respectivamente cada 0,3 [m]. Sello de unión de placas es con cinta de fibra de vidrio más pasta a base yeso "Romeral®", para ambas placas.-
5	Aislación	Lana de vidrio "Romeral" de 50 [mm] de espesor y de densidad nominal 11 [kg/m3] de R100 122 [m2•C/w].-

Nota: De acuerdo a lo señalado en norma NCh935/1.Of97, el resultado obtenido es válido sólo para el elemento ensayado y bajo las condiciones estipuladas en el Informe de Ensayo, ya que el valor de resistencia al fuego puede variar si se cambian los detalles constructivos.

**Resistencia al fuego del elemento**

**47 minutos**

**Clasificación**

**F30**

Nota: Este resumen no reemplaza el informe.

Fecha de emisión: 09 de mayo de 2017

Este informe anual y reemplaza el informe N°1.189.761 de fecha 02/02/2017



## 1. ALCANCE

El presente informe de ensayo ha sido solicitado a IDIEM de la Universidad de Chile por Daniel Olea, en representación de la empresa PUC – Centro UC de innovación en madera.

Este informe establece la Clasificación de Resistencia al Fuego de un sistema o elemento constructivo (Cielo con envigado de madera), ensayado bajo la norma NCh935/1.Of97, y según el procedimiento interno UFH-PP-209, en el Laboratorio de Incendios de IDIEM ubicado en Salomón Sack 840, Cerrillos.

## 2. EQUIPOS E INSTRUMENTOS

Para la ejecución del ensayo se utilizaron los siguientes equipos e instrumentos:

### 2.1 Horno de ensayo

El Laboratorio cuenta con un horno de ensayo “horizontal” equipado con un quemador a gas, modulante, de potencia térmica nominal mínima de 1700 [kW]. La boca del horno mide 3 [m] de ancho por 4 [m] de largo.

### 2.2 Sistema de sobrecarga mecánica

El Laboratorio cuenta con un sistema mecánico de carga que permite aplicar hasta 300 [kg/m<sup>2</sup>] sobre el elemento de ensayo, mediante pesos muertos.

### 2.3 Instrumentos de medición

- Termocuplas : De tipo Chromel - Alumel y son utilizadas para el monitoreo de la temperatura al interior del horno.
- Sensor infrarrojo : Termómetro infrarrojo tipo pistola que se utiliza para medir la temperatura promedio y puntual máxima de la cara no expuesta del elemento.
- Manómetro : Manómetro diferencial de columna de agua utilizado para medir la sobrepresión al interior del horno.

### 3 ACONDICIONAMIENTO Y MONTAJE

La probeta fue construida por el solicitante y se mantuvo en el Laboratorio por 3 días antes del ensayo.

Ésta se construyó sobre los muros del horno dejándola simplemente apoyada por todo su contorno. Todo el perímetro en el encuentro horno-muestra fue sellado con lana de vidrio y pasta base de yeso.

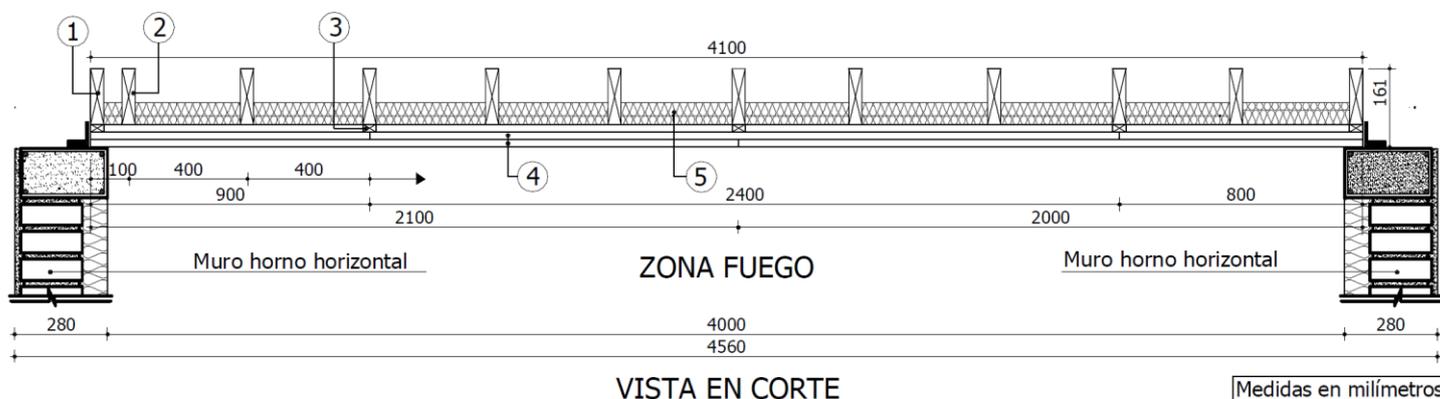
El día del ensayo, las condiciones de temperatura al inicio fueron las siguientes:

- Temperatura promedio inicial del horno : 33 [°C]
- Temperatura inicial cara no expuesta : 33 [°C]

#### 4 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

La muestra ensayada y recepcionada por el laboratorio era de 3,40 [m] de ancho y 4,40 [m] de largo, de características constructivas según se describe en la Tabla 4.1 a continuación.

Tabla 4.1 Descripción de la muestra ensayada.



N°	Elemento	Descripción
1	Viga perimetral	Madera de Pino radiata cepillado seco de escuadría (111 x 33) mm, fijadas con clavos de 3 ½".-
2	Envigado	Madera de Pino radiata cepillado seco de escuadría (111 x 33) mm, fijadas con clavos de 3 ½", dispuestos cada 0,40 [m].-
3	Entramado de cielo	Madera de Pino radiata cepillado seco de escuadría (41 x 20) mm. Piezas dispuestas perpendiculares al envigado separadas cada 0,4 [m] y piezas paralelas al envigado separadas cada 1,2 [m], ambas fijadas con clavos de 2 ½".-
4	Cara expuesta al fuego	Doble placa de yeso-cartón "Gyplac® RF" de 15 [mm] de espesor, ambas placas fijadas con tornillos cabeza de trompeta punta fina #6 x 1 ¼" y #6 x 1 5/8" respectivamente cada 0,3 [m]. Sello de unión de placas es con cinta de fibra de vidrio más pasta a base yeso "Romeral®", para ambas placas.-
5	Aislación	Lana de vidrio "Romeral" de 50 [mm] de espesor y de densidad nominal 11 [kg/m3] de R100 122 [m2•C/w].-

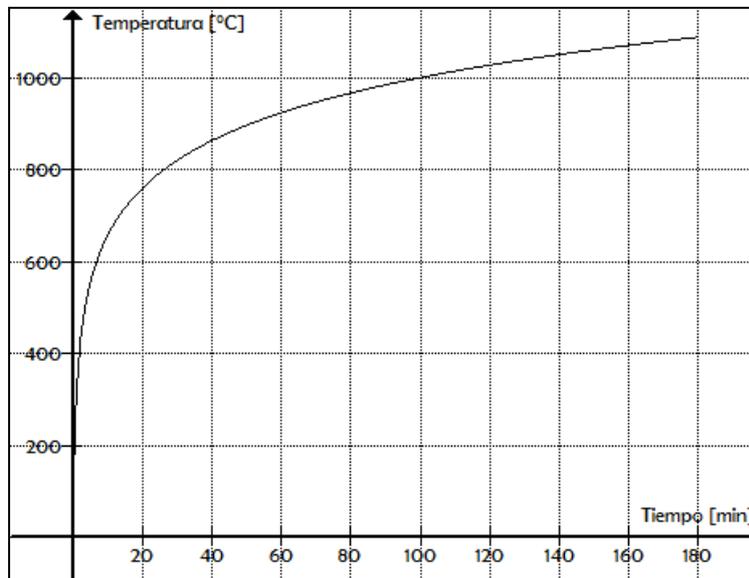
## 5 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

### 5.1 General

El ensayo consiste en exponer al elemento, por su cara inferior, al calor de un horno de modo de imprimirle una temperatura según la curva normalizada tiempo - temperatura señalada en NCh935/1.Of97, regida por la siguiente relación:

$$T(t) - T_0 = 345 \log_{10}(8t + 1),$$

donde  $T$  es la temperatura del horno [°C],  $T_0$  la temperatura ambiente al inicio del ensayo [°C], y  $t$  el tiempo transcurrido de ensayo [min]. La gráfica de esta ecuación y una tabla de valores de la curva se presentan en la Figura 4.1.



$t$	[min]	0	5	15	30	60	90	120	150	180
$T(t) - T_0$	[°C]	0	556	719	822	925	986	1029	1062	1090

Figura 5.1 Curva de incendio estándar

Durante el ensayo se registra la temperatura del horno, la temperatura de la cara no expuesta y las observaciones respecto al comportamiento de la probeta en términos de los criterios de resistencia al fuego señalados en 5.3.

### 5.2 Resistencia al fuego

De acuerdo a la norma NCh935/1.Of97, la resistencia al fuego de un elemento se expresa como el tiempo en minutos, desde el comienzo del ensayo, hasta que dejan de cumplirse las condiciones relativas a capacidad de soporte de carga, aislamiento, estanquidad y no emisión de gases inflamables.

### 5.3 Criterios de resistencia al fuego

Los criterios para determinar la resistencia al fuego del elemento bajo ensayo son los siguientes:

- Capacidad de soporte de carga. Instante en que el elemento no puede seguir cumpliendo la función de soporte de carga para el cual fue diseñado.
- Aislamiento térmico. Instante en que la temperatura de la cara no expuesta alcanza los 180 [°C] puntual o 140 [°C] promedio, por sobre la temperatura ambiente registrada al inicio del ensayo, o si sobrepasa los 220 [°C] cualquiera sea la temperatura inicial.
- Estanquidad. Instante en que una llama (o gases a alta temperatura), se filtra por las uniones o por grietas o fisuras formadas durante el ensayo, y se sostiene por 10 o más segundos. En el caso de filtración de gases, hay pérdida de estanquidad si al colocar una mota de algodón en la filtración, esta enciende.
- Emisión de gases inflamables. Instante en que los gases emitidos por la cara no expuesta arden al aproximar una llama cualquiera y continúan espontáneamente ardiendo al menos durante 20 [s] de retirada la llama.

### 5.4 Clasificación de resistencia al fuego

El elemento debe clasificarse como sigue, en función de su resistencia al fuego:

Clase F0	< 15 minutos
Clase F15	≥ 15 minutos < 30 minutos
Clase F30	≥ 30 minutos < 60 minutos
Clase F60	≥ 60 minutos < 90 minutos
Clase F90	≥ 90 minutos < 120 minutos
Clase F120	≥ 120 minutos < 150 minutos
Clase F150	≥ 150 minutos < 180 minutos
Clase F180	≥ 180 minutos < 240 minutos
Clase F240	≥ 240 minutos.

## 6 RESULTADOS

Se describe a continuación los resultados del ensayo.

### 6.1 Capacidad de soporte de carga

El elemento mantuvo su estabilidad mecánica hasta el final del ensayo.

### 6.2 Aislamiento térmico

La temperatura puntual máxima admisible de **213 [°C]** en la cara no expuesta al fuego se produjo a los **47 minutos** de iniciado el ensayo. En ese instante la temperatura promedio era de **90 [°C]**.

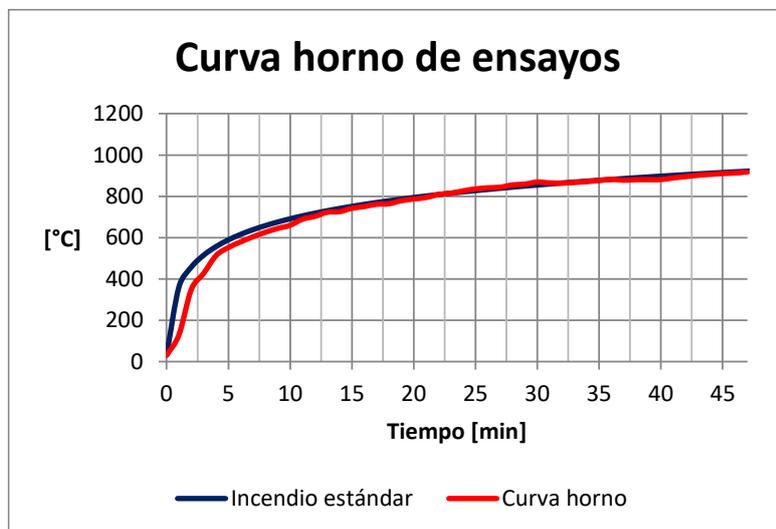


Figura 6.1 Temperatura promedio horno de ensayo

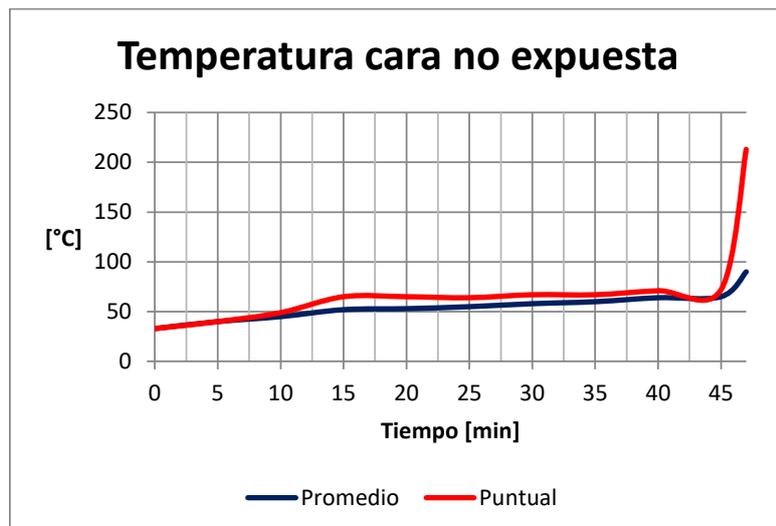


Figura 6.2 Curva de calentamiento cara no expuesta al fuego

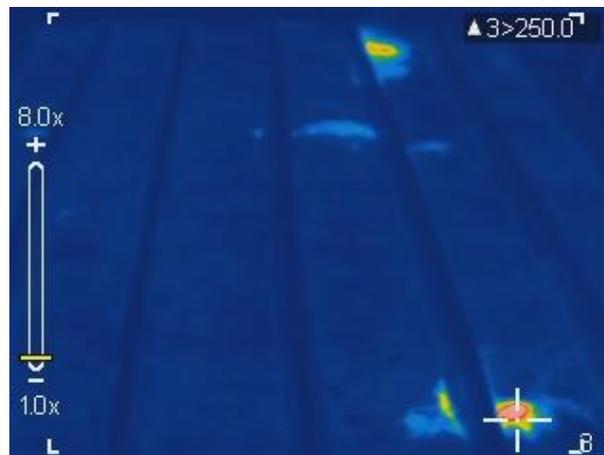


Figura 6.3 Imagen termográfica al momento de la falla por aislamiento térmico

### 6.3 Estanquidad

El elemento se mantuvo estanco a las llamas hasta el final del ensayo.

### 6.4 Emisión de gases inflamables

El elemento no emitió gases inflamables durante todo el ensayo.

### 6.5 Otras observaciones

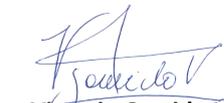
- A los 47 minutos se dio término al ensayo.

## 7 CONCLUSIÓN

De acuerdo a lo señalado en 6.2, la resistencia al fuego del elemento ensayado y descrito en el punto 4 de este informe, resultó ser de **47 minutos**, alcanzando según lo expresado en 5.4, la **clasificación F30**.

*De acuerdo a lo señalado en norma NCh935/1.Of97, el resultado obtenido es válido sólo para la muestra ensayada y bajo las condiciones estipuladas en este Informe de Ensayo, ya que el valor de resistencia al fuego puede variar si se cambian los detalles constructivos.*



VALIDADO POR:	APROBADO POR:
 <b>Victoria Garrido V.</b> Ingeniero Revisor	 <b>Andrés Santis A.</b> Jefe de Unidad

Santiago, 09 de Mayo de 2017

## ANEXO A

### A.1 Imágenes del ensayo

#### A.1.1 Al inicio del ensayo



#### A.1.2 A los 47 minutos de ensayo – Falla por aislamiento térmico



### A.1.3 Al término del ensayo



### A.1.4 Cara expuesta al fuego posterior al ensayo

