

PRODUCTOS DE
MADERA Y SU
COMPORTA-
MIENTO AL
FUEGO
RETOS Y
RESPUESTAS DE
LA INDUSTRIA
DE LA MADERA

INTRODUCCIÓN

La creación del fuego mediante la rozadura de dos palos y su uso como combustible para el cocinado y la calefacción han influido decisivamente en la desconfianza de la madera como elemento estructural. Los sucesos históricos de grandes incendios en ciudades con edificios de madera aumentó esa desconfianza¹. De hecho y desgraciadamente por falta de información, cuando se recibe la noticia de un incendio, si se informa que se trataba de un edificio de madera, la gente lamenta que se siga usando. A lo largo de la Revolución Industrial en el siglo XVIII y en EEUU en el siglo XIX, los incendios continuaron, pese a que se empezó a prohibir la construcción con estructura de madera y su sustitución por mampostería, hormigón y acero. Se formaron departamentos públicos contra incendios, se instalaron suministros públicos de agua con tuberías de aguas subterráneas y bocas de incendios, y se produjo una mejora de los camiones de bomberos. El uso del acero y el hormigón en estructuras –no combustibles– se tomó como la panacea contra este problema, falsedad que vinieron a demostrar otros grandes incendios como los de Chicago 1871 y San Francisco 1906, que no tuvieron nada que ver con la madera y causaron los mismos estragos. Como puntos a resaltar de estas experiencias históricas podemos mencionar los siguientes:

- Los incendios comienzan y se desarrollan por causas externas a la estructura pero acaban destruyendo a ésta y al edificio.
- Muy pocos edificios que sufren un incendio pueden aprovechar su estructura posteriormente ya que las elevadas temperaturas alcan-

[1]Entre ellos se pueden mencionar los de Roma, en el año 64, el de Londres de 1666 (que dio lugar a la primera normativa contra la madera para incorporar barreras entre edificios medianeros) o los de Trondheim (Noruega) de 1717, que han influido en el imaginario colectivo de generaciones posteriores en todo el mundo.



INCENDIO DEL HOTEL DE SIERRA NEVADA MENCIONADO EN EL TEXTO



zadas en un incendio plenamente desarrollado modifican profundamente la estructura interna de los materiales, ya sea acero, hormigón, ladrillo o madera. O al menos permanece la duda y acaban cayendo bajo la piqueta.

- En un incendio poco desarrollado puede plantearse mantener la estructura pero en acero es muy baja y en hormigón armado algo mayor. En este sentido los daños a la madera se perciben a simple vista.
- Las estadísticas demuestran que los edificios con estructura de madera arden tanto como los de estructura de acero o de hormigón con la diferencia de que la estructura sí aporta combustible al incendio y puede perjudicar en cuanto a su expansión.

Ejemplos de dos casos que aparecieron en los medios españoles:

a.- Incendio de viviendas adosadas en una urbanización cercana a Madrid:

Las viviendas formaban en planta una “U” con un jardín interior común. Se caracterizaban por tener la cubierta “corrida y común” para todas las viviendas, en la que el material de aislamiento térmico utilizado no tenía la clasificación de “no o poco combustible (la M1 de aquella época)”. Durante una reparación de la cubierta, una chispa de soldadura llegó al material aislante, en un primer momento los soldadores lo controlaron; pero al ser la cubierta corrida no se dieron cuenta que el fuego se propagó por el interior del material aislante. En apenas media hora toda la cubierta empezó a arder. Afortunadamente no hubo que lamentar desgracias personales. En este caso, además de la responsabi-

lidad de los soldadores, hay que destacar:

- No se debería haber utilizado una cubierta corrida. La cubierta de cada vivienda y los muros divisorios o comunes entre viviendas adosadas deberían haber constituido un sector de incendio. Esta actuación hubiera limitado el fuego a la cubierta de una sola vivienda.
- No se debería haber utilizado un aislante térmico combustible.

Otros ejemplos similares de fuegos en cubiertas se han originado por la acción de los rayos, como ha ocurrido recientemente en una población del norte de España. Como en el caso anterior es importante que se incorpore la sectorización de incendios en las cubiertas de las nuevas construcciones, y el caso de antiguas construcciones con cubiertas en madera se debe estudiar su implementación.

b.- Incendio en un hotel de troncos de madera en Sierra Nevada

El incendio tuvo su origen en la transmisión de calor de los tubos metálicos de salida de humos de una chimenea a elementos de madera; al estar los tubos ocultos en los muros no permitió que se detectara a tiempo.

En este caso hay que destacar la necesidad e importancia de aislar totalmente los elementos de la estructura (o en su caso situarlos a una distancia suficiente), de las chimeneas y todos sus elementos asociados, o cualquier posible foco de calor que se pueda originar por ejemplo en cocinas o calderas para calefacción - agua caliente. Los materiales más adecuados pueden ser tableros de yeso o de madera - cemento. Este detalle constructivo hubiera evitado la aparición y desarrollo del fuego en la estructura de madera.

La experiencia acumulada en este tipo de incendios condujo a los ayuntamientos y a los gobiernos centrales a establecer medidas legislativas que minoraran los efectos de los mismos. Estas normas han ido homogeneizándose en los distintos países llegando a establecer los criterios básicos que básicamente se reducen a dar por perdidos la estructura y el edificio y exigir una resistencia mínima que permita la evacuación de las personas y la intervención de los bomberos.

Una de las primeras medidas, lo más parecido a cazar moscas a cañonazos, fue la prohibición de materiales combustibles como la madera como elemento estructural. Esta medida, lógicamente no

solucionó el problema.

CONCEPTOS BÁSICOS EN EL ESTUDIO DEL FUEGO

El estudio del fenómeno de los incendios ha dado lugar al desarrollo de algunos conceptos que son básicos y comunes a todas las normativas y códigos. Estos conceptos hacen referencia a los materiales individuales (reacción al fuego), a los elementos estructurales (resistencia al fuego) y a la definición general de la acción del fuego (incendio).

Reacción al fuego

Evalúa como se comportan los materiales ante el fuego: puede favorecer el incendio o no tener ninguna influencia sobre la evolución del mismo. En definitiva se define si el material es o no combustible y se clasifica según su grado de combustibilidad.

Resistencia al fuego

Evalúa el tiempo durante el cual los elementos constructivos o estructurales siguen cumpliendo su función en el edificio (por ejemplo una puerta, un tabique divisorio fabricado con tableros, una viga o un forjado de madera, etc.). La valoración de las funciones que desempeñan estos elementos se cuantifica a través la capacidad portante (R), la Integridad del elemento (E), el aislamiento (I) y la capacidad de cierre (C) ante un fuego y están definidas en la normativa, reglamentos o códigos de construcción.

Incendio

Un incendio se origina por la combustión de elementos constructivos, mobiliario y decoración y se desarrolla de forma aleatoria en el espacio y en el tiempo en función de la cantidad y tipo materiales que lo componen. La estructura de un edificio contribuye muy poco en el desarrollo del fuego, en el caso de las estructuras de madera puede tener, según cada caso, una mayor incidencia en la fase final del incendio. El incendio incluye el comportamiento de todos los materiales y elementos constructivos que constituyen la masa del incendio influyéndose entre sí de forma totalmente aleatoria. Para que se inicie y se desarrolle es necesario que existan materiales combustibles, oxígeno (aire) y una fuente de calor.

INCENDIO = MATERIALES COMBUSTIBLES + OXIGENO + TEMPERATURA

El fuego en términos vulgares es luz y calor produ-

cidos por la combustión. En términos químicos es la reacción química de oxidación de carácter exotérmico. La inflamación es la formación de llamas que se produce por la emisión de gases en contacto con el aire. La ignición es el fenómeno que inicia la combustión. Depende de la densidad, dimensiones y forma, humedad, velocidad e intensidad del calentamiento, suministro y velocidad del aire. En la madera se produce en torno a 230°C.

La Fase Inicial del fuego comienza cuando un aumento excesivo de temperatura inicia la combustión de un material (cortina, mueble, revestimiento, alfombra, papelería, etc). Durante esta fase el incendio todavía se puede dominar y depende de la reacción al fuego de los materiales.

En la Fase de Desarrollo el incremento de calor liberado por los materiales que entran en combustión y las llamas, transmiten paulatinamente el fuego a todo el edificio. La reacción al fuego de los materiales pasa entonces a tener un papel secundario, sólo influye en la propagación. La resistencia al fuego de los elementos estructurales empieza a jugar un papel importante, ya que de ella depende salvar vidas humanas y bienes materiales.

Complementariamente desde el inicio del incendio se produce la emisión de gases y humos que tiene una gran influencia en las personas ya que pueden provocar la muerte por asfixia en el peor de los casos o pérdida del conocimiento, irritaciones en los ojos y dificultad de visión de las salidas en el mejor. La emisión de gases y de humos va asociada a la reacción al fuego de los materiales.

Factores que influyen en la combustión de la madera

Los principales factores son los siguientes:

Especie de madera

Las coníferas suelen tener tiempos de ignición inferiores a los de las frondosas, debido que contienen resinas y aceites naturales que se inflaman fácil y rápidamente. Las maderas de frondosas de poros dispersos (haya) arden más rápidamente que las de poros en anillo (roble) debido a que contienen más aire en su interior que facilita su propagación.

Densidad

El tiempo de ignición es proporcional a la densidad de la madera. Las maderas más ligeras son las más porosas y por tanto, arden más deprisa que las

pesadas porque tienen más aire disponible.

Escuadría, superficie y forma

En las piezas gruesas se retrasa el punto de inflamación porque la superficie a calentar es mayor para una misma fuente calorífica. Las superficies rugosas y angulosas favorecen la inflamación, debido a que el fuego encuentra puntos de entrada singulares que arden con más facilidad. En las superficies lisas las llamas lamen las caras y tardan más en penetrar hacia el interior.

Contenido de humedad

Cuanta más humedad tenga la madera más tiempo requerirá llegar la combustión ya que primero se ha de evaporar el agua contenida en la madera.

Tamaño de la fuente de calorífica.

La fuente calorífica debe aportar suficiente energía para calentar toda la pieza, no bastando una fuente puntual muy intensa: no se puede quemar una viga con una cerilla.

Coefficiente de conductividad calorífica de la madera

Su valor es muy bajo, especialmente en la dirección perpendicular a la fibra. Es un factor clave en la resistencia de la madera y es superior a la del acero y el hormigón.

El coeficiente de conductividad calorífica de las coníferas (pino y abetos) en la dirección perpendicular varía aproximadamente de 0,09 a 0,12 kcal/mh1C (en las maderas ligeras se sitúa en 0,005 y en las pesadas puede llegar a 0,30). En el caso de los tableros de partículas, y dependiendo del espesor,



EN ESTE PUENTE DE MADERA, LA FORMACION DEL CARBON HA PERMITIDO SALVAR LA ESTRUCTURA, AL MENOS PARA MANTENER SU CAPACIDAD PORTANTE PROPIA

puede variar de 0,08 a 0,15; y en los de fibras de densidad media de 0,06 a 0,72. Este mismo coeficiente para otros materiales puede alcanzar los siguientes valores 62 (Hierro); 330 (Cobre); de 0,5 a 100 (Cemento); 0,15 (yeso)

Nota

El carbón protege a la pieza de madera de la acción del fuego porque su coeficiente de conductividad calorífica es un 1/4 (1/6) del de la madera. El carbón vegetal (que es el que se crea en la combustión de la madera) arde además a temperaturas superiores a 500 °C que son más difíciles de alcanzar, aunque una vez que se alcanzan sigue ardiendo sin necesidad de aporte de calor, siempre y cuando exista suficiente oxígeno. La capa de carbón se va consumiendo y creando de forma continua y lenta ya que el oxígeno va también disminuyendo desempeñando su papel protector.

Calor específico

El calor específico de la madera es bajo, de 0,4 a 0,7 Kcal/kg1C, lo que significa que no se necesita mucho calor para llegar a los 150° C, temperatura a la que empiezan a desprenderse gases combustibles y por tanto a aparecer las llamas.

Formación de carbón y velocidad de carbonización

En la madera, a diferencia de otros materiales, se forma carbón en las capas externas, lo que retrasa la difusión del calor hacia su interior que actúa entonces como aislante puesto que es más poroso que la madera. La zona interior de la pieza no sufre apenas modificación térmica y conserva intactas sus propiedades mecánicas, el acero o el hormigón se comportan en cambio de forma totalmente diferente alterando su estructura interna.

La velocidad de carbonización aproximada de la madera es de 0,7 mm/mn. Esto quiere decir que la degradación de la madera en un incendio es predecible, algo que no ocurre con el resto de materiales cuya respuesta es aleatoria. La velocidad de carbonización se emplea en el cálculo de las estructuras de madera en la hipótesis de fuego. Se dice además que la madera avisa, también por los crujidos previos a la rotura. Ello permite planificar las labores de extinción y evacuación con un cierto orden y seguridad, algo importante en un incendio.

Reacción al fuego. Formas de mejorarla

la forma de mejorarla se basa en la incorporación de productos retardantes del fuego mediante los siguientes tratamientos:

Tratamiento en profundidad

En el caso de la madera maciza, normalmente suelos, frisos o revestimientos, el producto se introduce de forma artificial mediante presión utilizando un autoclave. El tratamiento debe realizarse en piezas cuyas dimensiones sean próximas a las de utilización. La madera tratada es adecuada para aplicaciones de interior en lugares donde no se superen humedades relativas del aire del 60%, ya que en condiciones de humedad se podría producir un deslavado de las sales protectoras; aunque existen en el mercado algunos productos que permiten utilizar la madera al exterior, todavía se está estudiando su durabilidad en esta aplicación particular.

En el caso de los tableros, existen diferentes métodos.

1. En los tableros contrachapados se puede hacer: i) después de haber fabricado el tablero, se introduce en el autoclave para comunicar el tratamiento; ii) impregnando las chapas, mediante su inmersión en el producto, antes del encolado; una vez impregnadas las chapas se procede a su encolado, armado y prensado; iii) añadiendo productos específicos al adhesivo que se utiliza para la fabricación de los tableros.
2. En los tableros de partículas el tratamiento se basa en la posibilidad de añadir los productos retardantes del fuego a las partículas de madera antes de encolarlas o incluso en la misma cola.
3. En los tableros de fibras MDF el tratamiento se basa en mezclar los productos con el adhesivo o en la manta de fibras
4. Los tableros desnudos con reacción al fuego mejorada, como los de partículas y MDF, se les colorea habitualmente de rojo para distinguirlos de los estándar. Una mayor coloración roja no significa que el tablero tenga una mejor reacción al fuego, ya que es una simple pigmentación distintiva que no influye en las propiedades del tablero.
5. En los tableros rechapados, melaminizados o recubiertos la clasificación del tablero desnudo no puede trasladarse directamente al tablero rechapado, melaminizado o recubierto, ya que la chapa decorativa, la melamina o el

recubrimientos puede influir en la reacción al fuego (lógicamente el tablero desnudo que se utilice debe tener una reacción al fuego mejorada que permita optar a conseguir la reacción al fuego deseada para el tablero rechapado, melaminizado o recubierto). Por ello se consideran a este tipo de tableros como un nuevo producto (tablero soporte + recubrimiento) y hay que ensayarlo; en la práctica raramente se coloca un tablero de partículas o de fibras desnudo como revestimiento de pared o techo.

Tratamiento superficial

Normalmente se utilizan en frisos y revestimientos. Los productos más utilizados son las pinturas y los barnices. Presentan ciertas ventajas frente a los tratamientos en profundidad ya que pueden aplicarse directamente sobre la madera y pueden utilizarse productos diferentes según los objetivos a conseguir. Sus principales desventajas radican en:

1. Su duración. Si el fabricante - aplicador del producto no demuestre lo contrario, tiene una limitación temporal y después de un cierto tiempo perderá su eficacia. Pueden actuar de dos formas diferentes: hinchándose por la acción del calor, formando una capa aislante y/o impidiendo que el oxígeno alcance la madera.
2. En el caso de las pinturas, al incorporar una importante cantidad de pigmentos, no dejan ver el aspecto de la madera.

En este tipo de tratamientos, de forma similar a lo que se ha comentado en los tableros rechapados o melaminizados, no se puede trasladar la clasificación de reacción al fuego del barniz o de la pintura al producto final barnizado o pintado. Es necesario disponer del informe de ensayo del producto final (elemento de madera barnizado o pintado).

Tratamientos indirectos

La madera se protege con un elemento que tiene unas mejores prestaciones frente al fuego, por lo que quedaría oculta. Dentro de este grupo se incluiría la utilización de los siguientes productos: placas de yeso, tableros de fibro - cemento, tiras y planchas intumescentes, lana de vidrio, fibra cerámica, fibra de amianto, vermiculita (silicatos

alcalinos), perlita (mezclas de óxidos metálicos con silicatos de calcio y de metales alcalinos), protecciones calcáreas (cal, escorias de altos hornos, etc.), etc.

Productos retardantes del fuego

En este apartado se recogen los productos que se pueden utilizar en los tratamientos directos:

- Sales para su aplicación por autoclave (doble vacío). Estos productos suelen estar patentados.
- Barnices incoloros o ligeramente pigmentados
- Pinturas intumescentes

Resistencia al fuego y formas de mejorarla

Un error frecuente es creer que si se mejora la Reacción al Fuego se mejora la Resistencia al Fuego. La reacción al fuego solamente hace referencia a la combustibilidad del material y se evalúa con un ensayo específico, mientras que la resistencia al fuego se evalúa con otros ensayos que miden el tiempo que el elemento desempeña su función. En el caso de los elementos estructurales de madera el parámetro principal es la velocidad de carbonización.

La forma de mejorar la resistencia al fuego de los elementos estructurales de madera es:

- Añadir una sección sacrificial de madera. Según el tiempo que se requiera, se dimensiona la sección para que una vez transcurrido ese tiempo la sección que quede siga desempeñando su función estructural.
- Añadir una sección sacrificial de un material no combustible o protección pasiva. por ejemplo tableros de yeso, de forma que no puedan aumentar su temperatura. El yeso no arde y además aísla un cierto tiempo porque debe expulsar también el agua que lleva.
- Añadir una sección sacrificial intumescente que estará operativa, como las anteriores, durante un cierto tiempo. En estructuras de madera están poco desarrolladas y no son demasiado fiables.

La industria de la madera frente al reto de la acción del fuego

La Industria de la madera española está bien posicionada y ofrece desde hace muchos años, prácticamente desde 1970 en que se empezaron a ensayar las primeras puertas resistentes al fuego y los primeros tableros mal denominados "tableros

IGNIFUGACION EN AUTOCLAVE



ignífugos, una serie de productos que ha ido evolucionando para cumplir los requisitos o prestaciones frente al fuego especificados tanto en las antiguas Normas Básicas (la CPI) que posteriormente fue sustituida por el Código Técnico de la Edificación, como en la legislación correspondiente, principalmente el marcado CE definido en el Reglamento Europeo de Productos de Construcción. Además en la inmensa mayoría de los casos las empresas disponían y disponen de Sellos de Calidad Voluntarios, que se crearon a partir de 1980, que controlan de forma periódica su producción y los productos fabricados y que suponen un plus a los requisitos legales.

A continuación se listan los productos que disponen de Sello de Calidad AITIM con reacción al fuego mejorada:

Suelos de madera con reacción al fuego mejorada

Tarima de Pino silvestre (Pino rojo):	B _{fl} -s2
Tarima de Haya	B _{fl} -s1
Tarima de Roble americano	B _{fl} -s1

Revestimientos interiores - frisos de madera con reacción al fuego mejorada

Friso de Haya Barnizado	C-s2, d ₀
Friso de Pino rojo (<i>Pinus sylvestris</i> L.) Barnizado	B-s2, d ₀
Friso de Pino Barnizado	B-s2, d ₀
Listones de Pino rojo (<i>Pinus sylvestris</i> L.) Barnizado	B-s2, d ₀

Tableros derivados de la madera con reacción al fuego mejorada

T. partículas para utilización general en ambiente seco (P ₁)	B - s2 - d ₀
T. partículas melaminizados para su utilización en ambiente seco	B - s1 - d ₀

T. fibras MDF para su utilización general en ambiente seco	C - s1 - d ₀
T. fibras MDF para su utilización general en ambiente seco	B - s1 - d ₀
T. fibras MDF para su utilización general en ambiente seco	B - s2 - d ₀
T. fibras MDF melaminizados para su utilización en ambiente seco	B - s2 - d ₀

T. fibras MDF.HLS estructurales utilizados en ambiente húmedo	B - s1 - d ₀
T. fibras MDF.HLS melaminizados estruct. utilizados en ambiente húmedo	B - s1 - d ₀

Unidades de Hueco de Puertas de Madera Resistentes al Fuego

Puerta de una hoja	EI ₁ -30, C ₅
Puerta de una hoja	EI ₂ -30, C ₅
Puerta de una hoja	EI ₁ -45, C ₅
Puerta de una hoja	EI ₂ -45, C ₅
Puerta de una hoja	EI ₁ -60, C ₅
Puerta de una hoja	EI ₂ -60, C ₅

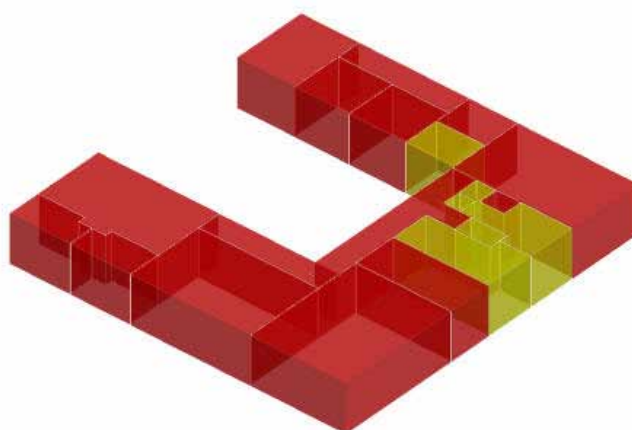
CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN CTE

a) CTE. Reacción al fuego de los productos de madera

La reacción al fuego afecta principalmente a los suelos y a los revestimientos, principalmente en aplicaciones de interior y en menor medida en aplicaciones de exterior. Como se ha comentado, la incorporación de productos retardantes al fuego a los tableros, suelos y revestimientos permite alcanzar la reacción al fuego exigida en el CTE - documento Básico de Seguridad en caso de Incendio (DB SI) que se recogen a continuación de forma resumida.

Propagación Interior. Compartimentación en sectores de incendio

En la tabla 4.1 incluida en la sección SI 3 del DB SI se establecen las clases de reacción al fuego de los elementos constructivos que teóricamente afectarían a los suelos de madera y revestimientos según el lugar en que se instalen.



SECTORES DE INCENDIO

Situación del elemento	Revestimientos	
	De Techos y paredes ⁽²⁾ y ⁽³⁾	De Suelos ⁽²⁾
Zonas ocupables ⁽⁴⁾	C-s2, d ₀	E _{FL}
Pasillos y escaleras protegidas	B-s1, d ₀	C _{FL} - s1
Aparcamientos Recintos de riesgo especial ⁽⁵⁾	B-s1, d ₀ / B _{FL} -s1	B _{FL} - s1
Espacios ocultos no estancos, tales como patinillos, falsos techos y suelos elevados (excepto los existentes dentro de las viviendas) etc. o que siendo estancos, contengan instalaciones susceptibles de iniciar o de propagar un incendio.	B-s3, d ₀	B _{FL} - s2 ⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Siempre que superen el 5% de las superficies totales del conjunto de las paredes, del conjunto de los techos o del conjunto de los suelos del recinto considerado.

⁽²⁾ Incluye las tuberías y conductos que transcurren por las zonas que se indican sin recubrimiento resistente al fuego. Cuando se trate de tuberías con aislamiento térmico lineal, la clase de reacción al fuego será la que se indica, pero incorporando el subíndice L.

⁽³⁾ Incluye a aquellos materiales que constituyan una capa contenida en el interior del techo o pared y que no esté protegida por una capa que sea EI 30 como mínimo.

⁽⁴⁾ Incluye, tanto las de permanencia de personas, como las de circulación que no sean protegidas. Excluye el interior de viviendas. En uso Hospitalario se aplicarán las mismas condiciones que en pasillos y escaleras protegidos.

⁽⁵⁾ Véase el capítulo 2 de esta Sección.

⁽⁶⁾ Se refiere a la parte inferior de la cavidad. Por ejemplo, en la cámara de los falsos techos se refiere al material situado en la cara superior de la membrana. En espacios con clara configuración vertical (por ejemplo, patinillos) así como cuando el falso techo esté constituido por una celosía, retícula o entramado abierto, con una función acústica, decorativa, etc., esta condición no es aplicable.

Aclaraciones a la tabla 4.1.

- Superficies exentas de exigencias a su reacción al fuego

La exención que hace la nota (1) a los revestimientos que no superen “el 5% de las superficies totales del conjunto de las paredes ...” supone que como “conjunto” debe entenderse, o bien todas las paredes de un determinado ámbito (planta o sector de incendio) cuando se trate de una obra de reforma que afecte a la totalidad de dicho ámbito, o bien un conjunto más limitado de paredes, cuando dicha obra se circunscriba a estas. En ambos casos, sin descontar la superficie ocupada por las puertas de habitaciones, ascensores, etc., aunque a ellas no les es aplicable limitaciones a su reacción al fuego. La intención de la anterior exención y lo que la hace aplicable, es que la superficie exenta esté razonablemente repartida en pequeños elementos, zonas localizadas, remates, etc. y no concentrada en una zona que, aunque limitada en porcentaje, al poder tener una superficie considerable y al no estar sujeta a ningún límite en cuanto a su reacción al fuego, pueda suponer un riesgo de propagación importante. Asimismo, tal como se indica en ella, las condiciones de la tabla 4.1 son aplicables a revestimientos, pero no a elementos estructurales. A estos efectos cabe entender como tales aquellos elementos con una resistencia R30 o superior.

- Productos de construcción multicapa

Un producto de construcción multicapa que se fabrica como tal debe disponer de la clasificación de su reacción al fuego como producto integrado, mientras que la nota (3) de la tabla 4.1 de SI 1-4 va dirigida a elementos multicapa que se conforman en la obra superponiendo un material o capa a otro.

Propagación exterior

1. Medianerías y Fachada. La clase de reacción al fuego de los materiales que ocupen más del 10% de la superficie del acabado exterior de las fachadas o de las superficies interiores de las cámaras ventiladas que dichas fachadas puedan tener, será B-s3,d2 hasta una altura de 3,5 m como mínimo, en aquellas fachadas cuyo arranque inferior sea accesible al público desde la rasante exterior o desde una cubierta, y en toda la altura de la fachada cuando esta exceda de 18 m, con independencia de donde se encuentre su arranque.
2. Cubiertas. Los materiales que ocupen más del 10% del revestimiento o acabado exterior de las zonas de cubierta situadas a menos de 5 m de distancia de la proyección vertical de cualquier zona de fachada, del mismo o de otro edificio, cuya resistencia al fuego no sea al menos EI 60, incluida la cara superior de

los voladizos cuyo saliente exceda de 1 m, así como los lucernarios, claraboyas y cualquier otro elemento de iluminación o ventilación, deben pertenecer a la clase de reacción al fuego B_{ROOF} (t1).

B.- CTE - Resistencia al fuego de las estructuras de madera

Antecedentes

En la combustión de la madera es fundamental su volumen: piezas delgadas arden con facilidad mientras las gruesas son más resistentes. Por ese motivo, las estructuras pesadas pueden dejarse vistas, mientras que las ligeras se recubren de materiales incombustibles.

Estructuras pesadas

La estructura va ardiendo y debilitándose progresiva y lentamente debido a las siguientes razones:

- su baja conductividad térmica hace que aumente la temperatura solamente en la superficie permaneciendo el interior, más estable, retrasando así el proceso de combustión.
- la carbonización superficial que se produce impide, por una parte la salida de gases y por otra la penetración del calor. Como en el caso anterior se retrasa el proceso de combustión al quedar protegida la parte interior de las piezas estructurales por las capas superficiales

carbonizadas.

- al ser despreciable su dilatación térmica no desestabiliza las estructuras y no las deforma.

Estructuras ligeras

La madera arde y se debilita muy rápidamente por lo que el colapso es muy rápido lo que obliga a protegerla con medios externos. Esta protección no solo es fácil sino inherente al sistema ya que los entramados ligeros de por sí deben revestirse con tableros para completar el correcto funcionamiento del sistema. Que algunos de estos tableros sean de yeso para proteger la estructura no añade ni quita nada al sistema en sí.

Puertas de madera resistentes al fuego

Este tipo de puertas conjuga la utilización de productos de la madera (tanto madera maciza como tableros derivados de la madera), cerraduras y herrajes especiales, y otros tipos de productos retardantes del fuego (normalmente tiras - planchas) que permiten alcanzar una buena estabilidad al fuego durante un cierto tiempo basándose en el buen comportamiento de todo el conjunto y la baja velocidad de carbonización de la madera.

Especificaciones CTE - Propagación Interior

En la Tabla 1.2 del CTE se indica la Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio ^{(1) (2)}

Elemento	Resistencia al fuego			
	Plantas bajo rasante	Plantas sobre rasante en edificio con altura de evacuación		
		h ≤ 15 m	15 < h ≤ 28 m	h > 28 m
Paredes y techos ⁽³⁾ que separan al sector considerado del resto del edificio, siendo su uso previsto: ⁽⁴⁾				
- Sector de riesgo mínimo en edificio de cualquier uso	(no se admite)	EI 120	EI 120	EI 120
- Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	EI 120	EI 60	EI 90	EI 120
- Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	EI 120 ⁽⁵⁾	EI 90	EI 120	EI 180
- Aparcamiento ⁽⁶⁾	EI 120 ⁽⁷⁾	EI 120	EI 120	EI 120
Puertas de paso entre sectores de incendio	EI ₂ t-C5 siendo t la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realice a través de un vestíbulo de independencia y de dos puertas			

⁽¹⁾ Considerando la acción del fuego en el interior del sector, excepto en el caso de los sectores de riesgo mínimo, en los que únicamente es preciso considerarla desde el exterior del mismo. Un elemento delimitador de un sector de incendios puede precisar una resistencia al fuego diferente al considerar la acción del fuego por la cara opuesta, según cual sea la función del elemento por dicha cara: compartimentar una zona de riesgo especial, una escalera protegida, etc.

⁽²⁾ Como alternativa puede adoptarse el tiempo equivalente de exposición al fuego, determinado conforme a lo establecido en el apartado 2 del Anejo S, B.

⁽³⁾ Cuando el techo separe de una planta superior debe tener al menos la misma resistencia al fuego que se exige a las paredes, pero con la característica REI en lugar de EI, al tratarse de un elemento portante y compartimentador de incendios. En cambio, cuando sea una cubierta no destinada a actividad alguna, ni prevista para ser utilizada en la evacuación, no precisa tener una función de compartimentación de incendios, por lo que sólo debe aportar la resistencia al fuego R que le corresponda como elemento estructural, excepto en las franjas a las que hace referencia el capítulo 2 de la Sección SI 2, en las que dicha resistencia debe ser REI.

⁽⁴⁾ La resistencia al fuego del suelo es función del uso al que esté destinada la zona existente en la planta inferior. Véase apartado 3 de la Sección SI 6 de este DB.

⁽⁵⁾ EI 180 si la altura de evacuación del edificio es mayor que 28 m.

⁽⁶⁾ Resistencia al fuego exigible a las paredes que separan al aparcamiento de zonas de otro uso. En relación con el forjado de separación, ver nota ⁽³⁾.

⁽⁷⁾ EI 180 si es un aparcamiento robotizado.

Aclaraciones a la tabla 1.2
Elementos sectorizadores en viviendas unifamiliares

Una vivienda unifamiliar nunca precisa tener sectores de incendio en su interior. Los locales de riesgo especial que pueda contener se deben compartimentar conforme a lo que se indica en S₁ 1, tabla 2.2.

Dado que las viviendas unifamiliares de un mismo proyecto se consideran un mismo “edificio”, las separaciones entre ellas no se consideran medianería ni precisan separar sectores de incendio diferentes, por lo que no es preciso aplicarles las condiciones de fachadas y cubiertas que se establecen en SI 2, sino únicamente la separación EI 60 exigible entre viviendas de un mismo edificio. Entre viviendas de edificios diferentes sí son aplicables las condiciones de S₁ 2.

La separación entre una vivienda y una zona de uso Aparcamiento requiere EI 60 desde el lado de la vivienda y EI 120 desde el lado del aparcamiento. Si se trata de un aparcamiento propio de la vivienda (zona de riesgo especial bajo) dicha separación debe ser EI 60 y EI 90, respectivamente.

- Resistencia al fuego de una puerta con parte fija y de una mampara móvil utilizada como elemento compartimentador

Las partes fijas de las puertas deben tener la misma resistencia al fuego exigible a la pared en la

que están instaladas. Una mampara móvil utilizada como elemento compartimentador de incendios debe garantizar la resistencia al fuego exigible conforme al DB SI considerando la mampara como un elemento separador, no como una puerta.

Por tanto, debe tener el mismo valor exigible a la pared y no el 50% de dicho valor. Esta reducción sí es aplicable a las puertas de paso contenidas en las mamparas. Es posible aplicar la reducción del 50% de la resistencia al fuego cuando se trate de un hueco cuya anchura no exceda de la máxima admisible para una puerta abatible de dos hojas, es decir, de 2,46 m (= 1,23 + 1,23) aunque la puerta incluya, además de sus elementos practicables, otros fijados tales como montante y paneles laterales.

- Prestaciones de los elementos con función compartimentadora

Cuando se trate de un elemento separador (horizontal o vertical) respecto del cual, en caso de incendio, no se prevea la proximidad a la cara no expuesta ni de personas, ni de elementos combustibles, la condición EI t puede considerarse cubierta por una clasificación EW t del elemento en cuestión, siendo W el símbolo indicativo de que la radiación térmica emitida por el elemento desde su cara no expuesta se mantiene dentro de los límites aceptables.

En la Tabla 2.2 del CTE se recogen las Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios ⁽¹⁾

Característica	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
Resistencia al fuego de la estructura portante ⁽²⁾	R 90	R 120	R 180
Resistencia al fuego de las paredes y techos ⁽³⁾ que separan la zona del resto del edificio ⁽²⁾⁽⁴⁾	EI 90	EI 120	EI 180
Vestíbulo de independencia en cada comunicación de la zona con el resto del edificio	-	Sí	Sí
Puertas de comunicación con el resto del edificio	EI2 45-C5	2 x EI2 30-C5	2 x EI2 45-C5
Máximo recorrido hasta alguna salida del local ⁽⁵⁾	25 m ⁽⁶⁾	25 m ⁽⁶⁾	25 m ⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Las condiciones de reacción al fuego de los elementos constructivos se regulan en la tabla 4.1 del capítulo 4 de esta Sección.
⁽²⁾ El tiempo de resistencia al fuego no debe ser menor que el establecido para los sectores de incendio del uso al que sirve el local de riesgo especial, conforme a la tabla 1.2, excepto cuando se encuentre bajo una cubierta no prevista para evacuación y cuyo fallo no suponga riesgo para la estabilidad de otras plantas ni para la compartimentación contra incendios, en cuyo caso puede ser R 30. Excepto en los locales destinados a albergar instalaciones y equipos, puede adoptarse como alternativa el tiempo equivalente de exposición al fuego determinado conforme a lo establecido en el apartado 2 del Anejo SI B.
⁽³⁾ Cuando el techo separe de una planta superior debe tener al menos la misma resistencia al fuego que se exige a las paredes, pero con la característica REI en lugar de EI, al tratarse de un elemento portante y compartimentador de incendios. En cambio, cuando sea una cubierta no destinada a actividad alguna, ni prevista para ser utilizada en la evacuación, no precisa tener una función de compartimentación de incendios, por lo que sólo debe aportar la resistencia al fuego R que le corresponda como elemento estructural, excepto en las franjas a las que hace referencia el capítulo 2 de la Sección SI 2, en las que dicha resistencia debe ser REI.
⁽⁴⁾ Considerando la acción del fuego en el interior del recinto.
 La resistencia al fuego del suelo es función del uso al que esté destinada la zona existente en la planta inferior. Véase apartado 3 de la Sección SI 6 de este DB.
⁽⁵⁾ El recorrido por el interior de la zona de riesgo especial debe ser tenido en cuenta en el cómputo de la longitud de los recorridos de evacuación hasta las salidas de planta. Lo anterior no es aplicable al recorrido total desde un garaje de una vivienda unifamiliar hasta una salida de dicha vivienda, el cual no está limitado.
⁽⁶⁾ Podrá aumentarse un 25% cuando la zona esté protegida con una Instalación automática de extinción.

Especificaciones CTE - Propagación Exterior

a.- Fachadas y medianerías

Los elementos verticales separadores de otro edificio deben ser al menos EI 120.

Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior horizontal del incendio a través de la fachada entre dos sectores de incendio, entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas o hacia una escalera protegida o pasillo protegido desde otras zonas, los puntos de sus fachadas que no sean al menos EI 60 deben estar separados la distancia “d” en proyección horizontal que se indica en el CTE (figura 1.1) en función del ángulo “ α ” formado por los planos exteriores de dichas fachadas.

Cuando se trate de edificios diferentes y colindantes, los puntos de la fachada del edificio considerado que no sean al menos EI 60 cumplirán el 50% de la distancia “d” hasta la bisectriz del ángulo formado por ambas fachadas.

Con el fin de limitar el riesgo de propagación vertical del incendio por fachada entre dos sectores de incendio, entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas más altas del edificio, o bien hacia una escalera protegida o hacia un pasillo protegido desde otras zonas, dicha fachada debe ser al menos EI 60 en una franja de 1 m de altura, como mínimo, medida sobre el plano de la fachada (véase CTE figura 1.7). En caso de existir elementos salientes aptos para impedir el paso de las llamas, la altura de dicha franja podrá reducirse en la dimensión del citado saliente (véase CTE figura 1.8).

b.- Cubiertas

Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta, ya sea entre dos edificios colindantes, ya sea en un mismo edificio, esta tendrá una resistencia al fuego REI 60, como mínimo, en una franja de 0,50 m de anchura medida desde el edificio colindante, así como en una franja de 1,00 m de anchura situada sobre el encuentro con la cubierta de todo elemento compartimentador de un sector de incendio o de un local de riesgo especial alto. Como alternativa a la condición anterior puede optarse por prolongar la medianería o el elemento compartimentador 0,60 m por encima del acabado de la cubierta.

En el encuentro entre una cubierta y una fachada que pertenezcan a sectores de incendio o a edificios

diferentes, la altura h sobre la cubierta a la que deberá estar cualquier zona de fachada cuya resistencia al fuego no sea al menos EI 60 será la que se indica a continuación, en función de la distancia d de la fachada, en proyección horizontal, a la que esté cualquier zona de la cubierta cuya resistencia al fuego tampoco alcance dicho valor.

Altura “h” a considerar cuando el hueco de la cubierta está elevado respecto de ésta

Lo relevante es la proximidad entre el hueco de cubierta desde el cual puede tener lugar la propagación de un incendio y la zona de fachada situada por encima de dicho hueco a través de la cual puede tener lugar dicha propagación.

Por ello, cuando las zonas de cubierta que no sean EI 60 estén elevadas respecto a la superficie de ésta, por ejemplo, cuando se trate de un lucernario sobre un zócalo, la altura “h” a considerar debe ser la existente desde el hueco del lucernario hasta la zona de fachada que no sea EI 60.

Los materiales que ocupen más del 10% del revestimiento o acabado exterior de las zonas de cubierta situadas a menos de 5 m de distancia de la proyección vertical de cualquier zona de fachada, del mismo o de otro edificio, cuya resistencia al fuego no sea al menos EI 60, incluida la cara superior de los voladizos cuyo saliente exceda de 1 m, así como los lucernarios, claraboyas y cualquier otro elemento de iluminación o ventilación, deben pertenecer a la clase de reacción al fuego B_{ROOF} (t1).

Aclaraciones a la propagación exterior (Resistencia al fuego)

- Sentido de la acción del fuego sobre fachada y cubiertas

En las zonas de fachadas y cubiertas convencionales afectadas por condiciones de resistencia al fuego debe considerarse la acción del fuego en función de cómo esté situada, en cada caso, la franja de fachada o de cubierta separadora de los sectores a independizar respecto de dichos sectores. Dicha acción del fuego puede tener lugar desde el interior del edificio, desde el exterior o desde el interior en una zona de la franja y desde el exterior en otra zona.

Ante la dificultad de hacer una justificación que refleje dicha casuística, se puede considerar en todo caso, muy del lado de la seguridad, la acción del fuego desde el interior del edificio.



CTE - Cálculo de la Resistencia al fuego de estructuras de madera

La forma habitual y más sencilla de cálculo es mediante el método simplificado de la sección reducida que se recoge tanto en la norma UNE ENV 1995-1-2 (Eurocódigo 5) como en el Código Técnico de la Edificación. El Eurocódigo recoge además otros dos métodos de cálculo como son: el método de la resistencia reducida y el método avanzado; que son menos utilizados.

De forma resumida se puede decir que la estructura de madera se calcula en situación de incendio con una sección reducida por efecto de la carbonización, pero con una resistencia de cálculo que es prácticamente el doble de la que se utiliza en situación normal, y un nivel de tensiones del orden de la mitad del correspondiente a la situación normal. Por lo tanto, la sección reducida después del tiempo requerido de incendio, deberá tener un módulo resistente mayor o igual a una cuarta parte

del que tiene inicialmente, si se desea comprobar a flexión. Esto sirve como orientación rápida para estimar el cumplimiento de un determinado tiempo de estabilidad al fuego.

a.- Madera sin protección - Velocidad de carbonización - MAE, MLE y LVL

Notas: MAE = madera aserrada estructural, MLE = madera laminada encolada, LVL = madera microlaminadas

Velocidad de carbonización nominal de cálculo, "βn" en mm /mn, de maderas sin protección (información extraída de la Tabla E.1.- DB SI - Anejo SI E - Resistencia Estructuras de Madera)

PRODUCTOS

Producto	Especie	Densidad Característica kg/m ³	Velocidad carbonización β ₀ mm /mm
MAE	Coníferas y haya	≥ 290	0,80
	Frondosas	290 (1)	0,70
	Frondosas	≥ 450	0,55
MLE	Coníferas y haya	≥ 290	0,70
	Frondosas	290 (1)	0,70
	Frondosas	≥ 450	0,55
LVL		≥ 480	0,70

(1) Para densidad característica comprendida entre 290 y 450 kg/m³, se interpolará linealmente

b.- Madera con protección - Inicio de la carbonización - Lana roca y tableros de yeso - Tableros de madera

En el caso de revestimientos de protección consistentes en una o varias capas de tableros derivados de la madera o tableros de madera maciza, el tiempo de inicio de carbonización “tch” del elemento protegido, en minutos, puede obtenerse mediante la siguiente expresión:

$$tch = hp / \beta_0$$

siendo:

- hp espesor del tablero, en caso de varias capas el espesor total, [mm];
- β₀ velocidad de carbonización básica de cálculo;

- Lana roca y tableros de yeso

Las protecciones que más se utilizan son: lana de roca o tableros de yeso). El CTE indica los datos correspondientes al cálculo del tiempo, antes o después del fallo de la protección, según corresponda.

- Tableros de madera

En este caso de revestimientos de protección consistentes en una o varias capas de tableros derivados de la madera o tableros de madera maciza, el tiempo de inicio de carbonización “tch” del elemento protegido, en minutos, puede obtenerse mediante la siguiente expresión $tch = hp / \beta_0$
Velocidad de carbonización básica de cálculo, β₀ en mm/min, de tableros de protección (Información extraída de la Tabla E.3.- DB SI - Anejo SI E - Resistencia Estructuras de Madera)

Tipo de tablero (1)	Velocidad carbonización β ₀ mm /mm
Tableros de madera	0,90
Tableros contrachapados	1,00
Tableros derivados de la madera diferentes al tablero contrachapado	0,90

(1) Los valores se aplican para densidad característica de 450 kg/m³ y para un espesor del tablero de 20 mm. Para valores diferentes de la densidad característica ρ_k y del espesor hp del tablero, la velocidad de carbonización básica de cálculo se determina mediante la siguiente expresión: $\beta_{0,p,t} = \beta_0 k_p k_t$
siendo:
 $k_p = (450 / \rho_k)^{1/2}$
 $k_t = \text{maximo de } 10 \text{ o } (20/hp)^{1/2}$
donde: ρ_k densidad característica en kg/m³

- Muros o forjados formados por tableros unidos a un entramado de madera
El tiempo de inicio de carbonización “tch” de los elementos del entramado protegido puede obtenerse mediante la siguiente expresión:

$$tch = (hp / \beta_0) - 4$$

También se incluyen fórmulas específicas para los casos de elementos protegidos mediante mantas de lana de roca o con una capa de paneles de yeso de tipo A, F o H, situados lejos de juntas entre paneles, o en las cercanías de juntas selladas o con aperturas menores de 2 mm

- Tiempos de fallo de revestimientos de protección
El fallo del revestimiento de protección contra el fuego puede ocurrir por los siguientes motivos:

- a) carbonización o degradación mecánica del material del revestimiento;
- b) insuficiente longitud de penetración de los elementos de fijación en la zona no carbonizada de la madera;
- c) separación o distancias inadecuadas de los elementos de fijación.

Notas:

En el caso de revestimientos de protección contra el fuego mediante tableros derivados de la madera y tableros de madera maciza o placas de yeso de tipo A o H, se considerará como tiempo de fallo del revestimiento, tf, el tiempo para el que se produce

Impregna, desde 1912, se dedica a la impregnación en profundidad de todo tipo de maderas. Ubicada en Castejón (Navarra), la empresa ha sido promotora de innumerables actuaciones para el desarrollo de la madera tratada, hasta convertirse hoy en una referencia de su sector.

100 AÑOS
TRATANDO MADERA



IMPREGNA
Tratándose de madera

Bs2 d0 GARANTIZADO CONSÚLTENOS



C/ Jerónimo Marco, s/n (Pol.Ind. de Castejón)
31590 Castejón (Navarra)
Tel: 948 844 004 Fax: 948 770 132
Tel: 941 450 861 Fax: 941 450 863

Manuela Melgar:
Tel: 673 011 677
E-mail: comercialtratamientos@impregna.es
www.impregna.es



La madera ignifugada por **IMPREGNA**, mejora su comportamiento ante situaciones de incendio, cumpliendo las exigencias del Código Técnico de la Edificación.

Reacciones de la madera tratada en **IMPREGNA** ante el fuego:

- Libera agua, que absorbe gran cantidad de calor y enfría la superficie.
- Forma una barrera de espuma en la superficie de la madera.
- Crea una capa de protección adicional en la madera gracias a los esterbrígenes (puentes ester) y materiales de celulosa.

Impregna con este tratamiento permite alcanzar un nivel máximo B-s2d0, clasificación según la norma UNE-EN 13501-1:2002 para los materiales Rd312/2005.

Impregna trata todo tipo de maderas y sus derivados destinados a obra pública o de uso público, como universidades, hospitales, estaciones, polideportivos, hoteles, mercados, escuelas, restaurantes, aeropuertos, trenes, ...

Nos dedicamos tanto a rehabilitación y reforma como a obra nueva.

100 AÑOS TRATANDO MADERA

el inicio de la carbonización del elemento protegido, tch antes mencionado.

El tiempo de fallo por degradación mecánica del material de los paneles de yeso de tipo F debe determinarse mediante ensayos y será proporcionado por el fabricante.

Para evitar el fallo por insuficiente longitud de penetración de los elementos de fijación en la zona no carbonizada, "la", esta longitud será al menos de 10 mm. La longitud requerida del elemento de fijación se determinara según se indica en el CTE.

- Comportamiento de las uniones

Las uniones en las estructuras de madera constituyen un punto débil en caso de incendio. Las mayores profundidades de carbonización se darán en los ensambles de las piezas, bien porque existen juntas que facilitan la penetración de la llama o porque se emplean elementos metálicos que conducen el calor

hacia el interior. No obstante, la carbonización no es tan elevada como podría pensarse bajo la superficie de contacto entre metal y madera ya que hay poco oxígeno.

En general, de acuerdo con la norma UNE-ENV 1995-1-2, la estabilidad al fuego de las uniones metálicas en situación normal, vistas, alcanzan generalmente un tiempo de 15 minutos. Para llegar a 30 o 60 minutos es necesario sobredimensionar la capacidad de carga de la unión o proteger los elementos metálicos del fuego, ocultando el herraje de unión dentro de la pieza de madera.

INFORMACIÓN ADICIONAL

A.- Comportamiento al fuego de otros materiales de construcción

La comparación resulta complicada porque depende de diversos factores intrínsecos al material, o extrínsecos como puesta en obra, tipo e intensidad

del incendio, etc. Pese a ello ofrecemos los siguientes procedentes de compañías de seguros que en principio han de considerarse totalmente independientes.

- Hormigón

Prácticamente no resulta afectado por temperaturas inferiores a 300°C. Comienza a deteriorarse a temperaturas superiores a los 380 °C en periodos prolongados de tiempo. A los 400 °C se produce una pérdida de resistencia entre 15-25 %, según sea de áridos calizos o silíceos. Por encima de los 800°C, deja de poseer una resistencia a la compresión viable, y se debilitará en mayor medida al enfriarse cuando se apague el fuego. Para evaluar las temperaturas alcanzadas durante el incendio, pueden emplearse variaciones de coloración aunque éstas tienen un matiz subjetivo.

- Acero

Sufre una importante pérdida de resistencia durante el incendio, a los 400 °C se vuelve dúctil; a los 600 °C se produce una bajada brusca de su resistencia debido a su elevado coeficiente de transmisión calorífico. Su comportamiento es muy peligroso durante el siniestro por lo imprevisible.

B.- Resistencia al fuego - parámetros de clasificación

Las exigencias del comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo se definen por el tiempo durante el que es capaz de mantener unas condiciones, que se mencionan a continuación, determinadas en el ensayo normalizado según la norma UNE-EN 13501-2.

Esta norma definen los criterios que se deben



evaluar:

- Capacidad portante (R)
- Integridad (E)
- Aislamiento térmico (I).

Puertas de madera resistentes al fuego

Se deben aportar las siguientes prestaciones o propiedades

- EI - tt: tiempo (tt) durante el cual cumplen los criterios de integridad (E) y aislamiento térmico (I). En función de la temperatura alcanzada en la cara no expuesta al incendio se definen las clases I1 e I2, siendo la clase I1 la más restrictiva.
- El cumplimiento de la clase C5, correspondiente al ensayo de durabilidad de apertura y cierre de 200.000 ciclos de acuerdo con la norma UNE EN 14600.

Estructuras de madera

Se debe aportar el valor de la capacidad portante:

- R - tt: tiempo (tt) durante el cual cumple el criterio de capacidad portante (R).

C.- REACCIÓN AL FUEGO - Parámetros de clasificación y definición de las euroclases

La clasificación se realiza en función de las prestaciones alcanzadas por el material sometido a un conjunto de ensayos (denominados “Single Burning Item” o SBI), que se indican a continuación. La norma de referencia es la UNE-EN 13501-1. “Clasificación de la reacción al fuego de los productos de la construcción y elementos de la edificación. Parte 1: Clasificación utilizando datos de ensayo de reacción al fuego”.

A1 / A1 _{FL}	No combustible en grado máximo
A2 / A2 _{FL}	No combustible en menor grado
B / B _{FL}	Contribución muy baja o despreciable al incendio
C / C _{FL}	Contribución escasa al incendio
D / D _{FL}	Contribución moderada al incendio
E / E _{FL}	Contribución significativa al incendio
F / F _{FL}	Sin datos sobre su comportamiento al fuego

Para obtener la clasificación A, B, C, D y E hay que determinar mediante ensayo su THR (cantidad de calor desprendido por el material) y su FIGRA (velocidad de desprendimiento del calor por parte del material).



Información	Madrid	Barcelona	Valencia	Almería
SECCIONES Madera maciza y laminada Tableros compactos y derivados Madera aserrada y laminada Madera maciza y laminada	SECCIONES Madera maciza y laminada Tableros compactos y derivados Madera aserrada y laminada Madera maciza y laminada	SECCIONES Madera maciza y laminada Tableros compactos y derivados Madera aserrada y laminada Madera maciza y laminada	SECCIONES Madera maciza y laminada Tableros compactos y derivados Madera aserrada y laminada Madera maciza y laminada	SECCIONES Madera maciza y laminada Tableros compactos y derivados Madera aserrada y laminada Madera maciza y laminada

Además se han determinar y cuantificar mediante ensayo:

- TSP = cantidad de humos desprendidos por el material: que indican la producción de humo. Los índices que se utilizan para cuantificarla, en orden creciente (peor comportamiento cuanto mayor sea el coeficiente), son As1, s2 y s3”
- SMOGRA = velocidad de desprendimiento de los humos por parte del material, que indican el goteo de partículas / gotas inflamadas. Los índices que se utilizan para cuantificarla, en orden creciente (peor comportamiento cuanto mayor sea el coeficiente), son Ad0, d1 y d2”.

A continuación se citan las normas armonizadas en las que se recoge la reacción al fuego de algunos productos de madera, tanto estructurales como de carpintería, sin necesidad de ensayo.

Norma EN	Producto	Euroclase Reacción al fuego
EN 438-7	Tableros compactos	D-s ₂ , d ₀ ⁽¹⁾
EN 13986	Tableros derivados de la madera	de D-s ₂ , d ₀ / D _{fl} s ₁ a E / E _{fl} ⁽²⁾
EN 14080	Madera laminada encolada	D-s ₂ , d ₀ ⁽³⁾
EN 14081-1	Madera Aserrada Estructural	D-s ₂ , d ₀ ⁽⁴⁾
EN 14342	Suelos de madera	de C _{fl} s ₁ a D _{fl} s ₁ ⁽⁵⁾
EN 14374	Madera microlaminada	(D-s ₁ , d ₀) ⁽⁶⁾
EN 14915	Revestimientos de madera	D-s ₂ , d ₀ ⁽⁷⁾
EN 15497	Madera maciza estructural con empalmes por unión dentada	D-s ₂ , d ₀ ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ En función de la densidad mínima del núcleo derivado de la madera y de la densidad mínima del HPL
⁽²⁾ En función del tipo de tablero, y de su densidad, espesor mínimo, y condiciones de utilización
⁽³⁾ Densidad mínima igual o superior a 380 kg/m³; espesor mínimo igual o superior a 40 mm
⁽⁴⁾ Densidad mínima igual o superior a 350 kg/m³; espesor mínimo igual o superior a 22 mm
⁽⁵⁾ En función de la densidad, espesor mínimo, tipo de suelo y condiciones de utilización
⁽⁶⁾ No especificado en la norma armonizada, se incluye entre paréntesis el valor indicado por los fabricantes
⁽⁷⁾ En función de la densidad, espesor mínimo (total y mínimo), tipo de suelo y condiciones de utilización