



Conocimiento experto que agrega valor

Estudio de Asimilación de Resistencia al Fuego de Entrepiso

Informe Final

Informe N° 1454801

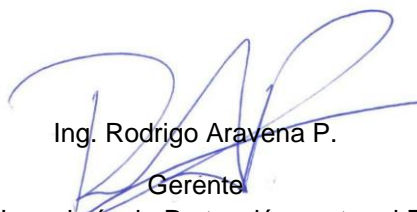
11 de enero de 2018

Centro UC de Innovación en Madera
Pontificia Universidad Católica de Chile

DICTUC Construcción • Fono: (56-2) 2354 5120 • Vicuña Mackenna 4860, Macul • www.dictuc.cl/construccion



Autor(es) Gerente Unidad: Rodrigo Aravena P.	Cuerpo del informe 12 hojas (incluye portada)
Contraparte técnica del Mandante Nombre: Felipe Victorero Cargo: Subdirector de Transferencia Centro UC de Innovación en Madera Teléfono: +562 23545549 Correo Electrónico: favictor@uc.cl	Número de Propuesta IPF-P-100/16
	Correlativos Internos IPF-INF-011-18 OT-AS-228/1
Antecedentes del Mandante Razón Social: Pontificia Universidad Católica de Chile RUT: 81.698.900-0 Teléfono: +562 23545549 Dirección: Av. Libertador Bernardo O'Higgins N° 390.	



Ing. Rodrigo Aravena P.

Gerente

Unidad Ingeniería de Protección contra el Fuego
DICTUC Construcción

Normas Generales

- El presente informe presenta el informe final de un estudio de Asimilación de Resistencia al Fuego de un Entrepiso, desarrollado durante noviembre de 2017 a enero de 2018.
- El presente informe fue preparado por **DICTUC** a solicitud del **Centro UC de Innovación en Madera** de la **Pontificia Universidad Católica de Chile**, para Asimilar la Resistencia al Fuego de un conjunto de entrepiso, bajo su responsabilidad exclusiva.
- Los alcances de este estudio están definidos explícitamente en la Sección 3 del presente informe. Las conclusiones de este informe se limitan a la información disponible para su ejecución.
- La información contenida en el presente informe constituye el resultado de una asesoría, lo que en ningún caso permite al solicitante afirmar que sus productos han sido certificados por **DICTUC**.
- La información contenida en el presente informe no podrá ser reproducida total o parcialmente, para fines publicitarios, sin la autorización previa y por escrito de **DICTUC** mediante un Contrato de Uso Comercial de Marca.
- El **mandante** podrá manifestar y dejar constancia verbal y escrita, frente a terceros, sean estas autoridades judiciales o extrajudiciales, que el trabajo fue preparado por **DICTUC**, y si decide entregar el conocimiento del presente informe de **DICTUC**, a cualquier tercero, deberá hacerlo en forma completa e íntegra, y no partes del mismo.
- El presente informe es propiedad del **mandante**, sin embargo, si **DICTUC** recibe la solicitud de una instancia judicial hará entrega de una copia de este documento al tribunal que lo requiera, previa comunicación por escrito al **mandante**.
- El monto de los honorarios por la ejecución de este Informe, así como la cancelación de dichos honorarios, es independiente a los resultados del mismo. Del mismo modo el **mandante** acepta expresamente que los resultados del Informe encomendado pueden en definitiva, no serles favorables a sus intereses particulares.
- La adulteración y/o alteración total o parcial de los informes, reportes, ensayos y asesorías proporcionadas por **DICTUC**, al igual que su reproducción no autorizada, constituye una conducta susceptible de delito que será sancionada conforme a la normativa legal vigente.
- El **mandante** declara conocer y aceptar los términos y condiciones generales para la prestación de servicios, disponibles para todo el público en su sitio web oficial www.dictuc.cl/tyc.

1. Introducción

El Sr. Felipe Victorero, en representación del **Centro UC de Innovación en Madera** de la **Pontificia Universidad Católica de Chile**, solicitó al Área de Ingeniería de Protección Contra el Fuego (IPF) de DICTUC un estudio para verificar la posible asimilación de la resistencia al fuego de un sistema constructivo, en base a los antecedentes de ensayos previos proporcionados.

Este documento contiene el informe final presentado por IPF al mandante con los resultados obtenidos en el estudio realizado.

2. Objetivos

Determinar si existen los suficientes antecedentes para asignar clasificación de resistencia al fuego a un conjunto entrepiso que representa una modificación constructiva de otro previamente ensayado.

3. Alcance

Las conclusiones obtenidas del presente estudio son sobre la base de la información entregada por el mandante.

4. Metodología

Marco Teórico: La Resistencia al Fuego se demuestra a través de la ejecución de ensayos de resistencia al fuego, realizados según la norma NCh 935/1 “Prevención de incendio en edificios - Ensayo de resistencia al fuego - Parte 1: Elementos de construcción en general”. Esta norma entrega la resistencia al fuego y la clasificación de cada elemento ensayado (F).

La resistencia al fuego se define en la norma NCh 935 como: *“Cualidad de un elemento de construcción de soportar las condiciones de un incendio estándar, sin deterioro importante de su capacidad funcional. Esta cualidad se mide por el tiempo en minutos durante el cual el elemento conserva la estabilidad mecánica, la estanquidad a las llamas, el aislamiento térmico y la no emisión de gases inflamables”*.

Por otro lado, la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC), en su Título IV – Capítulo 3 “De las Condiciones de Seguridad contra Incendios”, en el Artículo 4.3.2 indica:

“.....Si al solicitarse la recepción definitiva de una edificación, alguno de los elementos, materiales o componentes utilizados en ésta no figura en el Listado Oficial de Comportamiento al Fuego y no cuenta con certificación oficial conforme a este artículo, se

deberá presentar una certificación de un profesional especialista, asimilando el elemento, material o componente propuesto a alguno de los tipos que indica el artículo 4.3.3., de este mismo Capítulo y adjuntar la certificación de éstos en el país de origen....”

5. Criterios de Asimilación

Una configuración (A), como la indicada por el mandante, que no disponga de registros de ensayos de resistencia al fuego, es asimilable a otra que si los posea (B), siempre y cuando se cumplan **simultáneamente** al menos los siguientes requisitos:

- a. El sistema estructural soportante de (A) es del mismo tipo (material) que el de (B).
- b. Las dimensiones de la sección de la estructura soportante en (A) es mayor o igual que la de (B).
- c. La separación entre los elementos soportantes estructurales de la configuración (A) sea menor o igual que la de (B).
- d. La aislación interior de (A) es del mismo tipo y un espesor mayor o igual a la de (B).
- e. La cantidad de placas de revestimiento en cada una de las caras es mayor o igual en (A) que en (B).
- f. El espesor de placas de revestimiento en cada una de las caras es mayor o igual en (A) que en (B).
- g. El tipo y posición de placas de revestimiento en cada una de las caras es el mismo en (A) que en (B).
- h. El espesor total de (A) es igual o mayor que el de (B).

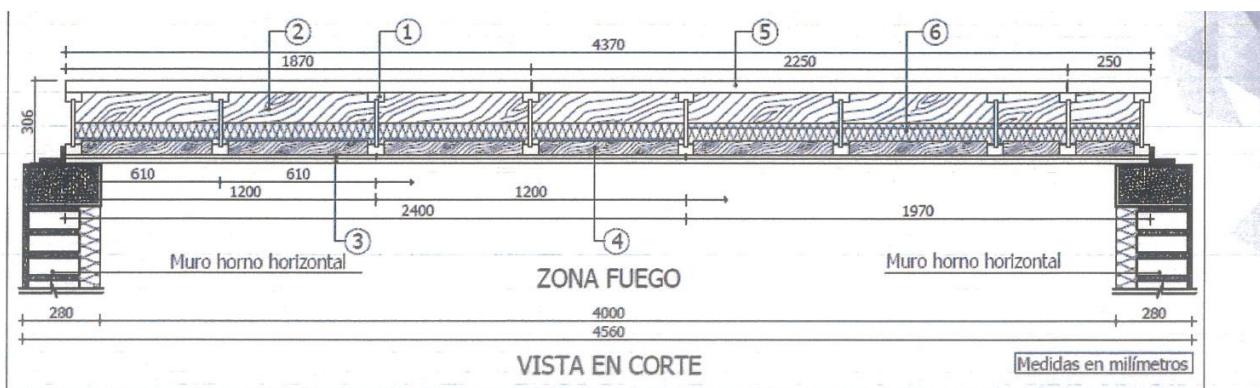
El hecho de cumplir, o superar sólo alguno de los requisitos no es suficiente para poder realizar la asimilación, deben cumplirse todos.

6. Registros Anteriores

Se han tomado como referencia de asimilación 2 registros de ensayos:

a) Entrepiso soportante F-60

El informe de Ensayo Idiem N°923.245, del 15 de octubre de 2014, reporta el ensayo de un entrepiso soportante F-60 con la siguiente descripción (extraída del mismo informe):



N°	Elemento	Descripción
1	Envigado	Vigas tipo "Doble T" producto "LP® I-Joists" en formato de 241 [mm] de alto, compuestas por un alma de madera "LP® OSB" de 9,5 [mm] de espesor nominal, la cual va embutida y pegada a alas de madera de pino americano "finger joint" de escuadría 38 x 63 [mm]. Las vigas van distanciadas a eje 0,61 [m] y fueron dispuestas con una luz libre entre apoyos de 3 [m].-
2	Empalme de vigas	Tablero de madera "LP® OSB" producto "LP® RimBoard" de escuadría 1" x 9½"; tablero va atornillado a las cabezas de las vigas.-
3	Cara expuesta al fuego	Revestimiento Doble plancha de yeso-cartón "Gyplac® RF" de 12,5 [mm] de espesor cada una. Primera plancha dispuesta transversalmente a la viga y fijada con tornillos "CRS" #6 x 1½" cada 0,2 [m]. Segunda plancha dispuesta longitudinal a la viga y fijada con tornillos "CRS" #6 x 1½" cada 0,2 [m]. Sello de junta de planchas con cinta de fibra de vidrio más pasta a base de yeso.-
4		Cadeneteado Madera de pino en bruto de escuadría 2" x 2" distanciadas a eje 0,60 [m], fijado al ala inferior de las vigas.-
5	Cara no expuesta al fuego	Placa "LP® Mezanino" de 40 [mm] de espesor, fijada con tornillos "CRS" #8 x 2½" cada 0,2 [m], la junta de placas posee una separación de 3 [mm] selladas con silicona acrílica "Titebond® Acoustical Sound Sealant". La placa está compuesta por un núcleo formado por dos tableros de "LP® OSB HOME" de 15,1 [mm] de espesor cada uno, pegados entre sí, revestido en ambas caras con placas cementicias de 4 [mm] de espesor.-
6	Aislación	Lana de vidrio "Volcán® Aislan Glass®" de 40 [mm] de espesor nominal y de 14 [kg/m³] de densidad nominal.-
Espesor total del elemento: 306 [mm].		Sobrecarga de ensayo: 120 [kg/m²]
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 Oficial, ya que el valor de resistencia al fuego puede variar si se cambian los detalles constructivos.		Resistencia al fuego del elemento 65 minutos
		Clasificación F60
Nota: Este resumen no reemplaza el informe.		Fecha de emisión: 15 de octubre de 2014

Tal como se indica, este entrepiso fue ensayado con una sobrecarga de 120 kg/m², y obtuvo un tiempo de falla de 65 minutos por colapso estructural (F-60).

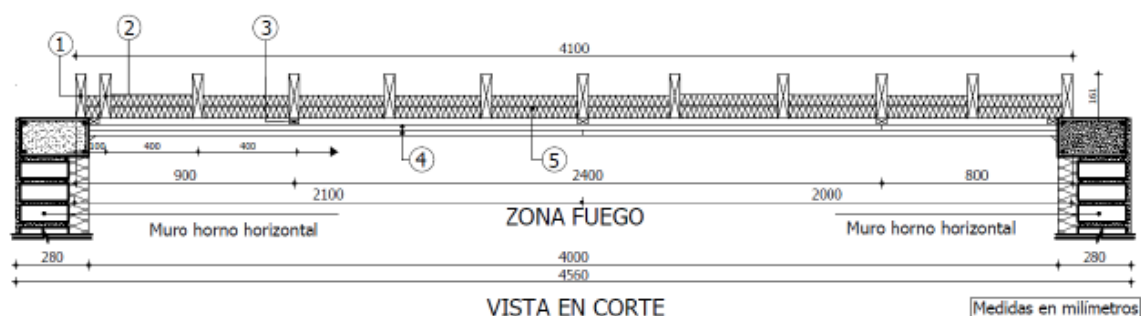
El resumen de los principales aspectos constructivos del entrepiso se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1: Entrepiso F-60

Ítem	Descripción
Estructura	Vigas I-Joists de 241 mm de alto @ 61 cm
Cielo	Doble plancha de yeso cartón Gyplac RF de 12,5 mm, atornillada y sellada Fijadas a cadenetes 2 x 2 @ 60 cm
Piso (sobre las vigas)	Placa LP Mezanino de 40 mm de espesor
Aislante	Lana de vidrio de 40 mm de espesor y 14 kg/m ³ de densidad nominal

b) Sistema de Cielo F-30

El informe de Ensayo Idiem N°1.244.492/2017, del 04 de agosto de 2017, reporta el ensayo de un cielo con envigado de madera con la siguiente descripción (extraída del mismo informe):



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, fijada con clavos 3 ½", 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, traslapadas entre sí, ambas placas fijadas con tornillos cabeza de trompeta punta fina #6 x 1 ¼" y #6 x 1 5/8" respectivamente cada 0,5 [m] y 0,2 [m] respectivamente. Sello de unión de placas es con cinta de fibra de vidrio más pasta a base yeso "Romeral®", para ambas placas.-
5	Aislación	Doble colchoneta de lana de vidrio "Romeral" de 50 [mm] de espesor. R100=235 (m2k/w x 100) y 11 [kg/m3] de densidad nominal.-
Nota: De acuerdo a lo señalado en norma NCh935/1.0F97, 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
		50 minutos
		Clasificación
		F30

Tal como se indica en el informe, este cielo obtuvo un tiempo de falla de 50 minutos por temperatura puntual máxima (F-30) seguida luego de falla por estanquidad a los 53 minutos.

El resumen de los principales aspectos constructivos del sistema se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2: Cielo F-30

Ítem	Descripción
Vigas	Pino radiata cepillado de 33x111 @40 cm
Entramado de cielo	Pino radiata cepillado de 41x20 @120 cm
Cielo	Doble placa de yeso cartón Gyplac RF de 15 mm de espesor, traslapadas, atornilladas y selladas
Aislación	Doble landa de vidrio, 50 mm, 11 kg/m ³ .

7. Elementos a Asimilar y Comparación

Según lo indicado por el mandante, el elemento en evaluación de asimilación corresponde a un sistema de entrepiso con la siguiente EETT:

Tabla 3: Elemento en estudio

Ítem	Descripción
Estructura	Vigas I-Joists de 241 mm de alto @ 40 cm
Entramado de cielo	Distanciadores de 20 x 41 @ 40 cm de pino
Cielo	Doble placa de yeso cartón Gyplac RF de 15 mm de espesor, traslapadas, atornilladas y selladas
Piso (sobre las vigas)	Placa arriostrante terciado de 15 mm Membrana acústica Sobrelosa de hormigón de 41 mm de espesor
Aislante	Lana de vidrio de 120 mm de espesor, y 11 kg/m ³ .

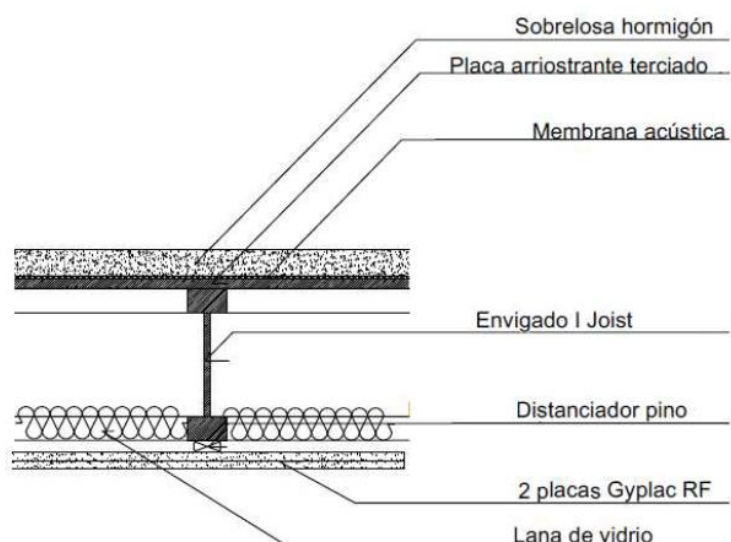


Figura 1: Entrepiso en estudio

8. Análisis

La siguiente tabla muestra la comparativa entre los antecedentes de ensayos y la configuración en estudio:

Tabla 4: Resumen de datos

Ítem	Entrepiso F-60	Cielo F-30	Entrepiso en estudio	Notas
Estructura	Vigas I-Joists de 241 mm de alto @ 61 cm	Pino radiata cepillado de 33x111 @40 cm	Vigas I-Joists de 241 mm de alto @ 40 cm	1
Cielo	Doble plancha de yeso cartón Gyplac RF de 12,5 mm, atornillada y sellada Fijadas a cadenas 2 x 2 @ 60 cm	Doble placa de yeso cartón Gyplac RF de 15 mm de espesor, traslapadas, atornilladas y selladas Fijadas a pino radiata cepillado de 41x20 @120 cm	Doble placa de yeso cartón Gyplac RF de 15 mm de espesor, traslapadas, atornilladas y selladas Fijadas a distanciadores de 20 x 41 @ 40 cm de pino	2
Piso (sobre las vigas)	Placa LP Mezanino de 40 mm de espesor	No aplica.	Placa arriostrante terciado de 15 mm Membrana acústica Sobrelosa de hormigón de 41 mm de espesor	3
Aislante	Lana de vidrio de 40 mm de espesor y 14 kg/m ³ de densidad nominal	Doble lana de vidrio, 50 mm, 11 kg/m ³ .	Lana de vidrio de 120 mm de espesor, y 11 kg/m ³ .	4
Resultado de ensayo obtenido	Falla por colapso estructural a los 65 minutos (F-60)	Falla por temperatura puntual máxima a los 50 minutos (F-30)	-	

La configuración en estudio tiene:

- Vigas @40 cm, es decir es nominalmente un 50% más resistente que el entrepiso ensayado que tiene las mismas vigas @61 cm
- Doble plancha de cielo RF de 15 mm de espesor, en vez de las de 12,5 mm del sistema F-60 ensayado.
- No tiene placa LP Mezanino que si tiene el conjunto ensayado
- Agrega una loseta de hormigón que aumenta el peso propio del conjunto

Como se indica anteriormente, la RF de un sistema constructivo corresponde a la medición simultánea de 4 atributos:

- i. El aislamiento térmico: este criterio es dependiente fundamentalmente de los revestimientos y aislantes. En este caso el sistema en estudio utiliza recubrimientos de cielo y aislante usa revestimientos que al menos obtienen un tiempo RF de 50 minutos en ensayo, adicionalmente sobre las vigas se agrega una placa arriostrante de terciado de 15 mm y una sobrelosa de hormigón de 41 mm que a juicio del profesional firmante permiten alcanzar la clasificación F-60 (en el criterio de aislación térmico) de forma holgada.
- ii. La estanquidad a las llamas y
- iii. La no emisión de gases inflamables: junto al criterio anterior está vinculado a la capacidad del conjunto de mantenerse estanco sin generar grietas por donde las llamas y gases combustibles puedan pasar. se asume asimilable a la misma clasificación obtenida en la medida que se mantengan los mismos sistemas de sello ensayados anteriormente.
El hecho de que el hormigón es un material no combustible tiende a generar aún mejores condiciones respecto a estos 2 criterios de falla.
- iv. La estabilidad mecánica: es este caso se refiere a la capacidad del conjunto de no colapsar o deformarse excesivamente para permitir la aparición de alguno de los otros tipos de falla.
En este caso particular la estructura soportante (vigas IJoist) se ha reforzado¹ respecto a la configuración ensayada por aumento de vigas, al disminuir la separación entre ellas.

Adicionalmente el sistema de cielo entrega una protección inicial mayor a la estructura dado que las placas son de mayor espesor (15 mm respecto a 12,5 en la configuración ensayada).

Dado los argumentos anteriores, se puede asimilar el criterio de estabilidad mecánica a la clasificación F-60, bajo las mismas condiciones del ensayo, esto es una carga total de 120 kg/m².

¹ No forma parte del alcance de este estudio cuantificar este aumento de capacidad soportante, del mismo modo en que tampoco se cuantifica el aumento de peso propio por los componentes nuevos del sistema.

9. Conclusiones

Dado lo anterior, a pesar que no se cumplen todos los criterios para la asimilación, el juicio del profesional firmante es que el sistema constructivo descrito en el punto 7 del presente informe **puede ser asimilado a la clasificación F-60.**