

CATEDRA  
MADERA



Gobierno  
de Navarra



Universidad  
de Navarra

Documentos de Cátedra Madera Nº 5

# La ventana de madera en edificación. Monográfico Nº1.

## Resistencia al fuego

Jornada organizada por ASOMA  
con fecha 6 de junio de 2013.

*La información contenida en este documento es un resumen extraído de las ponencias presentadas y ha sido elaborado por personal de la Cátedra Madera presente en las mismas.*

## 1. Índice

2. Introducción.....	3
3. Ponencias.....	3
<b>La Resistencia al Fuego en la Edificación. Sinergias con la ventana de madera.</b> .....	3
<b>CTE-DB-SI 5: Intervención de los bomberos.</b> .....	3
<b>CTE-DB-SI 6: Resistencia al fuego de la estructura</b> .....	3
<b>CTE-DB-SI 1: Propagación interior</b> .....	5
<b>CTE-DB-SI 2: Propagación exterior</b> .....	5
<b>REI, el significado</b> .....	7
<b>Ejemplos</b> .....	7
<b>Aspectos constructivos a tener en cuenta en la fabricación de ventanas de madera RF</b> .....	8
<b>Junta intumescente</b> .....	8
<b>Rejillas cortafuegos</b> .....	12
<b>Estanqueidad de cristales</b> .....	13
<b>Espuma de poliuretano resistente al fuego</b> .....	13
<b>Placas de silicato cálcico</b> .....	13
<b>Panel cortafuego ultra ligero</b> .....	14
<b>Colas incombustibles</b> .....	14
<b>Normas de ensayo, clasificación y extensión de las aplicaciones en ventanas y puertas resistentes al fuego</b> .....	15
<b>Introducción</b> .....	15
<b>Condiciones del ensayo</b> .....	15
<b>Equipos de ensayo</b> .....	15
<b>Muestra de ensayo</b> .....	16
<b>Desarrollo del ensayo</b> .....	16
<b>Criterios de comportamiento</b> .....	17
<b>Clasificación</b> .....	17
<b>Declaración de comportamiento</b> .....	17
<b>Campo de aplicación</b> .....	18
<b>Procedimientos de mejora del producto ventana. Consideraciones a tener en cuenta</b> .....	19

Informe sobre la jornada:

La Ventana de Madera en Edificación. Monográfico nº1. Resistencia al fuego

<b>Madera</b> .....	19
<b>Carbonización</b> .....	19
<b>Tratamientos</b> .....	20
<b>Características constructivas y ensayo demostración de ensayo de resistencia al fuego de una ventana de madera EI60</b> .....	22

## 2. Introducción

El 6 de junio de 2013 tuvo lugar en las Instalaciones de ENSATEC (Navarrete), la jornada **La Ventana de Madera en Edificación. Monográfico nº1. Resistencia al fuego**.

## 3. Ponencias

**La Resistencia al Fuego en la Edificación. Sinergias con la ventana de madera.**  
D. Alfredo Bazo | *Técnico de Prevención de Incendios. Cuerpo de Bomberos de Logroño*

De las 1242 intervenciones que se realizaron por parte del Cuerpo de Bomberos de Logroño en el año 2012, 507 fueron por incendios. De estos, 150 fueron en edificios y 89 afectaron a viviendas. Donde, además de los daños materiales, unas 10-12 personas fueron víctimas de estos incendios.

De aquí nace la importancia de la prevención de incendios, el diseño, la construcción del edificio acorde a la normativa, etc.

El diseño y construcción del edificio ha de cumplir la normativa vigente. En nuestro caso, el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio (DB-SI).

Analizando la norma por puntos, se pueden detectar los principales errores que se cometen y se podrían evitar muchas de las catástrofes que ocurren.

### **CTE-DB-SI 5: Intervención de los bomberos.**

“Se facilitará la intervención de los equipos de rescate y de extinción de incendios”

En las imágenes 1, 2, 3 y 4 se puede apreciar los diferentes obstáculos con los que se encuentran los bomberos fruto de un mal estudio y proyección del edificio y sus alrededores.

### **CTE-DB-SI 6: Resistencia al fuego de la estructura**

“La estructura portante mantendrá su resistencia al fuego durante el tiempo necesario para que puedan cumplirse las anteriores exigencias básicas”.

Se deberán realizar los cálculos y siempre que sea necesario, tratar la estructura con algún producto ignífugo que haga cumplir el tiempo requerido por la norma.



Imagen 1. Anchura de la calle insuficiente.



Imagen 2. Distancia para giro insuficiente.

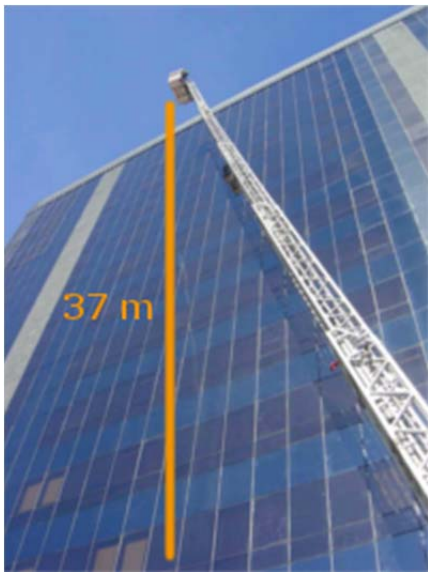


Imagen 3. Altura máxima de la escalera.



Imagen 4. Carga del camión.

### CTE-DB-SI 1: Propagación interior

“Se limitará el riesgo de propagación del incendio por el interior del edificio”

Se proyectará el edificio con sus correspondientes sectorizaciones y materiales con una resistencia y reacción al fuego acordes a su función.

Aunque a veces el fallo es humano, como se puede apreciar en la imagen 5. Donde se bloqueó y se dejó abierta una puerta que separaba dos sectores de incendios. Si esto no hubiera ocurrido, la sala desde la que se tomó la fotografía no habría sido afectada por las llamas.



*Imagen 5. Puerta de sectorización abierta.*

### CTE-DB-SI 2: Propagación exterior

“Se limitará el riesgo de propagación del incendio por el exterior, tanto en el edificio considerado como a otros edificios”.

Este es el apartado que afecta directamente a las ventanas, ya que es donde se determinan las distancias mínimas en función de la colocación de las mismas.

**Fachadas**, entre sectores o similares. **Propagación horizontal**: si las ventanas tienen un  $EI < 60$ , deben cumplir una distancia según el ángulo entre las dos ventanas que aparece determinada en las imágenes 6, 7 y 8.

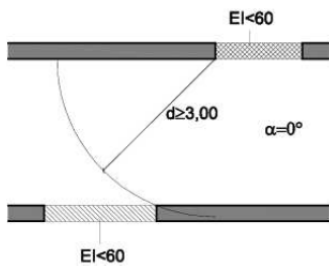


Imagen 6. Ventanas enfrentadas.

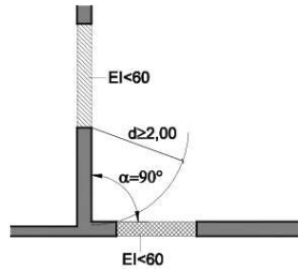


Imagen 7. Ventanas que forman un ángulo recto.

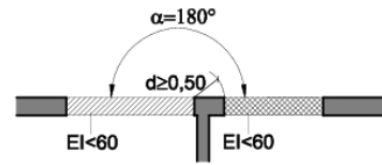


Imagen 8. Ventanas en el mismo plano.

**Fachadas**, entre sectores o similares. **Propagación vertical:** si las ventanas tienen un EI < 60, deben cumplir una distancia que aparece determinada en las imágenes 9 y 10.

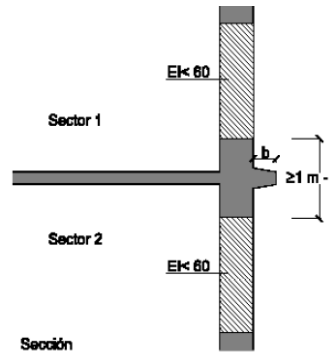
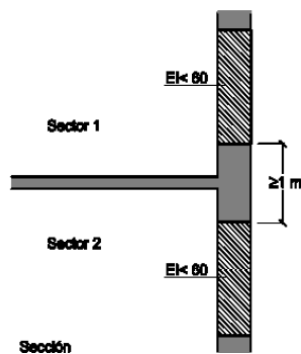


Imagen 9. Ventanas sin obstáculos. Imagen 10. Ventanas con obstáculos.

**Cubiertas:** REI 60, deberá haber 1 m entre sectores, 0.50m+0.50m entre edificios colindantes, o bien prolongar la medianería (EI 120) 0.60m sobre la cubierta. En la tabla 1, se determinan las distancias entre las ventanas indicadas en la imagen 11.

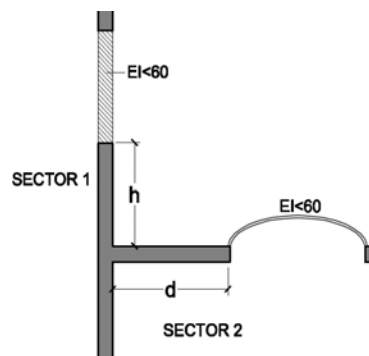


Imagen 11. Distancias en cubierta.

Tabla 1. Distancias entre dos ventanas en cubierta.

d (m)	≥2.50	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00	0.75	0.50	0.00
h (m)	0.00	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	5.00

## REI, el significado

**R:** esto se refiere a su capacidad portante, que conserve su estabilidad mecánica.

**E:** Integridad al paso de las llamas y gases calientes, con lo que debe perdurar su estanqueidad.

**I:** Aislamiento térmico suficiente para impedir que la cara no expuesta al fuego supere unas temperaturas determinadas a la vez que no emita gases inflamables.

**Número:** el número asociado es el tiempo en minutos que debe cumplir el material o conjunto de materiales.

## Ejemplos

A continuación, se muestran algunas imágenes con diferentes ejemplos reales de lo visto anteriormente.



*Imagen 12. Distancia suficiente entre ventanas.*



*Imagen 13. Distancia insuficiente entre ventanas.*



*Imagen 14. Importancia de la distancia entre edificios.*



*Imagen 15. Ventana que ha evitado el paso de las llamas.*



## Aspectos constructivos a tener en cuenta en la fabricación de ventanas de madera RF

D. Marc Montion | *Responsable de Ventas. ODICE España*

Odice, con sede en Marly, al norte de Francia, es una empresa que fabrica protecciones pasivas contra incendios, entre las que destacan las juntas intumescentes y los aislantes resistentes al fuego. Tiene una amplia gama para puertas y ventanas RF:

- Placas y juntas Intumescentes.
- Juntas de estanqueidad para cristales.
- Rejillas cortafuegos.
- Masillas y espumas RF.
- Productos alcalino-térreos.
- Paneles de silicato cálcico.
- Aislantes térmicos y acústicos.
- Colas incombustibles.



### Junta intumescente

La elección de la junta intumescente depende de:

- La superficie de aplicación, dependiendo de si es madera o metal.
- La temperatura de expansión requerida, por el material o por la normativa.
- La ubicación de la junta, por ejemplo, en una ventana.
- La normativa de cada país.

Para cubrir todas sus funciones y posibilidades, existen tres tecnologías diferentes para fabricar las juntas intumescentes. De silicato de sodio, fosfato de amonio y grafito.

#### Silicato de sodio

Es el mejor intumescente existente hasta la fecha debido a sus características:

- Reacciona a una temperatura de 100°C.
- La forma de expansión es unidireccional.
- Su coeficiente de expansión ronda entre 5 y 8 veces su tamaño inicial.
- Proporciona una presión de expansión de 0.9 N/mm<sup>2</sup>.
- Resiste al agua únicamente si está protegido.
- El silicato sódico hidratado se queda duro tras la expansión.



Imagen 16. Palusol reaccionado

En la imagen 17 se aprecia la diferencia dimensional entre el Palusol antes de su exposición al fuego y después.



*Imagen 17. Palusol antes de su exposición al fuego (2mm) y después (12mm).*

Sus principales aplicaciones son en las juntas de la perfilería y en el alma de puertas RF.

El Palusol tiene certificaciones como la alemana Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung by DIBt y la estadounidense Intertek ETL Semko.

En las imágenes 18 y 19 se muestran ejemplos del empleo del silicato de sodio.



*Imagen 18. Aplicación en el marco de una puerta RF.*



*Imagen 19. Aplicación en el alma de una puerta y en el bastidor.*

### Fosfato de amonio

El fosfato de amonio presenta las siguientes características:

- Reacciona a una temperatura mayor de 180°C
- Se expande de manera multidireccional.
- Su coeficiente de expansión es entre 12 y 50 veces su dimensión original.
- La presión que ejerce al expandirse es prácticamente nula.
- No necesita protección contra la humedad.



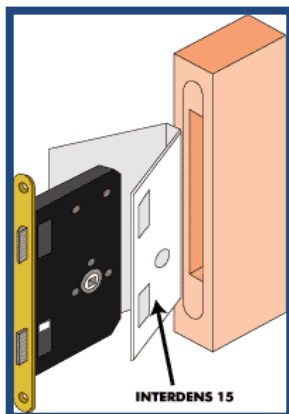
*Imagen 20. Interdens*

En la imagen 21 se aprecia la diferencia dimensional entre el Interdens antes de su exposición al fuego y después.



*Imagen 21. Interdens antes de su exposición al fuego (2mm) y después (80-100mm).*

Principalmente se aplica como protector de cerraduras y bisagras, tal y como se muestra en las imágenes 22, 23 y 24.



*Imagen 22. Colocación Interdens en cerraduras.*



*Imagen 23. Interdens en cerraduras.*



*Imagen 24. Interdens en bisagras.*

## Grafito

El grafito presenta las siguientes características:

- La junta de grafito se distribuye en rollos ya que es flexible.
- Reacciona a una temperatura mayor de 180°C
- Se expande de forma multidireccional.
- Su dimensión tras la expansión es más de 11 veces su espesor inicial.
- Genera una presión de expansión de 0.48N/mm<sup>2</sup>



*Imagen 25. Flexilodice*

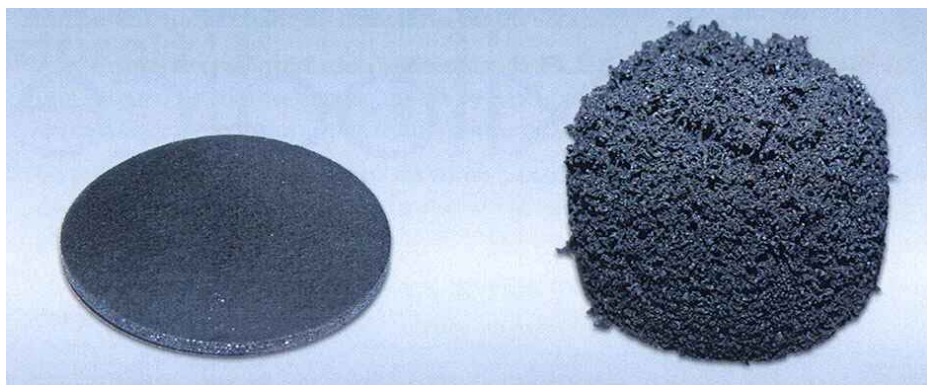
Además tiene varias ventajas

- Dado que se puede extrusionar, se puede hacer cualquier forma deseada.
- Es flexible.
- Se pueden controlar los gases gracias a los labios que se le pueden realizar.
- Tiene una superficie estética.
- Se pueden hacer diseños personalizados.



*Imagen 26. Diferentes formas del Flexilodice*

En la imagen 27 se aprecia la diferencia dimensional entre el Flexilodice antes de su exposición al fuego y después.

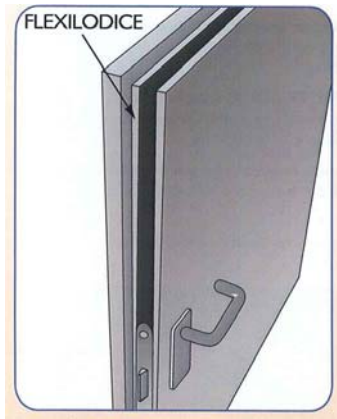


*Imagen 27. Flexilodice antes de su exposición al fuego (2mm) y después (22mm).*

Principalmente se utiliza en perfilaría de puertas RF, ventanas y sellado de cables, como se muestra en las imágenes 28 y 29.

Informe sobre la jornada:

La Ventana de Madera en Edificación. Monográfico nº1. Resistencia al fuego



*Imagen 28. Flexilodice en la hoja de una puerta.*



*Imagen 29. Flexilodice en el marco de una puerta.*

### Rejillas cortafuegos

Las rejillas cortafuegos están constituidas por perfiles intumescentes Palusol, que permiten la libre circulación del aire a temperatura ambiente, pero que en caso de incendio se expande impidiendo así el paso de gases y llamas.

Se aplica principalmente para ventilaciones a través de puertas cortafuegos, paredes cortafuegos y mamparas RF.



*Imagen 30. Rejilla expandida debido al calor producido por las llamas.*

## **Estanqueidad de cristales**

### Papel Superwool X607

El Papel Superwool X607 es un material ligero y flexible que está constituido por fibras solubles no tóxicas y es incombustible (clase M0) permaneciendo estable a 1100°C.

Se aplica principalmente en el fondo de junta para cristales para llamas y cortafuegos y como aislamientos diversos.



*Imagen 31. Papel Superwool X607.*

### Flexilodice glass 24

El Flexilodice glass 24 es una junta intumescente de grafito en forma de “U”, que permite una instalación fácil y rápida.

### System 36

El System 36 es una junta elastómera flexible e intumescente en forma de “U”, que mantiene su elasticidad y una resistencia al fuego entre 30 y 60 minutos.

Se utiliza para proporcionar estanqueidad en vidrieras y como cortafuego.



*Imagen 32. System 36.*

## **Espuma de poliuretano resistente al fuego**

Firefoam 1C/1CB2, es una espuma PU en aerosol de 750ml que no desprende ni CFC, ni H-CFC. Resiste al fuego hasta 360 minutos, permite una sencilla colocación y tiene una importante capacidad de relleno.

Se utiliza principalmente en la instalación de los marcos en obra.



*Imagen 33. Firefoam 1C/1CB2.*

## **Placas de silicato cálcico**

Fibrodice MS es un panel rígido incombustible (M0), con una alta resistencia mecánica y un buen aislamiento térmico. Además, permite un fácil troquelado.

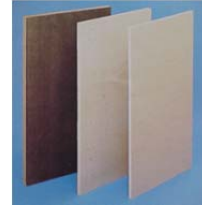
Principalmente se utiliza como escudo contra el fuego limitando la deformación de la hoja.



*Imagen 34. Fibrodice MS.*

### **Panel cortafuego ultra ligero**

Odiboard es un panel con base de fibras minerales y de perlita expandida. Presenta densidades variadas y un excelente aislante térmico. Es fácilmente manipulable y mecanizable.



*Imagen 35. Odiboard.*

### **Colas incombustibles**

Pyrocol es un pegamento multiuso de fácil aplicación con una base de silicato totalmente incombustible y ligeramente intumescente.

Principalmente se aplica como pegamento de DM y aglomerados para aumentar su resistencia al fuego hasta 10 minutos.



*Imagen 36. Pyrocol*

## **Normas de ensayo, clasificación y extensión de las aplicaciones en ventanas y puertas resistentes al fuego.**

D<sup>a</sup>. Elena Malaina | *Responsable Técnico Departamento de Fuego. ENSATEC*

Elena Malaina explica el ensayo de resistencia a fuego que se realizó en las instalaciones de Ensatec.



### **Introducción**

El ensayo de Resistencia al Fuego evalúa el comportamiento frente al fuego de los elementos empleados en la construcción y valora durante cuánto tiempo (en minutos) un elemento mantiene sus propiedades (aislamiento térmico e integridad) después de que se desarrolle un incendio.

#### Campo de aplicación

Estos ensayos son aplicables a puertas pivotantes, puertas correderas, puertas basculantes, puertas enrollables, ventanas practicables, persianas y puertas de pisos para ascensores

#### Normativa relacionada

La normativa relacionada a este ensayo es la siguiente:

- UNE-EN 1363-1:2000 parte 1
- UNE-EN 1363-1:2000 parte 2
- UNE-EN 13501-2 parte 2

### **Condiciones del ensayo**

Los ensayos de Resistencia al Fuego consisten en someter a una muestra característica a unas condiciones concretas de presión y temperatura, simulando un incendio real.

#### Temperatura

Se utiliza una curva normalizada de calentamiento.

#### Presión

Se usan presiones relativas de 8.5 Pa por metro de altura del horno, estando el plano de presión neutral a 0.5 metros del nivel del suelo teórico. La presión máxima en la parte superior es de 20 Pa.

### **Equipos de ensayo**

El horno utiliza como combustible gas. Se colocan medidores de presión y temperatura además de termopares de placa. El bastidor soporta la muestra y reproduce las condiciones de los bordes.



## **Muestra de ensayo**

### Instalación

La muestra ha de ser representativa de la que se vaya a utilizar en realidad. En el diseño de la muestra y la elección de la obra soporte hay que tener en cuenta el campo de aplicación directa.

### Tamaño

La muestra presentará medidas reales.

### Número y sentido de apertura

El número de muestras dependerá del sentido de apertura del elemento a ensayar.

### Obra soporte

Ha de ser normalizada, pudiendo ser rígida de alta o baja densidad o flexible.

## **Desarrollo del ensayo**

### Previo al ensayo

Antes de comenzar el ensayo se debe definir la muestra y verificar por parte del laboratorio que la muestra definida es la que se va a ensayar. Además se deberán medir las holguras y las fuerzas de retención y hacer un ajuste final.

### Comienzo del ensayo

La temperatura media en la cara no expuesta será de  $20 \pm 10^{\circ}\text{C}$  y la temperatura inicial del horno entre  $10$  y  $50^{\circ}\text{C}$ .

### Medidas y observaciones de la muestra

Se medirán progresivamente las deformaciones de la muestra ensayada.

### Fin de ensayo

El ensayo finalizará siempre que se cumpla una de las tres condiciones siguientes:

- Una vez se hayan obtenido los criterios seleccionados en el inicio.
- Siempre que la seguridad del personal o de los equipos de ensayo no se cumpla.
- Cuando el solicitante del ensayo lo requiera.

## **Criterios de comportamiento**

### Integridad

La integridad es la capacidad de un elemento para soportar la exposición al fuego por una cara, sin que exista transmisión de fuego a la cara no expuesta en forma de llamas o gases calientes.

Se evalúa durante todo el ensayo de tres formas diferentes:

- Ignición de tampón de algodón. Se aplica durante 30 segundos un tampón de algodón hasta que se produzca la ignición.
- Penetración de galgas. Se introducen galgas de entre 6 y 25 mm por las grietas que se crean en la muestra.
- Aparición de llamas sostenidas por un periodo de más de 10 segundos.

### Aislamiento

El aislamiento es la capacidad de un elemento para soportar la exposición al fuego por una cara, sin que exista transmisión del incendio a la cara no expuesta, debido a una transferencia de calor significativa.

Existen dos niveles de aislamiento:

- I<sub>1</sub>. El incremento de temperatura media es <140°C y el de temperatura máxima <180°C
- I<sub>2</sub>. El incremento de temperatura media es <140°C y el de temperatura máxima de la hoja <180°C y la del marco <360°C

### Otros criterios

El cierre automático es la aptitud de una puerta o ventana para cerrarse de manera completa sin intervención humana.

## **Clasificación**

La norma 13501-2 especifica un procedimiento para realizar la clasificación frente al fuego, de puertas y ventanas, usando los datos obtenidos en ensayos de resistencia al fuego y en ocasiones, en ensayos de durabilidad del autocierre y otras características adicionales.

## **Declaración de comportamiento**

Los documentos asociados a una puerta o ventana cortafuegos para cumplir con la normativa española son los siguientes:

- Informe de Clasificación, según EN 13501-2
- Informe de Ensayo de resistencia al fuego, según EN 1634-1
- Informe de Ensayo de durabilidad del cierre automático, según EN 1191 o según EN 12605

Informe sobre la jornada:

La Ventana de Madera en Edificación. Monográfico nº1. Resistencia al fuego

- Herrajes con marcado CE
- Informe de Extensión de la Aplicación, según EN 15269 y EN 15725.
  - o EN 15269-1: requisitos generales
  - o EN 15269-3: puertas y ventanas de madera
  - o EN 15269-5: puertas y ventanas marco metálico

### Informe de clasificación

El informe se compondrá de las siguientes partes:

- Clasificación obtenida.
- Descripción del elemento, obra soporte y caras expuestas.
- Ensayos en los que se basa la clasificación.
- Fecha de los ensayos.
- Laboratorios que han realizado los ensayos.
- Laboratorio que emite la clasificación.
- Campo de aplicación directa.

## **Campo de aplicación**

### Campo de aplicación directa

Es el conjunto de cambios que se pueden realizar de manera directa, manteniendo la clasificación obtenida y sin necesidad de realizar ensayos adicionales.

### Campo de aplicación extendida

Es el conjunto de cambios que se pueden realizar, después de estudiar la influencia de determinados parámetros en la clasificación obtenida.

**Procedimientos de mejora del producto ventana. Consideraciones a tener en cuenta.**

D. Luis García | *Responsable Técnico Departamento de Construcción. ENSATEC*

## Madera

En los materiales de pequeña sección y con aristas vivas es más fácil la ignición y la propagación de la llama, empeorando el comportamiento al fuego.

A mayor densidad y espesor, mejor será la reacción al fuego, arderá con menos facilidad y la combustión será más lenta.

Por su baja conductividad térmica, presenta un buen comportamiento ante un incendio en fase de pleno desarrollo, la combustión, alimentada por el oxígeno, se desarrolla únicamente en la superficie de la pieza.

La existencia de fendas, (grietas, hendiduras longitudinales debidas a cambios bruscos de temperatura), en sentido de las fibras de la madera incrementan los efectos del fuego.

## Carbonización

La carbonización aporta protección aislante a las capas interiores en la que se produce la pirólisis (descomposición química de materia orgánica, causada por el calentamiento en ausencia de oxígeno), quedando el interior del material sin afectar.

La capa carbonizada es unas seis veces más aislante que la propia madera. Esta característica hace que la pérdida de la capacidad portante del elemento, se deba principalmente a la reducción de su espesor y no al deterioro del material.

La madera laminada, que apenas tiene fendas, presenta una velocidad de carbonización menor que la madera maciza.

Tabla 2. Velocidades de carbonización de la madera.

Velocidades de carbonización (mm/min)	Fuego por Varias caras	Fuego por una sola cara
<b>Coníferas (pino, abeto, cedro..) y Haya</b>		
Madera laminada encolada con densidad característica $\geq 290\text{Kg/m}^3$	0,70	0,65
Madera maciza con densidad característica $\geq 290\text{Kg/m}^3$	0,80	0,65
<b>Fronosas, (encina, olmo...)</b>		
Madera maciza o encolada de frondosas con densidad característica de $290\text{Kg/m}^3$ <sup>(1)</sup>	0,70	0,65
Madera maciza o encolada de frondosas con densidad característica $\geq 450\text{Kg/m}^3$	0,55	0,50
<b>Madera microlaminada</b>		
Con densidad característica $\geq 480\text{Kg/m}^3$	0,70	0,65

(1) Para maderas con Densidades entre 290 y 450  $\text{kg/m}^3$ , la velocidad se puede interpolar linealmente

## Tratamientos

### Ignifugantes

- Reducen la inflamabilidad, la emisión de calor y retrasan la combustión.
- La carbonización de la madera, es muy similar en materiales tratados como sin tratar.
- Los productos adhesivos para maderas laminadas encoladas, tienen que tener propiedades ignífugas y que no alteren las prestaciones mecánicas y/o estructurales.
- Se debe tomar especial atención a que no produzcan humo, no desprendan gotas o partículas inflamadas en fase inicial del incendio.

### Ignifugantes superficiales

- Se funden y recubren las partículas de la madera, su temperatura de fusión es inferior a la de la madera y se adhieren al material rellenando los poros, evitando así la penetración de oxígeno.
- Se descomponen liberando sustancias que reducen la inflamabilidad.

### Ignifugantes en profundidad

Se consiguen con tratamientos en autoclave o con inmersión en caliente, pero con esta última se obtienen profundidades menores que en autoclave (10-20mm).

CTE DB SI 2. Propagación exterior

Para que una ventana aporte la resistencia al fuego necesaria en fachada, no debe ser practicable.

Resistencia al fuego de ventanas de madera:

- Se deben utilizar materiales de alta densidad y/o de rápida carbonización.
- Los perfiles laminados pueden mejorar la resistencia estructural así como la capacidad de torsión.
- Se utilizarán acristalamientos resistentes al fuego.
- Herrajes resistentes al fuego, acorde a las prestaciones declaradas y protegidos con productos intumescentes.
- Juntas intumescentes en marco, hoja y entre marco y premarco.
- Espumas ignífugas entre premarco y fábrica de albañilería.
- Los junquillos atornillados mejoran la integridad al ser elementos de pequeña sección.
- Sellado de acristalamientos con productos ignífugos.
- Sustitución de los calces del acristalamiento por materiales intumescentes, siendo recomendable su colocación por todo su perímetro (cámaras de acristalamiento).
- Utilización de secciones adecuadas, a mayor sección, mejor comportamiento.
- Los tratamientos ignífugos ayudan a ralentizar el proceso de inflamabilidad.

- Ventanas de dos hojas, colocación en tapajuntas (unión hojas) una junta intumescente.
- Colocación de protecciones intumescentes en las zonas de drenaje, ya que dificulta la penetración directa de la llama en zonas internas de la ventana.

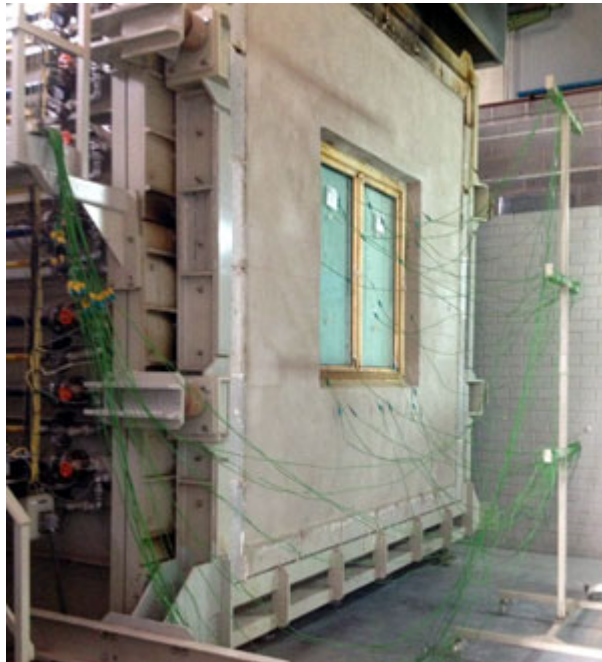
Tabla 3. Mejora de las prestaciones de una ventana

Mejora en prestaciones (Clasificaciones)	Aire m <sup>3</sup> /h <small>UNE-EN 1026</small>	Agua <small>UNE-EN1027</small>	Viento <small>UNE-EN12211</small>	Acústica (dB) <small>UNE-EN ISO1040-2</small>	Térmica W/(m <sup>2</sup> ,K) <small>UNE-EN ISO 12567-1 UNE-EN 12412-2</small>
Junta exterior en tapajuntas (de labio, no retranquea) Sección de marco ≤ 60 mm Sección de marco ≥ 60 mm	≥ 10%	≥ 2 ≥ 1		≥ 1	
Triple junta, exterior marco (de labio), descompresión, en montantes laterales		≥ 1		≥ 1	
Drenajes rectangulares a 10 cm de cada lado de la unión hojas y en laterales		≥ 1			
Vidrios diferentes espesores Térmicos/cámara/ (EI),fuego				≥ 1	≥ 1
Maderas densas (roble) menos densas (eucalipto)			≥ 1	≥ 1	≥ 1
Herrajes excéntricos, cierre a marco (superior/ inferior). Pasadores de cierre No cerrar a hoja pasiva. En grandes ventanales	≥ 1	≥ 1	≥ 1	≥ 1	
Junquillos interiores (Recomendable)		≥ 1			
Usar perfiles de secciones apropiadas (perfil ventana o puerta), según dimensiones			≥ 1		
Grandes ventanales, realizar particiones en altura y/o anchura, evita excesivas deformaciones (según configuración)		≥ 1	≥ 1		

**Características constructivas y ensayo demostración de ensayo de resistencia al fuego de una ventana de madera EI60.**  
Laboratorio Área de Fuego. ENSATEC

Finalmente, se realizó un ensayo de resistencia al fuego de una ventana de madera EI60. Únicamente se mostró el inicio del ensayo por petición del dueño de la ventana, ya que prefería ver únicamente él el resultado final de su carpintería.

En la imagen 37 se muestra una imagen del ensayo.



*Imagen 37. Ensayo de resistencia al fuego de una ventana.*

Para terminar, se realizó una visita guiada por las instalaciones del laboratorio Ensatec.