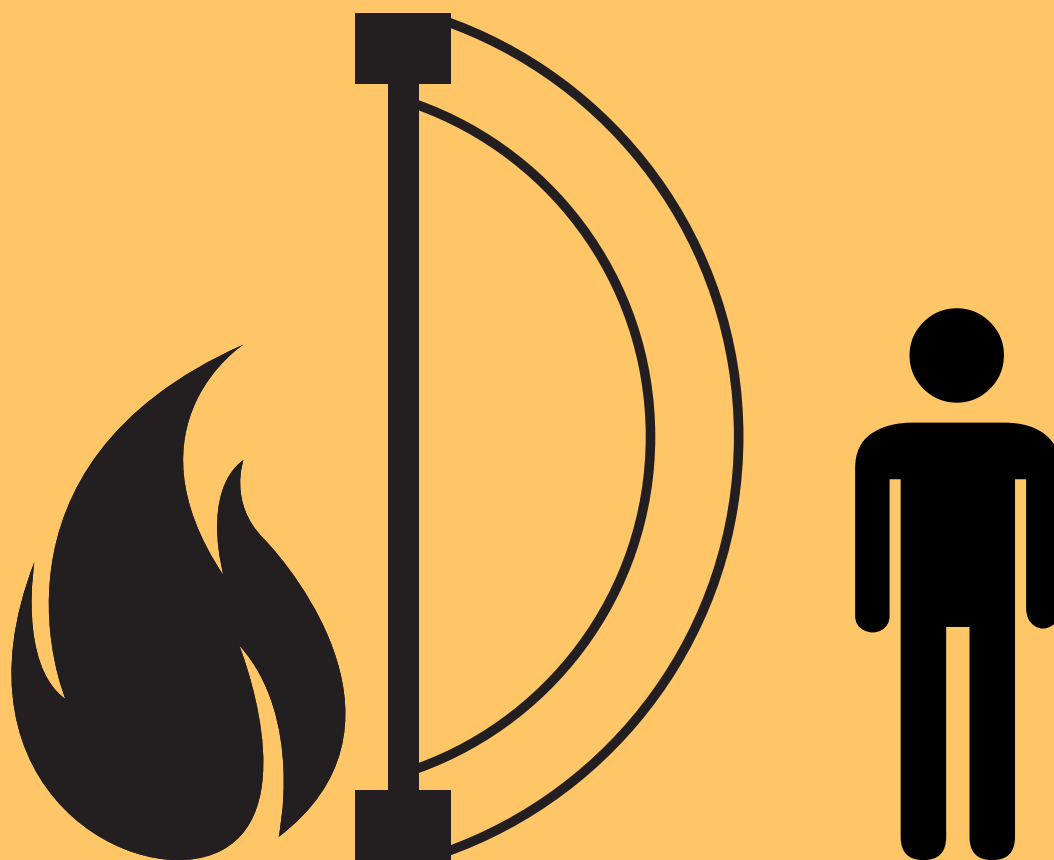


PROTECCIÓN PASIVA

1.1. Reacción al fuego

Rubén González Rivero
Ingeniero técnico industrial



ENGINYERS | BCN



COL·LEGI D'ENGINYERS GRADUATS
I ENGINYERS TÈCNICS INDUSTRIALS
DE BARCELONA

Con el soporte de:


Asociación de la Industria del Poliuretano Rígido

Créditos

Autor:

Rubén González Rivero

Coordinación:

Laia Liébana y Òscar Rosique

Revisión:

Comissió de Seguretat Contra Incendis i Emergències

Coordinación editorial:

Departament de Formació, Comunicació i Màrqueting

1ª Edición:

Abril de 2016

Edita:

Col·legi d'Enginyers Graduats i Enginyers Tècnics Industrials de Barcelona

Consell de Cent, 365 - 08009 Barcelona

Tel.: 934 96 14 20 - Fax: 932 15 20 81

ebcn@ebcn.cat - www.enginyersbcn.cat

Corrección y asesoramiento lingüístico:

l'Apòstrof

Diseño gráfico:

María Luque

Con el soporte de:



Índice

1. Objeto y alcance	4
2. Normativas de referencia	4
2.1. Normativa genérica	4
2.2. Normativa de ensayo	5
2.3. Normativa de clasificación	6
3. Aplicación	7
3.1. Definiciones	7
3.2. Clasificación de reacción al fuego	9
3.2.1. Antecedentes	9
3.2.2. RD 842/2013. Consideraciones generales	10
3.2.3. Normas de clasificación y ensayo según el Anexo I del RD 842/2013	10
3.2.4. Normas de clasificación y ensayo según el Anexo II del RD 842/2013	18
3.2.5. Norma de clasificación de la reacción al fuego previa al RD 842/2013	21
3.2.6. Otras normas de clasificación y ensayo de la reacción al fuego	23
3.3. Relación entre normas, ensayos y equipos	23
3.4. La reacción al fuego en la normativa	28
3.4.1. DB SI del CTE – RD 314/2006	28
3.4.2. RSCIEI - RD 2267/2004	32
3.4.3. ORCPI/08 BCN	34
3.4.4. REBT	34
3.5. El marcado CE	35
3.6. Equivalencia entre clasificaciones de reacción al fuego	37
4. Mantenimiento e instalación	37
4.1. Condición final de uso	37
4.2. Instalación: aplicación, montaje y fijación	39
4.3. Mantenimiento	40
5. Caso práctico: paneles sándwich de poliuretano	41
5.1. Introducción	41
5.2. Definición	41
5.3. Ubicación	41
5.4. Caracterización de la actividad	42
5.5. Sectores de incendio	42
5.6. Legislación aplicable a los sectores de incendio.	42
5.7. Cálculo del nivel de riesgo intrínseco y superficie máxima de sector	42
5.8. Exigencias de reacción al fuego	43
5.9. Diseño basado en condición final de uso	44
5.10. Ensayos de reacción al fuego	46
5.11. Clasificación y aplicación de los resultados de ensayo	47
5.12. Instalación y montaje en obra	47
5.13. Mantenimiento	49
5.14. Sectorización	50
6. Archivos PROveedores COMerciales	51

1. Objeto y alcance

La presente ficha define, de acuerdo con la legislación vigente y otras normas de referencia, el concepto «reacción al fuego», aplicado a materiales y productos de construcción.

En este sentido se toma como marco normativo de referencia el Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.

En el anexo I y II de este reglamento, los diferentes elementos constructivos, productos o sistemas se clasifican de acuerdo con las clases establecidas de reacción al fuego, mediante la aplicación de las normas correspondientes, que son convenientemente relacionadas.

La ficha se redacta con un objetivo de formación básico para aquellos lectores que deseen entender el concepto base «reacción al fuego», detallado para aquellos que deseen profundizar en su conocimiento de los ensayos a realizar, así como un punto de partida de difusión de conocimiento de aspectos básicos en la instalación y mantenimiento de los materiales y productos constructivos, aspecto altamente influyente en el inicio y propagación de incendios. El documento incorpora un caso práctico donde se analizan los conceptos desarrollados, a modo de ejemplo ilustrativo.

2. Normativas de referencia

El ámbito al que hace referencia esta ficha técnica se rige y toma en consideración la legislación vigente y documentos de apoyo referenciados en este apartado.

A continuación se incluye un listado de normas de aplicación, divididas en tres grupos: normativas genéricas, de ensayo y de clasificación. No se incluyen en el listado normas de producto.

2.1. Normativa genérica

Parlamento Europeo y Consejo: Reglamento (UE) n.º 305/2011, de 9 de marzo, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo (DOUE, 4 de abril de 2011), modificado por las siguientes disposiciones:

- Reglamento (UE) 1062/2013, de 30 de octubre (DOUE, 31 de octubre de 2013).
- Reglamento (UE) 568/2014, de 18 de febrero (DOUE, 27 de mayo de 2014).
- Reglamento (UE) 574/2014, de 21 de febrero (DOUE, 28 de mayo de 2014).

Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego. Deroga el RD 312/2005. (BOE, 23 de noviembre de 2013.)

Documento básico de seguridad en caso de incendio del Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (BOE, 28 de marzo de 2006) (DB SI del CTE), modificado por las siguientes disposiciones:

- Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre (BOE, 23 de octubre de 2007).

- Corrección de errores y erratas del Real Decreto 314/2006 (BOE, 25 de enero de 2008).
- Orden VIV/984/2009, de 15 de abril (BOE, 23 de abril de 2009).
- Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero (BOE, 11 de marzo de 2010).
- Real Decreto 410/2010, de 31 de marzo (BOE, 22 de abril de 2010).
- Sentencia del TS de 4 de mayo de 2010 (BOE, 30 de julio de 2010).

Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (RSCIEI) (BOE, 17 de diciembre de 2004), modificado por las siguientes disposiciones:

- Corrección de errores y erratas del Real Decreto 2267/2004 (BOE, 5 de marzo de 2005).
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo (BOE, 22 de mayo de 2010).

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT) (BOE, 18 de septiembre de 2002), modificado por las siguientes disposiciones:

- Sentencia del TS de 17 de febrero de 2004 (BOE, 5 de abril de 2004).
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo (BOE, 22 de mayo de 2010).
- Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre (BOE, 31 de diciembre de 2014).

2.2. Normativa de ensayo

- **UNE-EN 13238:2011**. Ensayos de reacción al fuego para productos de construcción. Procedimiento de acondicionamiento y reglas generales para la selección de sustratos.
- **UNE-EN ISO 1182:2011**. Ensayos de reacción al fuego para productos de construcción. Ensayo de no combustibilidad.
- **UNE-EN ISO 1716:2011**. Ensayos de reacción al fuego de productos. Determinación del calor bruto de combustión (valor calorífico).
- **UNE-EN 13823:2012**. Ensayos de reacción al fuego de productos de construcción. Productos de construcción, excluyendo revestimientos de suelos, expuestos al ataque térmico provocado por un único objeto ardiendo.

Existe una actualización de la norma europea, EN 13823+A1:2014, la cual todavía no está disponible como UNE.

- **UNE-EN ISO 9239-1:2011**. Ensayos de reacción al fuego de los revestimientos de suelos. Parte 1: Determinación del comportamiento al fuego mediante una fuente de calor radiante.
- **UNE-EN ISO 11925-2:2011**. Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Inflamabilidad de los productos de construcción cuando se someten a la acción directa de la llama. Parte 2: Ensayo con una fuente de llama única.
- **UNE-EN 50399:2012**. Métodos de ensayo comunes para cables sometidos a condiciones de fuego. Medida de la emisión de calor y producción de humos en cables durante el ensayo de propagación de la llama. Equipo de ensayo, procedimientos, resultados.

- **UNE-EN 60332-1-2:2005.** Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama premezclada de 1 kW.
- **UNE-EN 60332-3-10:2009.** Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-10: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Equipos.
- **UNE-EN 61034-2:2005.** Medida de la densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas. Parte 2: Procedimientos de ensayo y requisitos.
- **UNE-EN 50267-2-3:1999.** Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables: Parte 2: Procedimientos. Sección 3: Determinación del grado de acidez de los gases de los cables a partir de la medida de la media ponderada del pH y de la conductividad.
- **UNE-CEN/TS 1187:2013.** Métodos de ensayo para cubiertas expuestas a fuego exterior.

Dicha norma anula y sustituye la norma UNE-ENV 1187:2003, de obligado cumplimiento según anexo II del RD 842/2013 para ensayar y determinar la clasificación de las cubiertas y de los recubrimientos de cubiertas según su reacción ante un fuego exterior.

- **UNE 23721:1990.** Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Ensayo por radiación aplicable a los materiales rígidos o similares (materiales de revestimiento) de cualquier espesor y a los materiales flexibles de espesor superior a 5 mm).
- **UNE 23723:1990.** Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Ensayo del quemador eléctrico aplicable a los materiales flexibles de un espesor inferior o igual a 5 mm.
- **UNE 23724:1990.** Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Ensayo de velocidad de propagación de la llama aplicable a los materiales no destinados a ser colocados sobre un soporte. Ensayo complementario.
- **UNE 23725:1990.** Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Ensayo de goteo aplicable a los materiales fusibles. Ensayo complementario.
- **UNE 23726:1990.** Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Ensayos en el panel radiante para revestimiento de suelos. Ensayo complementario.

2.3. Normativa de clasificación

- **UNE-EN 13501-1:2007+A1:2010.** Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de los datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego.
- **UNE-EN 13501-5:2007+A1:2010.** Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 5: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de cubiertas ante la acción de un fuego exterior.

- **UNE-EN 1021-1:2015.** Valoración de la inflamabilidad del mobiliario tapizado. Parte 1: fuente de ignición, cigarrillo en combustión.
- **UNE-EN 1021-2:2015.** Valoración de la inflamabilidad del mobiliario tapizado. Parte 2: fuente de ignición, llama equivalente a una cerilla.
- **UNE-EN 13773:2003.** Textiles y productos textiles. Comportamiento al fuego. Cortinas y cortinajes. Esquema de clasificación.
- **UNE 23727:1990.** Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Clasificación de los materiales utilizados en la construcción.

3. Aplicación

3.1. Definiciones

Aplicación de uso final. Aplicación real de un producto en relación con todos los aspectos que pueden tener influencia sobre el comportamiento de dicho producto en distintas situaciones de fuego. Cubre aspectos tales como la cantidad, el color, el espesor, la densidad, la orientación, la posición respecto a otros productos adyacentes, el método de fijación, etc.

Componente sustancial. Material que constituye una parte importante de un producto heterogéneo. Una capa con masa/unidad de superficie $\geq 1,0$ kg/m² o un espesor $\geq 1,0$ mm se considera un componente sustancial.

Componente no sustancial. Material que no constituye una parte importante de un producto heterogéneo. Una capa con una masa/unidad de superficie $<1,0$ kg/m² y un espesor $<1,0$ mm se considera un componente no sustancial. Dos o más capas no sustanciales adyacentes (es decir, con uno o más componentes no sustanciales entre ellas) se consideran como un componente no sustancial si cumplen colectivamente los requisitos para que una capa sea un componente no sustancial.

Componente externo no sustancial. Componente no sustancial que no está cubierto por un componente sustancial por un lado.

Componente interno no sustancial. Componente no sustancial que está cubierto, al menos, por un componente sustancial por ambos lados.

Contribución al fuego. Energía desprendida por un producto que influye el crecimiento del fuego en situaciones tanto anteriores como posteriores al comienzo de este.

Ensayo de reacción al fuego. Proceso en el que se somete un material a llama controlada con la finalidad de provocar la emanación de gases inflamables y comprobar el desarrollo de la combustión en el propio material (inflamabilidad, caída de gotas y opacidad de humo). Los ensayos de los productos se realizan simulando su aplicación de uso final en función de la cantidad, la orientación del producto, la posición respecto a otros productos adyacentes y su método de fijación.

Flashover. Transición de un estado de participación total de la superficie en un fuego de materiales combustibles dentro de un recinto.

Material. Sustancia o mezcla uniforme de sustancias (metal, piedra, madera, yeso, etc.). Poder calorífico. Energía térmica producida por la combustión de una unidad de masa de una sustancia dada.

Poder calorífico superior (PCS). Calor de combustión de una sustancia cuando su combustión es completa y cualquier contenido de agua ha quedado totalmente condensada en condiciones específicas.

Poder calorífico inferior (PCI). Calor de combustión de una sustancia cuando su combustión es completa y cualquier contenido de agua ha quedado en estado vapor bajo condiciones específicas.

Producto heterogéneo. Producto que no satisface los requisitos de un producto homogéneo. Es un producto formado por uno o más componentes, sustanciales y/o no sustanciales.

Producto homogéneo. Producto consistente en un solo material con una densidad y composición uniformes en todo el producto.

Reacción al fuego. Según anexo A del DB SI del CTE, norma UNE-EN ISO 13943 «Seguridad contra incendio. Vocabulario» y la UNE-EN 13501-1+A1, se define el término reacción al fuego como la respuesta de un producto, contribuyendo con su propia descomposición, a un fuego al que está expuesto, bajo condiciones especificadas.

Revestimiento de suelo. Capa o capas superiores de un piso, incluido cualquier acabado superficial, con o sin un soporte adhesivo y con cualquier capa inferior, capa intermedia y adhesivos que las acompañen.

Simbología

- **Ensayos en general:**

ΔT : Incremento de temperatura

Δm : Pérdida de masa

t_f : Duración de la llama

PCS: Potencial calorífico superior

FIGRA: Índice de velocidad de crecimiento del fuego

THR 600s: Emisión total de calor (*Total Heat Release*)

LFS: Propagación lateral de las llamas

SMOGRA: Velocidad de crecimiento del humo

TSP 600s: Producción total de humo (*Total Smoke Production*)

F_s: Propagación de las llamas

HRR: Velocidad de desprendimiento de calor (*Heat Release Rate*)

- **Ensayos de cableado eléctrico:**

HRR_{sm30}: Media deslizante de treinta segundos de la velocidad de desprendimiento de calor.

SPR_{sm60}: Media deslizante de sesenta segundos de la velocidad de producción de humo (*Smoke Production Rate*)

HRR máx: HRR_{sm30} máxima entre el inicio y el final del ensayo, sin contar el aporte de la fuente de ignición.

SPR máx: SPR_{sm60} máxima entre el inicio y el final del ensayo.

THR₁₂₀₀: Desprendimiento total de calor desde el inicio hasta el final del ensayo, sin contar el aporte de la fuente de ignición.

TSP₁₂₀₀: Producción total de humo desde el inicio hasta el final del ensayo.

Fs: Propagación de las llamas (longitud afectada).

H: Propagación vertical de las llamas.

FIPEC: Comportamiento de los cables eléctricos al fuego (*Fire Performance of Electric Cables*).

- **Ensayos de cubiertas y recubrimientos de cubiertas:**

TE: tiempo crítico para la propagación exterior del fuego.

TP: tiempo crítico para la penetración del fuego.

- **Índices considerados por la norma UNE 23727 para la clasificación de los productos empleados en construcción:**

i : índice de inflamabilidad

s : índice de desarrollo de las llamas

h : índice de altura máxima de llama

c : índice de combustibilidad

Sustrato. Producto que se utiliza inmediatamente debajo del producto sobre el que se requiere información. Para los revestimientos de suelos, es el suelo sobre el que se monta o el material que representa este suelo.

Sustrato normalizado. Producto que es representativo del sustrato utilizado en aplicaciones de uso final.

3.2. Clasificación de reacción al fuego

3.2.1. Antecedentes

Este apartado proporciona información sobre los antecedentes de la clasificación de la reacción al fuego de un producto a partir de las euroclases, el cual, en su aplicación de uso final, puede contribuir a la generación y propagación del fuego y del humo dentro de la habitación de origen o en una zona dada.

Para todos los productos de construcción, se considera como hipótesis un fuego, iniciado en una habitación, que puede crecer y eventualmente alcanzar *flashover*. Este escenario, incluye tres situaciones de fuego que corresponden a tres fases del desarrollo de un fuego:

- a) La primera fase incluye la iniciación del fuego por inflamación de un producto, con una pequeña llama, en una zona limitada de un producto.
- b) La segunda fase cubre el crecimiento del fuego que en su momento puede llegar a *flashover*. Se simula mediante un único objeto ardiendo en un rincón de la habitación, creando un flujo de calor sobre superficies adyacentes. En el caso de revestimientos de suelos, se considera que el fuego crece en la habitación de origen y crea un flujo de calor en los revestimientos de suelos de una habitación adyacente o pasillo a través de la abertura de una puerta.
- c) En la fase después del *flashover*, todos los productos combustibles contribuyen a la carga de fuego.

Las distintas clases tienen en cuenta la exposición del producto a distintas fases del desarrollo del fuego en los escenarios de referencia, y se utiliza la norma ISO 9705:1993 (*Room Corner Test*) como un escenario de referencia para la definición de los límites de las clases. Los productos se consideran en relación con su aplicación de uso final.

3.2.2. RD 842/2013. Consideraciones generales

La Directiva 89/106/CEE, debidamente transpuesta a ordenamiento jurídico estatal, estableció una serie de requisitos básicos de las obras de construcción y que las características esenciales de los productos de construcción debían establecerse en especificaciones técnicas armonizadas en relación con los requisitos básicos de las obras de construcción.

En aplicación de dicha directiva, la Comisión Europea fijó, por medio de las correspondientes decisiones, un marco común de clasificación de las propiedades de reacción y resistencia al fuego de los productos de construcción y de los elementos constructivos.

Posteriormente, el Reglamento (UE) N.º 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo anuló y sustituyó la Directiva 89/106/CEE a partir del 1 de julio de 2013, dando continuidad a las referencias a la misma según el artículo 65, punto 2, del reglamento, con lo que siguen siendo de aplicación todas las decisiones de la Comisión relativas a la clasificación de las propiedades de reacción y resistencia al fuego de los productos de construcción y de los elementos constructivos a partir de la entrada en vigor del reglamento, y que se trasponen en el Real Decreto 842/2013.

Así pues, el anexo I y II del RD 842/2013 establecen la clasificación en función de las características de reacción al fuego de elementos constructivos, productos o sistemas, tal como aparecen en las tablas de los apartados que figuran a continuación, mediante la aplicación de las normas correspondientes.

En las tablas se indican las normas de aplicación correspondientes al código de norma UNE-EN o UNE-EN-ISO. En este sentido, cabe recordar además que el artículo 3 del RD 842/2013 indica que «las normas UNE-EN y UNE-EN-ISO a las que se refieren los anexos I, II y III resultarán de obligado cumplimiento y se entenderán referidas a la última versión de la norma europea publicada por AENOR».

3.2.3. Normas de clasificación y ensayo según Anexo I del RD 842/2013

Según el anexo I del RD 842/2013, los productos de construcción (a excepción de los textiles suspendidos, elementos textiles de cubierta integrados en edificios, butacas y asientos fijos tapizados, así como productos de la construcción de cubiertas y recubrimientos de estos), cuya aplicación final deba satisfacer condiciones de reacción al fuego, se clasificarán considerando dicha aplicación, de acuerdo con el sistema establecido en las tablas adjuntas en el presente apartado.

Los métodos de ensayo aplicables en cada caso serán los definidos en las normas citadas en dichas tablas y la adopción de los soportes representativos de las aplicaciones finales se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 13238. Los resultados de ensayo se utilizarán, a los efectos de determinar las clasificaciones, conforme a la norma **UNE-EN 13501-1+A1**.

La norma UNE-EN 13501-1+A1 proporciona un procedimiento de clasificación de reacción al fuego para todos los productos de construcción, incluidos los productos incorporados dentro de elementos de construcción.

Los productos se ensayan de manera que se simule su aplicación de uso final. Debe tenerse en cuenta que en el caso de un producto que se utilice en diferentes aplicaciones de uso final, este podrá tener distintas clasificaciones correspondientes a cada una de las aplicaciones.

Esta aplicación de uso final incluye fundamentalmente los siguientes aspectos:

- La orientación del producto.
- Condiciones de fijación y montaje (tipo sistema de fijación, cámaras de aire, perfilera, adhesivo, etc.).
- Su posición respecto a otros productos adyacentes (substrato, fijación, etc.).

Las orientaciones típicas son:

- Vertical, mirando hacia un espacio abierto (posición en pared/fachada).
- Vertical, mirando a un hueco.
- Horizontal con la cara expuesta hacia abajo (posición de techo).
- Horizontal con la cara expuesta hacia arriba (posición en el piso).
- Horizontal dentro de un hueco.

Todos los productos de construcción que deban clasificarse según la norma UNE-EN 13501-1+A1, excepto los revestimientos de suelos, se ensayarán en posición vertical a efectos de clasificación en reacción al fuego, según apartado 6.3 de esta. De acuerdo con el mismo apartado de la norma, los revestimientos de suelos se ensayarán horizontalmente con la cara expuesta hacia arriba de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 9239-1, y verticalmente de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 11925-2.

En el ensayo de inflamabilidad (UNE-EN ISO 11925-2) los productos se ensayarán con ataque de llama en la superficie, solo si en la aplicación final prevista no puede producirse un ataque directo de la llama sobre el borde. Ese es el caso para los revestimientos de suelos. Si los bordes pueden quedar expuestos en las condiciones de uso final, se aplicarán ataques por llama en la superficie y en el borde.

La norma EN 13501-1+A1 es aplicable a las siguientes categorías, las cuales se tratan por separado:

- Productos de construcción, excluidos revestimientos de suelos y productos lineales para aislamiento térmico de tuberías.
- Revestimientos de suelos.
- Productos lineales para aislamiento térmico de tuberías.

La norma no hace referencia explícita a su aplicación sobre:

- Cableado eléctrico, cuyos requisitos de ensayo específicos se indican en el mismo anexo I del RD 842/2013.
- Textiles suspendidos, elementos textiles de cubierta integrados en edificios, butacas y asientos fijos, cuyas normas de clasificación y ensayo se especifican en el DB SI del CTE.

Clasificación después de ensayo:

- Clase F: Productos para los cuales no se pueden clasificar en una de las clases A1, A2, B, C, D, E, A_L, A_{2L}, B_L, C_L, D_L, E_L, D_L y E_L. (*)
- Clase E, E_L: Productos que son capaces de resistir, durante un periodo breve, el ataque de una llama pequeña sin que se produzca su propagación sustancial.

- Clase D, D_L: Productos que satisfacen los criterios correspondientes a la E, EL y que son capaces de resistir, durante un periodo más largo, el ataque de una llama pequeña sin que se produzca su propagación sustancial. Además, también deben ser capaces de soportar al ataque térmico por un único objeto ardiendo con un retraso suficiente y con un desprendimiento de calor limitado.
- Clase C, C_L: Como la Clase D, D_L, pero satisfaciendo requisitos más estrictos. Además, bajo el ataque térmico por un único objeto ardiendo que ofrece una propagación lateral limitada de la llama.
- Clase B, B_L: Como la Clase C, C_L, pero satisfaciendo requisitos más estrictos.
- Clase A2 y A2_L: Tienen que satisfacer los mismos criterios que la B y B_L, según la norma EN 13823. Además, en condiciones de fuego totalmente desarrollado, estos productos no deben contribuir de manera importante a la carga de fuego y su crecimiento.
- Clase A1 y A1_L: Los productos de la clase A1 y A1_L no contribuirán en ninguna fase del fuego, incluida la correspondiente al fuego totalmente desarrollado. Por esta razón, se supone que son capaces de satisfacer automáticamente todos los requisitos de todas las clases inferiores.

(*) El 15 de marzo de 2016 se publicó, en el Diario Oficial de la Unión Europea, el Reglamento Delegado 2016/364 relativo a la clasificación de las propiedades de reacción al fuego de los productos de construcción. Hasta la publicación de este Reglamento, la clase F, F_{FL}, F_L y F_{ca} se podía obtener sin ensayar un producto (prestación no determinada) o bien el producto no cumplía con los criterios para las clases anteriores.

Con la publicación de este reglamento, los criterios de clasificación para la clase F, F_{FL}, F_L y F_{ca} se sustituyen y serán clasificados con esta clase los productos que únicamente no cumplan con los requisitos indicados para las clases E, E_{FL}, E_L y F_{ca}.

A1	A2	B	C	D	E	F
----	----	---	---	---	---	---



Clasificaciones adicionales para producción de humo:

- Para paredes/techos y productos lineales para aislamiento térmico de tuberías:
Las clasificaciones s1, s2 y s3 se deducen de los datos de medida obtenidos en los ensayos realizados de acuerdo con la norma UNE-EN 13823.
- Para suelos:
Las clasificaciones s1 y s2 se deducen de los datos de medida obtenidos en los ensayos realizados de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 9239-1.

VELOCIDAD Y CANTIDAD BAJA	VELOCIDAD Y CANTIDAD MEDIA	VELOCIDAD Y CANTIDAD ELEVADA
s1	s2	s3



Clasificaciones adicionales para gotas/partículas en llamas:

- Para paredes/techos y productos lineales para aislamiento térmico de tuberías:

Las clasificaciones d0, d1 y d2 se deducen de observaciones de gotas y partículas en llamas:

- Para la clase E en la norma UNE-EN ISO 11925-2 (d2).
- Para las clases B, C y D en la norma UNE-EN ISO 11925-2 y la norma UNE-EN 13823 (d0, d1 o d2).
- Para la clase A2 (y bajo las condiciones especificadas en el apartado 8.3.2 de la norma UNE-EN 13501-1+A1) en la norma UNE-EN 13823 (d0, d1 o d2).

- Para suelos:

La norma UNE-EN 13501-1+A1 no hace una clasificación adicional de los materiales ensayados, según las gotas/partículas en llamas.

NO PRODUCCIÓN GOTAS	NO PRODUCCIÓN GOTAS $t > 10$ s	NO CLASIFICADO
d0	d1	d2



Se considera que los productos clasificados en una clase dada satisfacen todos los requisitos de todas las clases inferiores, por ejemplo, un producto con clasificación B, deberá satisfacer las clasificaciones C, D, E y F.

Hay que tener en cuenta que un mismo material puede alcanzar diferentes euroclases. Esto está relacionado con muchos factores, entre otros la química de los materiales que da origen a toda una gama de productos, la naturaleza de los recubrimientos que acompañan el material de base y que da lugar a toda una gama de productos, y la aplicación de uso final, representativa de la aplicación real del producto.

La Guía G de la Comisión Europea relativa a la Directiva de Productos de la Construcción y la norma UNE-EN 13501-1+A1 recoge la clasificación en condición final de uso y delegan en las normas de producto para fijar las condiciones de montaje y fijación del ensayo y el rango de validez de los resultados.

El objetivo principal es proporcionar al usuario información veraz sobre el comportamiento real de un producto en caso de incendio sin que eso suponga una merma en las exigencias. Para poder ensayar productos en condición final de uso se emplean los métodos de ensayos descritos en las normas UNE-EN 13823 (conocido como «SBI»), UNE-EN ISO 11925-2 (pequeño quemador) y UNE-EN ISO 9239-1 (panel radiante de suelos).

En algunos casos, es posible extender los resultados de ensayo a otras configuraciones, por lo tanto se amplía la clasificación de reacción o resistencia al fuego. Esto vendrá indicado en el informe de clasificación emitido por el laboratorio de ensayos de fuego encargado de clasificar el producto.

Clasificaciones después de ensayo para productos de construcción, excluidos revestimientos de suelo, los productos lineales para aislamiento térmico de tuberías y los cables eléctricos:

Clase	Método (s) de ensayo	Criterios de clasificación	Declaración adicional obligatoria
A1	UNE-EN-ISO 1182 (1); y	$\Delta T \leq 30 \text{ }^\circ\text{C}$; y $\Delta m \leq 50 \%$; y $t_f = 0$ (es decir, sin llama sostenida)	
	UNE-EN-ISO 1716	$PCS \leq 2.0 \text{ MJ/kg}$ (1); y $PCS \leq 2.0 \text{ MJ/kg}$ (2)(2a); y $PCS \leq 1.4 \text{ MJ/m}^2$ (3); y $PCS \leq 2.0 \text{ MJ/kg}$ (4)	
A2	UNE-EN-ISO 1182 (1); o	$\Delta T \leq 50 \text{ }^\circ\text{C}$; y $\Delta m \leq 50 \%$; y $t_f \leq 20 \text{ s}$	
	UNE-EN-ISO 1716; y	$PCS \leq 3.0 \text{ MJ/kg}$ (1); y $PCS \leq 4.0 \text{ MJ/m}^2$ (2); y $PCS \leq 4.0 \text{ MJ/m}^2$ (3); y $PCS \leq 3.0 \text{ MJ/kg}$ (4)	
	UNE-EN-13823 (SBI)	$FIGRA \leq 120 \text{ W/s}$; y $LFS < \text{borde de la muestra}$; y $THR_{600s} \leq 7.5 \text{ MJ}$	Producción de humo (5); y caída de gotas/partículas inflamadas (6)
B	UNE-EN 13823 (SBI); y	$FIGRA \leq 120 \text{ W/s}$; y $LFS < \text{borde de la muestra}$; y $THR_{600s} \leq 7.5 \text{ MJ}$	Producción de humo (5); y caída de gotas/partículas inflamadas (6)
	UNE-EN-ISO 11925-2 (8): Exposición = 30 s	$F_s \leq 150 \text{ mm en } 60 \text{ s}$	
C	UNE-EN 13823 (SBI); y	$FIGRA \leq 250 \text{ W/s}$; y $LFS < \text{borde de la muestra}$; y $THR_{600s} \leq 15 \text{ MJ}$	Producción de humo (5); y caída de gotas/partículas inflamadas (6)
	UNE-EN-ISO 11925-2 (8): Exposición = 30 s	$F_s \leq 150 \text{ mm en } 60 \text{ s}$	
D	UNE-EN 13823 (SBI); y	$FIGRA \leq 750 \text{ W/s}$	Producción de humo (5); y caída de gotas/partículas inflamadas (6)
	UNE-EN-ISO 11925-2 (8): Exposición = 30 s	$F_s \leq 150 \text{ mm en } 60 \text{ s}$	
E	UNE-EN-ISO 11925-2 (8): Exposición = 15 s	$F_s \leq 150 \text{ mm en } 20 \text{ s}$	Caída de gotas/partículas inflamadas (7)
F	UNE-EN-ISO 11925-2 (8): Exposición = 15 s	$F_s \geq 150 \text{ mm en } 20 \text{ s}$	

- (1) Para productos homogéneos y componentes sustanciales de productos no homogéneos.
- (2) Para cualquier componente no sustancial de productos no homogéneos.
- (2a) Alternativamente, cualquier componente no sustancial que tenga un $PCS \leq 2.0 \text{ MJ/m}^2$, siempre que el producto satisfaga los siguientes criterios en UNE-EN 13823: $FIGRA \leq 20 \text{ W/s}$, y $LFS < \text{borde de la muestra}$, y $THR_{600s} \leq 4.0 \text{ MJ}$, y s_1 , y d_0 .
- (3) Para cualquier componente no sustancial interno de productos no homogéneos.
- (4) Para el producto en su conjunto.
- (5) $s_1 = \text{SMOGR} \leq 30 \text{ m}^2/\text{s}^2$ y $TSP_{600s} \leq 50 \text{ m}^2$, $s_2 = \text{SMOGR} \leq 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$ y $TSP_{600s} \leq 200 \text{ m}^2$;
 $s_3 = \text{ni } s_1 \text{ ni } s_2$
- (6) $d_0 = \text{sin caída de gotas o partículas inflamadas en UNE-EN 13823 (SBI) en } 600 \text{ s}$.
 $d_1 = \text{sin caída de gotas y partículas inflamadas durante más de } 10 \text{ s en UNE-EN 13823 (SBI) en } 600 \text{ s}$.
 $d_2 = \text{ni } d_0 \text{ ni } d_1$
La ignición del papel en UNE-EN ISO 11925-2 determina una clasificación d_2 .
- (7) Éxito = ausencia de ignición del papel (sin clasificación)
Fallo = ignición del papel (clasificación d_2)
- (8) En condiciones de ataque de llama superficial y, si es adecuado para las condiciones finales de utilización del producto, de ataque de llama lateral.

(*) El 15 de marzo de 2016 se publicó, en el *Diario Oficial de la Unión Europea*, el Reglamento Delegado 2016/364 relativo a la clasificación de las propiedades de reacción al fuego de los productos de construcción. Hasta la publicación de este Reglamento, la clase F, F_{FL}, F_L y F_{ca} se podía obtener sin ensayar un producto (prestación no determinada) o bien el producto no cumplía con los criterios para las clases anteriores.

Con la publicación de este reglamento, los criterios de clasificación para la clase F, F_{FL}, F_L y F_{ca} se sustituyen y serán clasificados con esta clase los productos que únicamente no cumplan con los requisitos indicados para las clases E, E_{FL}, E_L y F_{ca}.

El tratamiento de algunas familias de productos da lugar a clasificaciones específicas, como el caso de los **suelos o de los productos lineales para el aislamiento térmico de tuberías y cableado eléctrico**.

Clasificaciones después de ensayo para productos de construcción de revestimiento de suelos:

Clase	Método (s) de ensayo	Criterios de clasificación	Declaración adicional obligatoria
A1 _{FL}	UNE-EN-ISO 1182 (1); y	$\Delta T \leq 30 \text{ }^\circ\text{C}$; y $\Delta m \leq 50 \%$; y tf = 0 (es decir, sin llama sostenida)	
	UNE-EN-ISO 1716	PCS $\leq 2.0 \text{ MJ/kg}$ (1); y PCS $\leq 2.0 \text{ MJ/kg}$ (2); y PCS $\leq 1.4 \text{ MJ/m}^2$ (3); y PCS $\leq 2.0 \text{ MJ/kg}$ (4)	
A2 _{FL}	UNE-EN-ISO 1182 (1); o	$\Delta T \leq 50 \text{ }^\circ\text{C}$; y $\Delta m \leq 50 \%$; y tf $\leq 20 \text{ s}$	
	UNE-EN-ISO 1716; y	PCS $\leq 3.0 \text{ MJ/kg}$ (1); y PCS $\leq 4.0 \text{ MJ/kg}$ (2); y PCS $\leq 4.0 \text{ MJ/m}^2$ (3); y PCS $\leq 3.0 \text{ MJ/kg}$ (4)	
	UNE-EN-ISO 9239-1 (5)	Flujo crítico (6) $\geq 8,0 \text{ kW/m}^2$	Producción de humo (7)
B _{FL}	UNE-EN-ISO 9239-1 (5)	Flujo crítico (6) $\geq 8,0 \text{ kW/m}^2$	Producción de humo (7)
	UNE-EN-ISO 11925-2 (8): Exposición = 15 s	Fs $\leq 150 \text{ mm}$ en 20 s	
C _{FL}	UNE-EN-ISO 9239-1 (5)	Flujo crítico (6) $\geq 4,5 \text{ kW/m}^2$	Producción de humo (7)
	UNE-EN-ISO 11925-2 (8): Exposición = 15 s	Fs $\leq 150 \text{ mm}$ en 20 s	
D _{FL}	UNE-EN-ISO 9239-1 (5)	Flujo crítico (6) $\geq 3,0 \text{ kW/m}^2$	Producción de humo (7)
	UNE-EN-ISO 11925-2 (8): Exposición = 15 s	Fs $\leq 150 \text{ mm}$ en 20 s	
E _{FL}	UNE-EN-ISO 11925-2 (8): Exposición = 15 s	Fs $\leq 150 \text{ mm}$ en 20 s	
F _{FL}	UNE-EN-ISO 11925-2 (8): Exposición = 15 s	Fs $\geq 150 \text{ mm}$ en 20 s	

- (1) Para productos homogéneos y componentes sustanciales de productos no homogéneos.
- (2) Para cualquier componente no sustancial externo de productos no homogéneos.
- (3) Para cualquier componente no sustancial interno de productos no homogéneos.
- (4) Para el producto en su conjunto.
- (5) Duración del ensayo = 30 minutos
- (6) El flujo crítico se define como el flujo radiante que determina la extinción de la llama o el flujo radiante tras un período de ensayo de 30 minutos, según cuál de los dos sea menor (es decir, el flujo correspondiente a la máxima propagación de la llama).
- (7) s1 = Humo $\leq 750 \%$ min.
s2 = no s1
- (8) En condiciones de ataque de llama superficial, y si es adecuado para las aplicaciones del producto en su aplicación final, de ataque de llama lateral.

(*) El 15 de marzo de 2016 se publicó, en el Diario Oficial de la Unión Europea, el Reglamento Delegado 2016/364 relativo a la clasificación de las propiedades de reacción al fuego de los productos de construcción. Hasta la publicación de este Reglamento, la clase F, F_{FL}, F_L y F_{ca} se podía obtener sin ensayar un producto (prestación no determinada) o bien el producto no cumplía con los criterios para las clases anteriores.

Con la publicación de este reglamento, los criterios de clasificación para la clase F, F_{FL}, F_L y F_{ca} se sustituyen y serán clasificados con esta clase los productos que únicamente no cumplan con los requisitos indicados para las clases E, E_{FL}, E_L y F_{ca}.

Clasificaciones después de ensayo para productos de construcción lineales para aislamiento térmico de tuberías:

Clase	Método(s) de ensayo	Criterios de clasificación	Declaración adicional obligatoria
A _{1L}	UNE-EN-ISO 1182 (1); y	$\Delta T \leq 30 \text{ }^\circ\text{C}$; y $\Delta m \leq 50 \%$; y tf = 0 (es decir, sin llama sostenida)	
	UNE-EN-ISO 1716	PCS < 2.0 MJ/kg (1); y PCS < 2.0 MJ/kg (2); y PCS < 1.4 MJ/m ² (3); y PCS < 2.0 MJ/kg (4)	
A _{2L}	UNE-EN-ISO 1182 (1); o	$\Delta T \leq 50 \text{ }^\circ\text{C}$; y $\Delta m \leq 50 \%$; y tf ≤ 20 s	
	UNE-EN-ISO 1716; y	PCS ≤ 3.0 MJ/kg (1); y PCS ≤ 4.0 MJ/kg (2); y PCS ≤ 4.0 MJ/m ² (3); y PCS ≤ 3.0 MJ/kg (4)	
	UNE-EN-13823 (SBI)	FIGRA ≤ 270 W/s; y LFS \leq margen de la probeta; y THR _{600s} ≤ 7.5 MJ	Producción de humo (5); y caída de gotas/partículas inflamadas (6)
B _L	UNE-EN-13823 (SBI); y	FIGRA ≤ 270 W/s; y LFS < margen de la probeta; y THR _{600s} ≤ 7.5 MJ	Producción de humo (5); y caída de gotas/partículas inflamadas (6)
	UNE-EN-ISO 11925-2 (8): Exposición = 30 s	Fs ≤ 150 mm en 60 s	
C _L	UNE-EN-13823 (SBI); y	FIGRA ≤ 460 W/s; y LFS < margen de la probeta; y THR _{600s} ≤ 15 MJ	Producción de humo (5); y caída de gotas/partículas inflamadas (6)
	UNE-EN-ISO 11925-2 (8): Exposición = 30 s	Fs ≤ 150 mm en 60 s	
D _L	UNE-EN-13823 (SBI); y	FIGRA ≤ 2.100 W/s THR _{600s} ≤ 100 MJ	Producción de humo (5); y caída de gotas/partículas inflamadas (6)
	UNE-EN-ISO 11925-2 (8): Exposición = 30 s	Fs ≤ 150 mm en 60 s	
E _L	UNE-EN-ISO 11925-2 (8): Exposición = 15 s	Fs ≤ 150 mm en 60 s	Caída de gotas/partículas inflamadas (7)
F _L	UNE-EN-ISO 11925-2 (8): Exposición = 15 s	Fs ≥ 150 mm en 60 s	

- (1) Para productos homogéneos y componentes esenciales (sustanciales) de productos no homogéneos.
- (2) Para cualquier componente no esencial (sustancial) externo de productos no homogéneos.
- (3) Para cualquier componente no esencial (sustancial) interno de productos no homogéneos.
- (4) Para el producto en su conjunto.
- (5) s1 = SMOGRA ≤ 105 m²/s² y TSP_{600s} ≤ 250 m²; s2 = SMOGRA ≤ 580 m²/s² y TSP_{600s} ≤ 1.600 m²; s3 = ni s1 ni s2.
- (6) d0 = sin caída de gotas ni partículas inflamadas en UNE-EN 13823 (SBI) en 600 s;

- d1 = sin caída de gotas ni partículas inflamadas durante más de 10 s en UNE-EN 13823 (SBI) en 600 s;
d2 = ni d0 ni d1; la ignición del papel en UNE-EN-ISO 11925-2 determina una clasificación d2.
- (7) Aceptación = ausencia de ignición del papel (sin clasificar); fallo = ignición del papel (clasificación d2).
- (8) En condiciones de ataque de llama superficial, y si es adecuado para las aplicaciones del producto en su aplicación final, de ataque de llama lateral.

Clasificaciones después de ensayo para cables eléctricos (*):

Clase	Método(s) de ensayo	Criterios de clasificación	Declaración adicional obligatoria
A _{ca}	UNE-EN-ISO 1716	PCS ≤ 2.0MJ/kg (1)	
B1 _{ca}	Escenario 2 FIPEC ₂₀ (5); y	FS ≤ 1,75 m; THR _{1200s} ≤ 10 MJ; HRR máx. ≤ 20 kW y FIGRA ≤ 120 W/s	Producción de humo (2) (6), caída de gotas/partículas inflamadas (3) y acidez (4) (8)
	UNE-EN 60332-1-2	H ≤ 475 mm ± 5	
B2 _{ca}	Escenario 1 FIPEC20 (5); y	FS ≤ 1,5 m; THR _{1200s} ≤ 15 MJ; HRR máx. ≤ 30 kW y FIGRA ≤ 150 W/s	Producción de humo (2) (7), Caída de gotas/partículas inflamadas (3) y acidez (4) (8)
	UNE-EN 60332-1-2	H ≤ 475 mm ± 5	
C _{ca}	Escenario 1 FIPEC20 (5); y	FS ≤ 2,0 m; THR _{1200s} ≤ 30 MJ; HRR máx. ≤ 60 kW y FIGRA ≤ 300 W/s	Producción de humo (2) (7), caída de gotas/partículas inflamadas (3) y acidez (4) (8)
	UNE-EN 60332-1-2	H ≤ 475 mm ± 5	
D _{ca}	Escenario 1 FIPEC20 (5); y	THR _{1200s} ≤ 70 MJ; HRR máx. ≤ 400 kW y FIGRA ≤ 1.300 W/s	Producción de humo (2) (7), caída de gotas/partículas inflamadas (3) y acidez (4) (8)
	UNE-EN 60332-1-2	H ≤ 475 mm ± 5	
E _{ca}	UNE-EN 60332-1-2	H ≤ 475 mm ± 5	
F _{ca}	Sin determinación de comportamiento		

- (*) Las prescripciones sobre las clases de reacción al fuego exigibles a los cables eléctricos, en función de los diferentes usos previstos, deberán establecerse en la reglamentación pertinente o en la revisión de los actuales reglamentos vigentes.
- (1) Para el producto en su conjunto, excepto los materiales metálicos, y para cualquier componente externo (cubierta) del producto.
- (2) s1 = TSP₁₂₀₀ ≤ 50 m² y SPR máx. ≤ 0,25 m²/s
s1a = s1 y transmitancia con arreglo a UNE-EN 61034-2 ≥ 80 %
s1b = s1 y transmitancia con arreglo a UNE-EN 61034-2 ≥ 60 % < 80 %
s2 = TSP₁₂₀₀ ≤ 400 m² y SPR máx. ≤ 1,5 m²/s
s3 = ni s1 ni s2
- (3) Para los escenarios 1 y 2 FIPEC₂₀: d0 = sin caída de gotas/partículas inflamadas durante 1200 s; d1 = sin caída de gotas/partículas inflamadas que persistan más de 10 s durante 1.200 s; d2 = ni d0 ni d1.
- (4) UNE-EN 50267-2-3: a1 = conductividad < 2,5 μS/mm y pH > 4,3; a2 = conductividad < 10 μS/mm y pH > 4,3; a3 = ni a1 ni a2. Ninguna declaración = sin determinación de comportamiento
- (5) El flujo de entrada de aire en la cámara deberá fijarse en 8.000 ± 800 l/min.
Escenario 1 FIPEC₂₀ = prEN 50399-2-1 con montaje y fijación según se indica en el anexo I del RD 842/2013.
Escenario 2 FIPEC₂₀ = prEN 50399-2-2 con montaje y fijación según se indica en el anexo I del RD 842/2013.
- (6) La clase de humo declarada para los cables de la clase B1ca debe derivar del ensayo del escenario 2 FIPEC₂₀.
- (7) La clase de humo declarada para los cables de las clases B2ca, Cca y Dca debe derivar del ensayo del escenario 1 FIPEC₂₀.
- (8) Medición de las propiedades peligrosas de los gases que se forman en caso de incendio, que mermán la capacidad de quienes están expuestos a ellos para actuar con eficacia y lograr escapar, y no descripción de su toxicidad.

(*) El 15 de marzo de 2016 se publicó, en el Diario Oficial de la Unión Europea, el Reglamento Delegado 2016/364 relativo a la clasificación de las propiedades de reacción al fuego de los productos de construcción. Hasta la publicación de este Reglamento, la clase F, F_{FL}, F_L y F_{ca} se podía obtener sin ensayar un producto (prestación no determinada) o bien el producto no cumplía con los criterios para las clases anteriores.

Con la publicación de este reglamento, los criterios de clasificación para la clase F, F_{FL}, F_L y F_{ca} se sustituyen y serán clasificados con esta clase los productos que únicamente no cumplan con los requisitos indicados para las clases E, E_{FL}, E_L y F_{ca}.

Clasificaciones para productos de construcción, sin necesidad de ensayo:

Véase el apartado 1.2 «Productos de clases A1 y A1fl de reacción al fuego sin necesidad de ensayo» y 1.3 «Productos clasificados en función de sus características de reacción al fuego sin necesidad de ensayo», que figuran en el Anexo I del RD 842/2013.

Entre los mismos se encuentran productos habitualmente utilizados en construcción:

- Perlita y vermiculita expandida
- Lana mineral
- Vidrio
- Hormigón
- Cemento / Cal
- Hierro, acero y acero inoxidable
- Cobre, zinc, plomo y aluminio
- Yeso y pastas a base de yeso
- Cerámica
- Diversos tableros derivados de la madera
- Placas de yeso laminado
- Diversos revestimientos de suelo (madera, laminados, PVC, etc.)

Huelga decir que en caso de justificar la reacción de los materiales constructivos por esta vía, se precisa acreditar las características de estos de acuerdo a la mencionada norma (espesor, densidad, condiciones de utilización final, norma de producto, sustrato, masa, porcentaje de contenido orgánico, etc.).

3.2.4. Normas de clasificación y ensayo según el Anexo II del RD 842/2013

Según el anexo II del RD 842/2013, la clasificación que se establece en el cuadro que figura a continuación se fundamenta en la norma UNE-ENV 1187. El cuadro prevé cuatro métodos de ensayo distintos que responden a diferentes escenarios de riesgo de incendio. No existe una correlación directa entre estos métodos de ensayo, por lo que tampoco existe una jerarquía aceptada entre las clasificaciones.

Las clasificaciones correspondientes a los cuatro métodos de ensayo establecidos en la norma UNE-ENV 1187 son las siguientes:

- a) Para el ensayo 1: X_{ROOF} (t1), siendo t1 el ensayo correspondiente a la acción de una pavesa en llamas.
- b) Para el ensayo 2: X_{ROOF} (t2), siendo t2 el ensayo correspondiente a la acción de una pavesa en llamas y del viento.
- c) Para el ensayo 3: X_{ROOF} (t3), siendo t3 el ensayo correspondiente a la acción de una pavesa en llamas, del viento y de la radiación térmica.
- d) Para el ensayo 4: X_{ROOF} (t4), siendo t4 el ensayo correspondiente a la acción de una pavesa en llamas, del viento y de la radiación térmica (método de dos etapas).

Para su empleo en territorio español, los productos afectados por esta clasificación deberán satisfacer lo establecido para la clase $X_{\text{ROOF}}(t1)$. El ensayo aplicable será el descrito como ensayo 1 en la norma UNE-ENV 1187 y los resultados de ensayo se utilizarán, a efectos de determinar las clasificaciones, conforme a la norma **UNE-EN 13501-5+A1**.

Clasificaciones después de ensayo para productos de construcción de cubiertas o de los recubrimientos de cubiertas según su reacción ante un fuego exterior:

1.1. Reacción al fuego

Colección Fichas Seguridad Contra Incendios

Revisión: 0

Fecha: XX/XX/2016

Método de ensayo	Clase	Criterios de clasificación
UNE-ENV 1187 Ensayo 1	B _{ROOF} (t1)	Tienen que darse todas las condiciones detalladas a continuación: Propagación interior y exterior del fuego hacia arriba < 0,700 m. Propagación interior y exterior del fuego hacia abajo < 0,600 m. Máxima longitud de la zona quemada interior y exterior < 0,800 m. Ningún material combustible (gotas o brasas) se desprende en la cara expuesta. Ninguna partícula ardiendo/incandescente penetra a través de la cubierta. Ninguna abertura > 2,5 x 10-5 m². Suma de todas las aberturas < 4,5 x 10-3 m². La propagación lateral del fuego no alcanza los límites de la zona de medición. No existe combustión interna sin llama. Máximo radio de propagación de llama en cubiertas «planas» < 0,200 m, tanto exteriormente como internamente.
	F _{ROOF} (t1)	Ningún comportamiento determinado.
UNE-ENV 1187 Ensayo 2	B _{ROOF} (t2)	Para ambas series de ensayo a 2 m/s y 4 m/s de velocidad del viento: Longitud media de la zona dañada en la cubierta y en su cara interior ≤ 0,550 m. Máxima longitud de la zona dañada en la cubierta y en su cara interior ≤ 0,800 m.
	F _{ROOF} (t2)	Ningún comportamiento determinado.
UNE-ENV 1187 Ensayo 3	B _{ROOF} (t3)	T _E ≥ 30 min y T _P ≥ 30 min.
	C _{ROOF} (t3)	T _E ≥ 10 min y T _P ≥ 15 min.
	D _{ROOF} (t3)	T _P > 5 min.
	F _{ROOF} (t3)	Ningún comportamiento determinado.
UNE-ENV 1187 Ensayo 4	B _{ROOF} (t4)	Tienen que darse todas las condiciones detalladas a continuación: No se produce penetración a través de la cubierta durante 1 hora. En el ensayo preliminar, una vez retirada la llama de ensayo, las muestras arden durante < 5 minutos. En el ensayo preliminar, la llama se extiende < 0,38 m por la zona de combustión.
	C _{ROOF} (t4)	Tienen que darse todas las condiciones detalladas a continuación: No se produce penetración a través de la cubierta durante 30 minutos. En el ensayo preliminar, una vez retirada la llama de ensayo, las muestras arden durante < 5 minutos. En el ensayo preliminar, la llama se extiende < 0,38 m por la zona de combustión.
	D _{ROOF} (t4)	Tienen que darse todas las condiciones detalladas a continuación: Se produce penetración a través de la cubierta en un período de 30 minutos, pero no se produce en el ensayo preliminar con llama. En el ensayo preliminar, una vez retirada la llama de ensayo, las muestras arden durante < 5 minutos. En el ensayo preliminar, la llama se extiende < 0,38 m por la zona de combustión.
	E _{ROOF} (t4)	Tienen que darse todas las condiciones detalladas a continuación: Se produce penetración a través de la cubierta en un período de 30 minutos, pero no se produce en el ensayo preliminar con llama. La propagación de la llama no es controlada.
	F _{ROOF} (t4)	Ningún comportamiento determinado.

Posibles anotaciones adicionales a la clasificación básica:

- Sufijo «X»: indica la aparición de goteo por la parte inferior de la muestra, o cualquier fallo mecánico o la aparición de orificios.
- EXT.F: producto en posición plana u horizontal durante el ensayo.
- EXT.F: producto en posición inclinada durante el ensayo.

Clasificaciones para productos de construcción de cubiertas o recubrimientos de cubiertas, sin necesidad de ensayo:

Véase el apartado 2.2 «Clasificación sin necesidad de ensayo de las cubiertas y de los recubrimientos de cubiertas según su reacción ante un fuego exterior» del Anexo II del RD 842/2013.

Entre los mismos se encuentran productos habitualmente utilizados en construcción:

- Pizarras: pizarra natural, pizarra de piedra.
- Tejas: tejas de piedra, hormigón, arcilla, cerámica o acero.
- Fibrocemento.
- Chapas metálicas perfiladas.
- Placas metálicas planas.

Huelga decir que en caso de justificar la reacción de los materiales constructivos por esta vía, se precisa acreditar sus características de acuerdo a la norma mencionada (tipología de revestimiento externo, espesor, sistema de cubierta, juntas, sellantes, tipología y densidad del material del núcleo aislante, etc.).

3.2.5. Norma de clasificación de la reacción al fuego previa al RD 842/2013

Previamente a la existencia del RD 842/2013, la clasificación de reacción al fuego de los materiales de construcción se realizaba mediante la norma **UNE 23727:1990**. En la actualidad, dicha norma únicamente debe cumplirse en aquellas especificaciones normativas donde todavía se exija el cumplimiento de la norma de clasificación previa a las euroclases (elementos textiles de cubierta integrados en edificios). Para mayor información, véase el apartado 3.4 de la presente ficha.

La norma UNE 23727:1990 clasifica los materiales utilizados en la construcción (recubrimientos aplicados a sus soportes, a los materiales de acabado interior, a los de instalaciones industriales, decoración e interiorismo, materiales de acabado y de revestimiento de superficies, falsos techos, falsos suelos, textiles, plásticos rígidos y espumados, barnices, pinturas, etc.), con el fin de evaluar su grado de combustibilidad e inflamabilidad, incluidos aquellos materiales que hayan sido ignifugados. Los materiales pueden presentarse a ensayo como: láminas, paneles, placas, películas, velos, hojas, etc.

Dicha norma indica a qué ensayos de reacción al fuego deben ser sometidos los materiales orgánicos según su presentación (rígida o flexible) o espesor (UNE 23721:1990 o UNE 23723:1990) y los ensayos complementarios (UNE 23724, UNE 23725 y UNE 23726). La opacidad y toxicidad de los productos emanados en la combustión no son valoradas ni en la norma de clasificación ni en los métodos de ensayo.

Clasificación después de ensayo:

- M0: No combustible
- M1: Combustible. No inflamable
- M2: Combustible. Moderadamente inflamable
- M3: Combustible. Medianamente inflamable
- M4: Combustible. Altamente inflamable

1. Resumen de las clasificaciones obtenidas por los materiales rígidos y los materiales flexibles de espesor superior a 5 mm					
Ensayos	Criterios de clasificación				
Ensayo por radiación (UNE 23721:1990)	s = 0	s < 0,2	s < 1	s < 1	s < 5
	h = 0	h < 1	h < 1	h < 1,5	h < 2,5
	c < 1	c < 1	c < 1	c < 1	c < 2,5
	i = 0	i cualquiera	i < 1	i cualquiera	i < 2
	M-1	M-2		M-3	
Ensayo de propagación de llama (UNE 23724:1990)	Materiales que no entran en las clases precedentes y con velocidad de propagación < 2 mm/s M4				

2. Resumen general de las clasificaciones obtenidas por los materiales rígidos y los materiales flexibles de espesor superior a 5 mm								
Ensayo por radiación				Velocidad de propagación		No combustibilidad		Clasificación
s	i	h	c	≤ 2 mm/s	> 2 mm/s	SI	NO	
0	0	0	< 1			X		M-0
0	0	0	< 1				X	M-1
< 0,20	Cualquiera	< 1	< 1					M-2
< 1	< 1	< 1	< 1					M-2
< 1	Cualquiera	< 1,5	< 1					M-3
< 5	< 2	< 2,5	< 2,5					M-3
≥ 5	o ≥ 2	o ≥ 2,5	o ≥ 2,5	X				M-4
≥ 5	o ≥ 2	o ≥ 2,5	o ≥ 2,5		X			No clasificable

Si el material presenta un comportamiento particular, véase la tabla 3. (Resumen de las clasificaciones obtenidas por los materiales que presentan un comportamiento particular.)

3. Resumen de las clasificaciones obtenidas por los materiales que presentan un comportamiento particular					
Ensayos	Criterios de clasificación				
Ensayos para materiales fusibles		No inflamación de la guata	No inflamación de la guata	Inflamación de la guata	Inflamación de la guata
Ensayo de propagación de la llama	No hay caída de gotas	Gotas no inflamadas	Gotas inflamadas	Gotas no inflamadas	Gotas inflamadas
No hay presencia de llama	M-1	M-1	-	M-4	M-4
Persistencia ≤ 5 s	M-2	M-2	M-3	M-4	M-4
Persistencia > 5 s	M-3	M-3	M-4	M-4	M-4

3.2.6. Otras normas de clasificación y ensayo de la reacción al fuego

El DB SI del CTE establece, tal como indica el apartado 3.4 de la presente ficha, unas normas de clasificación y ensayo específicas para textiles suspendidos (UNE-EN 13773), así como butacas y asientos fijos tapizados (UNE-EN 1021-1 y UNE-EN 1021-2).

3.3. Relación entre normas, ensayos y equipos

- **UNE-EN ISO 1182.** Ensayos de reacción al fuego de los productos de construcción. Ensayo de no combustibilidad.

Esta norma define un método de ensayo que permite determinar, en condiciones específicas, el comportamiento respecto a la no combustibilidad de los productos de construcción homogéneos y los componentes sustanciales de los productos de construcción heterogéneos.

Equipo de ensayo: Horno cilíndrico.

Según la UNE-EN ISO 1182 el horno cilíndrico está compuesto, básicamente, por un tubo refractario con base de alúmina, rodeado por una resistencia calentadora arrollada, y está encajado dentro de un receptáculo aislante. En la base del horno se debe colocar un estabilizador de circulación de aire de forma troncocónica y en la parte superior, un protector contra corrientes. El horno se tiene que montar sobre una plataforma y disponer de un porta probetas y de un dispositivo para introducir el porta probetas en el tubo del horno. Se deben instalar termopares para medir la temperatura del horno y de las paredes internas del horno. Las probetas tendrán forma cilíndrica y cada una tendrá un volumen de 76 cm³, un diámetro de 45 mm y una altura de 50 mm. Se ensayan cinco muestras.



Figura 1. Ensayo de no combustibilidad. Horno cilíndrico (Fuente: Applus)

- **UNE-EN ISO 1716.** Ensayos de reacción al fuego de los productos de construcción. Determinación del calor de combustión.

Esta norma especifica un método para la determinación del poder calorífico de productos de construcción a volumen constante en una bomba calorimétrica. Describe un método de ensayo para la medida del poder calorífico superior (PCS). El anexo A describe el cálculo neto del calor de combustión (PCI) cuando sea requerido.

Equipo de ensayo: Bomba calorimétrica.

En el ensayo, una muestra de masa especificada se quema bajo condiciones normalizadas, a volumen constante, en una atmósfera de oxígeno, en un calorímetro de bomba calibrado por combustión de ácido benzoico certificado. El calor de combustión determinado bajo estas condiciones se calcula sobre la base del incremento de temperatura observado, teniendo en cuenta la pérdida de calor y el calor latente de vaporización. Un producto será evaluado a través de cada uno de sus componentes, teniendo en cuenta las reglas en componentes no sustanciales. Si un producto no homogéneo no puede ser delaminado (producto cuando es posible separar un componente de otro, sin ninguna parte del otro componente adherida al componente que va a ser evaluado), sus componentes se obtendrán de forma separada. Se tomará una masa mínima de 50 gramos en un producto homogéneo y un componente sustancial de un producto no homogéneo. Se tomará una masa mínima de 10 gramos en componentes no sustanciales de un producto no homogéneo.



Figura 2. Determinación del calor de combustión. Bomba calorimétrica (Fuente: Applus)

- **UNE-EN ISO 9239-1.** Ensayo de reacción al fuego de los revestimientos de suelo. Parte 1: Determinación del comportamiento al fuego mediante una fuente de calor radiante.

Esta norma especifica un método para evaluar el comportamiento frente al fuego y propagación de la llama horizontal en la dirección contraria del viento de revestimientos de suelos expuestos a un gradiente de flujo de calor radiante en una cámara de ensayo, cuando se quema con una llama piloto. Este método se puede aplicar a todo tipo de suelos: moqueta, corcho, madera, caucho, recubrimientos de plástico y revestimientos. Los resultados obtenidos mediante este método reflejan el comportamiento del revestimiento de suelo, así como de cualquier sustrato utilizado. Cualquier modificación en el soporte, en el pegado al sustrato, o de la capa base o cualquier otro cambio podría afectar los resultados de ensayo.

Equipo de ensayo: Panel radiante para suelos

La muestra de ensayo se coloca en una posición horizontal por debajo de un panel de gas radiante inclinado 30° y que presenta un flujo de calor definido. En la extremidad más caliente de la muestra se aplica una llama piloto. Después de la ignición, cualquier frente de llama que se desarrolle es anotado, así mismo se ira registrando la progresión del frente de llama sobre toda la longitud de la muestra, en términos de tiempo de propagación sobre la distancia definida. El desarrollo del humo durante el ensayo se realiza midiendo la transmisión de luz en el cúmulo de gases.



Figura 3. Ensayo de revestimiento de suelos. Panel radiante para suelos (Fuente: Applus)

- **UNE-EN 13823.** Ensayos de reacción al fuego de productos de construcción. Productos de construcción excluyendo revestimientos de suelos expuestos al ataque térmico provocado por un único objeto ardiendo.

Ensayo que evalúa la contribución potencial de un producto al desarrollo de un fuego, bajo una situación de fuego que simula un único objeto ardiendo en una esquina de una habitación cerca de ese producto.

Equipo de ensayo: SBI (Single Burning Item)

Según la UNE-EN 13823 el SBI consistirá en un recinto de ensayo, un aparato de ensayo (carro, bastidor, quemador, campana, colector y conductos), el sistema de extracción de humo y el equipo de medidas generales (termopares, sonda bidireccional conectada a un transductor de presión, sonda de muestreo de gas conectada a una unidad de acondicionamiento de gases y a un analizador para O₂ y CO₂, sistema de medida de la atenuación de luz).

Una muestra de ensayo consiste en dos alas verticales (denominadas ala corta y ala larga) que forman un ángulo recto, y que quedan expuestas a un quemador situado en la parte inferior de la esquina (quemador principal o primario). Las llamas procedentes de este quemador se obtienen por combustión de gas propano, inyectado a través de un lecho de arena con un calor de salida de $(30,7 \pm 2,0)$ kW.

El espesor máximo de la muestra será de 200 mm y sus dimensiones deben ser en el ala corta de 495 mm x 1.500 mm y en el ala larga 1.000 mm x 1.500 mm.

El comportamiento de la muestra se evalúa durante un periodo de 20 minutos. Los parámetros de comportamiento son: emisión de calor, producción de humo, propagación lateral de llama y caída de partículas y gotas inflamadas. Un corto periodo anterior al encendido del quemador principal (a) se utiliza para cualificar el calor y el humo producido solo por el quemador, utilizando un quemador idéntico alejado de la muestra denominado quemador auxiliar (b).

Algunas medidas se toman automáticamente, otras se toman por medio de observación visual. El conducto de extracción está equipado con sensores para medir la temperatura, la atenuación de la luz, la fracción molar de O_2 y CO_2 y el caudal inducido por diferencia de presión en el conducto. Estas cantidades se registran automáticamente y se utilizan para calcular el caudal volumétrico, el desprendimiento de energía y el régimen de producción de humo. Las observaciones visuales se centran en la propagación lateral de la llama y la caída de partículas y gotas inflamadas.



Figura 4. Ensayo SBI (Fuente: Applus)

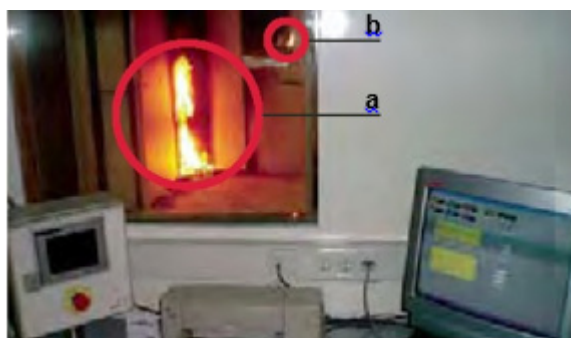


Figura 5. Ensayo SBI (Fuente: Applus)

- **UNE-EN ISO 11925-2.** Ensayos de reacción al fuego de productos de construcción. Inflamabilidad de los productos de construcción cuando se someten a la acción directa de llama. Parte 2. Ensayo con fuente de llama única.

Esta norma especifica un método de ensayo para la determinación de la inflamabilidad de los productos mediante la aplicación directa de llama pequeña, con radiación nula y utilizando muestras ensayadas en orientación vertical.

Equipo de ensayo: Pequeño quemador

El equipo de ensayo está formado por una cámara de combustión con hojas de acero inoxidable y puertas de cristales resistentes al calor para permitir el acceso y observación desde el frente y uno de los laterales. La cámara dispone de una fuente de ignición móvil y un soporte para las muestras. Las dimensiones de las muestras de ensayo deben ser de 250 mm de longitud por 90 mm de anchura.

La medición de la inflamabilidad se realiza midiendo la propagación de una pequeña llama en la superficie de una muestra vertical, siguiendo la aplicación de una pequeña llama (tamaño cerilla) sobre la superficie o el borde de una muestra durante 15 o 30 s.

La determinación de producción de gotas en llamas depende de si el filtro de papel colocado debajo de la muestra se incendia o no.



Figura 6. Ensayo con fuente de llama única. Pequeño quemador (Fuente: Applus)

- **Norma UNE 23721.** Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Ensayo por radiación aplicable a los materiales rígidos o similares (materiales de revestimiento) de cualquier espesor y a los materiales flexibles de espesor superior a 5 mm).

Según el comportamiento de cada material a este ensayo en cuanto a la velocidad de destrucción o si se produce goteo durante el mismo, se debe ampliar con la ejecución de los ensayos complementarios siguientes: UNE 23724, UNE 23725 y UNE 23726, para definir su clasificación definitiva.

- **Norma UNE 23723.** Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Ensayo del quemador eléctrico aplicable a los materiales flexibles de un espesor inferior o igual a 5 mm. Para materiales de espesores inferior o igual a 5 mm se aplica la norma UNE 23723 y si procede se amplía con los ensayos a las normas UNE 23724, UNE 23725 y UNE 23726.

3.4. La reacción al fuego en la normativa

3.4.1. DB SI del CTE – RD 314/2006

El **DB SI del CTE**, Documento Básico de Seguridad en caso de incendio, cuyo último articulado data de febrero de 2010 y que el Ministerio de Fomento actualiza cada 6 meses con comentarios, es un documento perteneciente al RD 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Apartado V. Condiciones de comportamiento ante el fuego de los productos de construcción y de los elementos constructivos.

Este DB establece las condiciones de reacción al fuego y de resistencia al fuego de los elementos constructivos conforme a las nuevas clasificaciones europeas establecidas mediante el RD 312/2005, de 18 de marzo, y a las normas de ensayo y clasificación que allí se indican (RD derogado y sustituido por el RD 842/2013).

No obstante, cuando las normas de ensayo y clasificación del elemento constructivo considerado según su resistencia al fuego no estén aún disponibles en el momento de realizar el ensayo, dicha clasificación se podrá seguir determinando y acreditando conforme a las anteriores normas UNE, hasta que tenga lugar dicha disponibilidad.

El Anejo G refleja, con carácter informativo, el conjunto de normas de clasificación, de ensayo y de producto más directamente relacionadas con la aplicación de este DB.

Apartado VI. Laboratorios de ensayo.

La clasificación, según las características de reacción al fuego o de resistencia al fuego, de los productos de construcción que aún no ostenten el marcado CE o los elementos constructivos, así como los ensayos necesarios para ello, deben realizarse por laboratorios acreditados por una entidad oficialmente reconocida conforme al Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, modificado por el Real Decreto 411/1997, de 21 de marzo.

En la fecha en la que los productos sin marcado CE se suministren a las obras, los certificados de ensayo y clasificación antes citados deberán tener una **antigüedad menor que 5 años** cuando se refieran a reacción al fuego y menor que 10 años cuando se refieran a resistencia al fuego.

El **mercado CE** de un producto mantiene su validez mientras este se mantenga en el mercado sin ser modificado, aunque su norma armonizada o las normas de ensayo o de clasificación de su comportamiento ante el fuego que le son de aplicación sean revisadas y adopten nuevas versiones (comentario del CTE).

Validez en España de ensayos hechos en otros estados de la Unión Europea

Un producto ensayado en otro estado de la UE, conforme a las mismas normas vigentes en España, por un laboratorio acreditado en dicho estado puede ser considerado por la Administración española conforme con las disposiciones del CTE. Para ello, la Dirección General competente emitiría, a petición expresa e individualizada, el correspondiente documento en el que se reconozca lo anterior. En el marco del CTE, dicha competencia corresponde a la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo del Ministerio de Fomento.

Antigüedad de los informes de ensayo y clasificación de productos

La antigüedad máxima que deben tener los informes de ensayo y de clasificación, tanto de reacción como de resistencia al fuego, es exigible en el momento en que los productos se suministran a las obras. No cabe deducir de lo anterior que un producto ya instalado deba renovar su validación a lo largo de su vida útil mediante ensayos actualizados. El plazo de validez, tanto de los informes de ensayo como de los de clasificación, cuenta a partir de la fecha de realización del ensayo correspondiente.

Cuando la reglamentación vigente determine la sustitución de una norma de ensayo o de clasificación por una nueva versión (la misma norma, pero con diferente fecha), dicha versión se debe aplicar a los productos que se ensayen o clasifiquen a partir de ese momento, pero no supone que los productos con informes de ensayo o de clasificación que conforme al DB SI no hayan agotado su tiempo de validez y que no hayan sido modificados deban volver a ser ensayados o clasificados conforme a la nueva versión.

Cuando la reglamentación vigente establezca que a un determinado tipo de producto se le debe aplicar otra norma diferente de ensayo o de clasificación, los productos ya ensayados o clasificados con la norma anterior se deben volver a ensayar o clasificar conforme a la nueva norma, en los plazos que la reglamentación establezca para ello.

Vigencia de los informes de extensión de la aplicación de los resultados de los ensayos (EXAP)

Los informes de extensión de la aplicación de los resultados de los ensayos (EXAP) deben basarse en la norma aplicable vigente (EN EXAP). Cuando esta no exista, deben basarse en su último proyecto disponible (prEN EXAP) y cuando este tampoco exista, en la experiencia del laboratorio, si bien, en este caso, su validez queda al margen del ámbito de aplicación del CTE.

Los informes EXAP basados en la experiencia de un laboratorio se deben anular cuando se disponga de un prEN EXAP. Los informes basados en un prEN EXAP se deben actualizar cuando se disponga de un proyecto posterior o bien de una norma EN EXAP.

Cuando se modifique una norma EN EXAP, los informes realizados conforme a ella se deben anular y revisar de acuerdo a la nueva norma, aunque los informes de ensayo en los que se base el informe EXAP estén en vigor.

Un informe EXAP pierde su vigencia cuando la pierda alguno de los informe de ensayo en los que se basa.

Los informes EXAP los deben elaborar laboratorios acreditados para la realización de ensayos por una entidad oficialmente reconocida.

A continuación se adjunta una tabla donde se analiza las exigencias de reacción al fuego del DB SI del CTE:

1.1. Reacción al fuego

Colección Fichas Seguridad Contra Incendios

Revisión: 0
Fecha: XX/XX/2016

DB	Artículo / Tabla	Descripción	Reacción al fuego exigida										
SI 1 Propagación interior	Art. 1 / Tabla 1.1	Los espacios destinados a público sentado en asientos fijos en cines, teatros, auditorios, salas para congresos, etc., así como los museos, los espacios para culto religioso y los recintos polideportivos, feriales y similares pueden constituir un sector de incendio de superficie construida mayor de 2.500 m ² siempre que, entre otros aspectos, los materiales de revestimiento sean:	B-s1,d0 en paredes y techos; y B_{FL}-s1 en suelos										
	Art. 3	Espacios ocultos. Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios: Se limita a tres plantas y a 10 m el desarrollo vertical de las cámaras no estancas en las que existan elementos cuya clase de reacción al fuego no sea:	B-s3,d2, B_L-s3,d2 o mejor										
	Art. 4.1 / Tabla 4.1	Los elementos constructivos y revestimientos (1) deben cumplir las condiciones de reacción al fuego que se establecen a continuación: - Zonas ocupables (4) - Pasillos y escaleras protegidos - Aparcamientos y recintos de riesgo especial (5) - 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	<table border="1"> <tr> <td>De techos y paredes (2) (3)</td> <td>De suelos (2)</td> </tr> <tr> <td>C-s2,d0</td> <td>E_{FL}</td> </tr> <tr> <td>B-s1,d0</td> <td>C_{FL}-s1</td> </tr> <tr> <td>B-s1,d0</td> <td>B_{FL}-s1</td> </tr> <tr> <td>B-s3,d0</td> <td>B_{FL}-s2 (6)</td> </tr> </table>	De techos y paredes (2) (3)	De suelos (2)	C-s2,d0	E _{FL}	B-s1,d0	C _{FL} -s1	B-s1,d0	B _{FL} -s1	B-s3,d0	B _{FL} -s2 (6)
	De techos y paredes (2) (3)	De suelos (2)											
	C-s2,d0	E _{FL}											
B-s1,d0	C _{FL} -s1												
B-s1,d0	B _{FL} -s1												
B-s3,d0	B _{FL} -s2 (6)												
Art. 4.3	Los elementos textiles de cubierta integrados en edificios, tales como carpas , serán:	Clase M2 conforme a UNE 23727											
Art. 4.4	En los edificios y establecimientos de uso pública concurrencia , los elementos decorativos y de mobiliario cumplirán las siguientes condiciones: a) Butacas y asientos fijos tapizados. Deberán pasar el ensayo según las normas: b) Elementos textiles suspendidos, como telones, cortinas, cortinajes, etc. serán:	UNE-EN 1021-1 y UNE-EN 1021-2 Clase 1 conforme norma UNE-EN 13773											
SI 2 Propagación exterior	Art. 1.4	Medianerías y fachadas: 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, 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, serán:	B-s3,d2 hasta una altura de 3,5 m como mínimo										
	Art. 2.3	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, serán:	B_{ROOF} (t1)										
SI 6 Resistencia estructura	Art. 4	Elementos estructurales secundarios: Las estructuras sustentantes de cerramientos formados por elementos textiles, tales como carpas, serán R 30, excepto cuando se disponga de certificado ensayo que acredite la perforación del elemento y sea:	M2 conforme a UNE 23727										

NOTAS de la tabla:

- (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 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 del SI 1 del CTE.
- (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.

*** 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.

**** Interrupción del desarrollo vertical de cámaras ventiladas de fachada**

Como alternativa a la exigencia de una clase de reacción al fuego B-s3,d2 para los materiales existentes en las cámaras ventiladas de fachadas de más de 18 m de altura, se puede admitir una clase C-s3,d2 para ellos si se cumple lo que se establece en el artículo SI 1-3.2 (tres plantas y 10 m, como máximo, de desarrollo vertical de la cámara) y lo que se indica en un comentario a este, es decir, si las barreras que interrumpen dicho desarrollo vertical son E30. A estos efectos se subraya que dicha interrupción solo precisa ser efectiva en situación de incendio, por lo que nada impide que las barreras sean intumescentes, de forma que en situación normal permitan que la cámara se mantenga ventilada.

3.4.2. RSCIEI - RD 2267/2004

RSCIEI, RD 2267/2004, del 03 de diciembre, Reglamento de Seguridad Contra Incendios y Establecimientos Industriales.

El artículo 3 del RSCIEI indica que las exigencias de comportamiento al fuego de los productos de construcción se definen determinando la clase que deben alcanzar, según la norma UNE-EN 13501-1 para aquellos materiales para los que exista norma armonizada y ya esté en vigor el mercado CE. Las condiciones de reacción al fuego aplicable a los elementos constructivos se justificarán:

- Mediante la clase que figura en cada caso, en primer lugar, conforme a la nueva clasificación europea.
- Mediante la clase que figura en segundo lugar entre paréntesis, conforme a la clasificación que establece la norma UNE-23727:1990.

La justificación de que un producto de construcción alcance la clase de reacción al fuego exigida se acreditará mediante ensayo de tipo o certificado de conformidad a normas UNE, emitidos por un organismo de control que cumpla los requisitos establecidos en el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre.

A continuación se adjunta una tabla donde se analizan las exigencias de reacción al fuego del RSCIEI:

Anexo	Artículo	Descripción	Reacción al fuego exigida
II	Art. 3.1	Los productos utilizados como revestimiento o acabado superficial deben ser: - En suelos - En paredes y techos - Los lucernarios que no sean continuos o instalaciones para eliminación de humo que se instalen en las cubiertas - Los materiales de los lucernarios continuos en cubierta - Los materiales de revestimiento exterior de fachadas	CFL-s1 (M2) o más favorable C-s3, d0 (M2) o más favorable D-s2, d0 (M3) o más favorable B-s1, d0 (M1) o más favorable C-s3, d0 (M2) o más favorables
	Art. 3.2	Productos incluidos en paredes y cerramientos: Cuando un producto que constituya una capa contenida en un suelo, pared o techo sea de una clase más desfavorable que la exigida al revestimiento correspondiente, según el apartado 3.1, la capa y su revestimiento, en su conjunto, serán EI 30 (RF-30), como mínimo. Este requisito no será exigible cuando se trate de productos utilizados en sectores industriales clasificados según el anexo I como de riesgo intrínseco bajo, ubicados en edificios de tipo B o de tipo C para los que será suficiente paredes o cerramientos clasificados:	D-s3,d0 (M3) o más favorable
II	Art. 3.3	Los productos situados en el interior de falsos techos o suelos elevados , tanto los utilizados para aislamiento térmico y para acondicionamiento acústico como los que constituyan o revistan conductos de aire acondicionado o de ventilación, etc., deben ser: Los cables deberán ser:	C-s3 d0 (M1) o más favorable No propagadores de incendio y con emisión de humo y opacidad reducida.
	Art. 3.5	Los productos de construcción pétreos, cerámicos y metálicos , así como los vidrios, morteros, hormigones o yesos, se considerarán:	A1 (M0)
	Art. 6	Nota 1 de la tabla de recorridos máximos de evacuación en función del número de salidas y riesgo intrínseco: Para actividades de producción o almacenamiento clasificadas como riesgo bajo nivel 1, podrá aumentarse la distancia máxima de recorridos de evacuación hasta 100 m, si se justifica que los materiales implicados y los productos de construcción, incluidos los revestimientos, son:	Clase A
	Art. 8.1	Sistema de almacenaje en estanterías metálicas. Requisitos: Los materiales de bastidores, largueros, paneles metálicos, cerchas, vigas, pisos metálicos y otros elementos y accesorios metálicos que componen el sistema deben ser de acero de la clase: Los revestimientos pintados con espesores inferiores a 100 µm deben ser de la clase: Los revestimientos zincados con espesores inferiores a 100 µm deben ser de la clase:	A1 (M0) Bs3d0 (M1) Bs3d0 (M1)

3.4.3. ORCPI/08 BCN

Ordenanza Reguladora de las Condiciones de Protección Contra Incendios de Barcelona - ORCPI/08, BOPB del 5 de abril de 2008.

A continuación se adjunta una tabla donde se analizan las exigencias de reacción al fuego de la ORCPI/08:

Anexo	Artículo	Descripción	Reacción al fuego exigida
I CTE	Art. 3	Los materiales de revestimiento exterior de fachadas, medianeras y superficies interiores de las cámaras ventiladas que puedan tener las fachadas ventiladas deben ser de clase de reacción al fuego: Los elementos separadores fijos que delimiten recorridos de evacuación generales de los locales o establecimientos deben cumplir, por lo que respecta a la reacción al fuego:	B-s3,d0 o más favorable El CTE SI en cuanto a los materiales de decoración y revestimiento.
II RSCIEI	Art. 5	Los materiales de revestimiento exterior de fachadas y medianeras deben ser de clase de reacción al fuego:	B-s3d0 o más favorable

3.4.4. REBT

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT).

A continuación se adjunta una tabla donde se analizan las exigencias de reacción al fuego del REBT:

Anexo	Artículo	Descripción	Reacción al fuego exigida
ITC-BT-14	Art. 3	Línea general de alimentación Los cables serán:	No propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21123 parte 4 o 5 cumplen con esta prescripción.
ITC-BT-15	Art. 3	Derivaciones individuales Los cables serán:	No propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21123 parte 4 o 5; o a la norma UNE 211002 (según la tensión asignada del cable), cumplen con esta prescripción.

Anexo	Artículo	Descripción	Reacción al fuego exigida
ITC-BT-16	Art. 1	Instalaciones de enlace. Contadores Los cables serán:	No propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a la norma UNE 21027-9 (mezclas termoestables) o a la norma UNE 211002 (mezclas termoplásticas) cumplen con esta prescripción.
	Art. 2.2.1	Instalaciones de enlace. Contadores El local estará construido con...	Paredes de clase M0 y suelos de clase M1 .
ITC-BT-28	Art. 4	Instalaciones en locales de pública concurrencia Los cables eléctricos a utilizar en las instalaciones de tipo general y en el conexionado interior de cuadros eléctricos en este tipo de locales, serán:	No propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21123 parte 4 o 5; o a la norma UNE 211002 (según la tensión asignada del cable), cumplen con esta prescripción.
ITC-BT-29	Art. 9.2	Requisitos de los cables en instalaciones fijas Los cables a utilizar en las instalaciones fijas deben cumplir, respecto a la reacción al fuego:	Lo indicado en la norma UNE 20432-3 (anulada por UNE-EN 60332-3-10) *

* Las diversas modificaciones y correcciones del REBT no han incluido la actualización de la norma de ensayo UNE 20432-3, inicialmente sustituida por la norma UNE-EN 50266-1 y finalmente por la norma UNE-EN 60332-3-10.

3.5. El mercado CE

El mercado CE de un producto de construcción es obligatorio de acuerdo con el **Reglamento de Productos de Construcción (UE) 305/2011**, una vez publicada la norma armonizada en el DOUE/BOE y superado el período de coexistencia en su aplicación.

En el listado de normas armonizadas del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MYTIC), según Resolución de 23 de noviembre de 2015 (BOE, 7 de diciembre de 2015), aparecen entre otros, los siguientes productos con normas armonizadas aprobadas que incluyen requisitos de reacción al fuego.

Productos para los que es obligatorio el mercado CE:

- Placas de yeso, yeso laminado y adhesivos a base de yeso para paneles de yeso.
- Yeso y productos a base de yeso para la construcción.
- Vidrio para la edificación.
- Suelos de madera.
- Recubrimientos de suelo resilientes, textiles y laminados.
- Revestimientos superficiales, revestimientos decorativos para paredes y revestimientos en forma de rollos y paneles.
- Laminados decorativos de alta presión (láminas basadas en resinas termoestables, normalmente denominadas laminados).
- Piezas para fábrica y morteros de albañilería.
- Productos aislantes térmicos para equipos de edificación e instalaciones industriales. Productos

manufacturados de lana mineral (MW), espuma elastomérica flexible (FEF), vidrio celular (CG), silicato cálcico (CS), poliestireno extruido (XPS), espuma rígida de poliuretano (PUR), espuma de poliisocianurato (PIR), poliestireno expandido (EPS), espuma de polietileno (PEF), espuma fenólica (PF), perlita expandida (EP) y vermiculita exfoliada (EV).

- Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación proyectados in situ, de espuma rígida de poliuretano (PUR), espuma de poliisocianurato (PIR), perlita expandida (PE) y vermiculita exfoliada (EV).
- Plásticos. Perfiles de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) para aplicaciones en edificación.
- Productos prefabricados de hormigón.
- Láminas flexibles para impermeabilización.
- Baldosas de terrazo
- Pavimentos de hormigón.
- Paneles de fachada prefabricados con placas de yeso laminado con núcleo celular de cartón.
- Paneles compuestos de cartón yeso aislantes térmico/acústicos.
- Material de juntas para placas de yeso laminado.
- Techos suspendidos.
- Productos para sellado de juntas.
- Perfilería metálica para particiones, muros y techos en placas de yeso laminado.
- Cemento.
- Madera estructural.
- Placas de escayola para techos suspendidos.
- Adhesivos a base de yeso para aislamiento térmico/acústico de paneles de composite y placas de yeso.
- Paneles sándwich aislantes autoportantes de doble cara metálica.
- Techos tensados.
- Superficies para áreas deportivas (suelos multideportivos de interior).
- Cubiertas para tejados. Lucernarios continuos de plástico con o sin zócalo.
- Placas rígidas inferiores para tejados y cubiertas de colocación discontinua.
- Chimeneas.
- Aluminio y aleaciones de aluminio.
- Placas de yeso laminado reforzadas con fibras.
- Geotextiles y productos relacionados (pavimentos y cubiertas asfálticas).
- Especificaciones para revocos exteriores y enlucidos interiores basados en ligantes orgánicos.
- Placas de plástico translúcidas perfiladas de una sola capa para cubiertas interiores y exteriores, paredes y techos.
- Chimeneas. Conductos de humo de arcilla o cerámicos.
- Baldosas cerámicas.
- Sellantes para uso no estructural en juntas de edificios y zonas peatonales.

Productos para los que el mercado CE es temporalmente voluntario:

- Tableros derivados de la madera para su utilización en la construcción.
- Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación, manufacturados de lana mineral (MW), poliestireno expandido (EPS), poliestireno extruido (XPS), espuma rígida de poliuretano (PUR), espuma fenólica (PF), vidrio celular (CG), lana de madera (WW), perlita expandida (EPB), corcho expandido (ICB), fibra de madera (WF) y de espuma de polietileno (PEF).
- Placas translúcidas planas de varias capas de policarbonato (PC) para cubiertas interiores y exteriores, paredes y techos.

3.6. Equivalencia entre clasificaciones de reacción al fuego

A continuación se adjunta una tabla de equivalencias de reacción al fuego entre la clasificación actual de acuerdo a la UNE EN 13501 y la clasificación anterior de acuerdo a la norma UNE 23727.

La tabla se muestra a título orientativo, atendiendo que la normativa genérica de aplicación actual (RD 842/2013) no incorpora tablas de equivalencias.

Propuesta de equivalencia entre las clasificaciones de reacción al fuego						
Clasificación según UNE 23727	Clasificación según UNE EN 13501 y RD 842/2013					
		Productos de construcción excluidos revestimientos de suelos			Revestimientos de suelos	
M-0	Equivalencia	A1 A2-s1,d0			A1 _{FL} A2 _{FL} -s1	
M-1	Equivalencia	A2-s2,d0 A2-s3,d0 B-s1,d0 B-s2,d0 B-s3,d0	A2-s1,d1 A2-s2,d1 A2-s3,d1 B-s1,d1 B-s2,d1	A2-s1,d2 A2-s2,d2 A2-s3,d2 B-s1,d2 B-s2,d2	B _{FL} -s1	A2 _{FL} -s2 B _{FL} -s2
M-2	Equivalencia	C-s1,d0 C-s1,d0 C-s3,d0	B-s3,d1 C-s1,d1 C-s2,d1	B-s3,d2 C-s1,d2 C-s2,d2	C _{FL} -s1	C _{FL} -s2
M-3	Equivalencia	D-s1,d0 D-s2,d0 D-s3,d0 B-s2,d0 B-s3,d0	C-s3,d1 D-s1,d1 D-s2,d1 B-s2,d1	C-s3,d2 D-s1,d2 D-s2,d2 B-s2,d2	D _{FL} -s1	D _{FL} -s2
M-4	Equivalencia	E E-d2 F	D-s3,d1	D-s3,d1	E _{FL} F _{FL}	

4. Mantenimiento e instalación

4.1. Condición final de uso

El diseño, fabricación y montaje de los productos de construcción debería realizarse según su condición final de uso.

La misión de los ensayos de reacción al fuego consiste en evaluar el comportamiento de un material o producto en unas condiciones determinadas que intenten reproducir un incendio real en la medida de lo posible con las limitaciones conocidas que ello representa, ya que los incendios son imposibles de reproducir al 100 % al influir en ellos un gran número de factores.

No obstante, los ensayos son una herramienta muy eficaz para realizar una aproximación sobre el posible comportamiento frente al fuego de los productos en caso de incendio. Estos serán mucho

más eficaces si los productos se ensayan en la condición final de uso prevista, ya que de lo contrario la información conseguida carece de valor. La norma de clasificación UNE-EN 13501-1+A1 recomienda ensayar los productos en condición final de uso en la medida que sea posible.

Habría que recordar que en la realidad, y de acuerdo con la reglamentación vigente, deben existir otras medidas de protección en caso de incendio (activa y pasiva), las cuales no se tienen en cuenta en los ensayos de reacción al fuego. La seguridad contra incendios no debe basarse únicamente en un factor, como pueden ser los ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción, sino que constituye la suma de diferentes medidas de protección que bien pueden resumirse en un enfoque holístico.

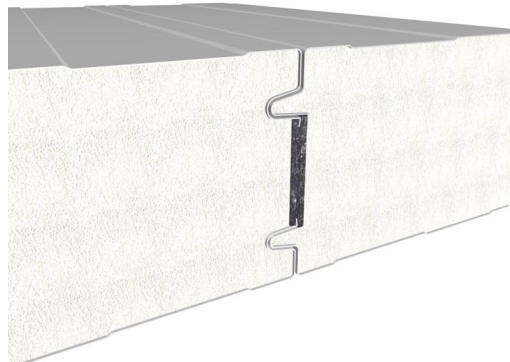


Figura 7. Diseño de un panel sándwich, juntas y anclajes según condición final de uso (Fuente: IPUR)

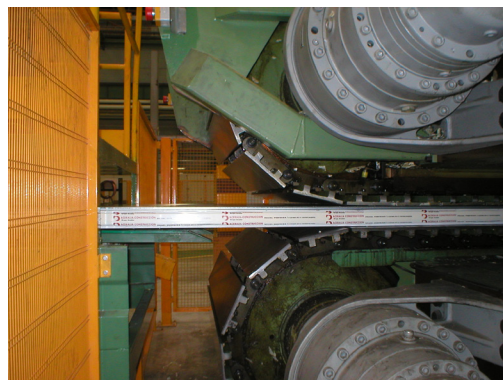


Figura 8. Fabricación de paneles sándwich (Fuente: IPUR)



Figura 9. Panel sándwich fabricado. Detalle de juntas (Fuente: IPUR)

4.2. Instalación: aplicación, montaje y fijación

La aplicación, montaje y fijación de los productos de construcción es un aspecto fundamental para determinar el comportamiento frente al fuego de un producto en caso de incendio.

Los ensayos se realizan para adquirir información sobre el comportamiento de un producto en un incendio real. Por tanto, la aplicación, el sistema de montaje y la fijación en la obra debe ser la misma que la realizada en el ensayo, de lo contrario la evaluación previa resultaría ineficaz. Dicha etapa debe considerarse clave en la seguridad en caso de incendio.

Los actores involucrados en este proceso deben conocer perfectamente cómo se ha llevado a cabo la evaluación del producto, y deben disponer de los informes técnicos de ensayo y de los informes de clasificación. De esta manera se pueden evitar interpretaciones inadecuadas que provoquen aplicaciones, montajes o fijaciones incorrectas.



Figura 10. Montaje de paneles sándwich (Fuente: IPUR)



Figura 11. Montaje de paneles sándwich (Fuente: IPUR)



Figura 12. Montaje y fijación de paneles sándwich (Fuente: IPUR)

4.3. Mantenimiento

No existe una normativa de obligado cumplimiento que obligue a realizar mantenimientos periódicos a los materiales, productos o sistemas que conforman el bloque de seguridad pasiva contra incendios.

No obstante, se recomienda realizar por parte del propietario del edificio o titular de la actividad, las siguientes acciones de mantenimiento periódico con frecuencia semestral:

- Inspección visual comprobando estado del material.
- Comprobación por inspección de todos los componentes y del conjunto.
- Comprobación del uso correcto del material:
 - Situación: instalado en suelo, pared, techo, etc.
 - Tipo de instalación: componentes de anclaje, fijaciones, soportes, etc.
 - Posibles alteraciones respecto a la instalación original: revestimientos aplicados sobre el material de origen (pinturas, barnices y otros), paso de instalaciones a través del material (conducciones, cableado y otros), etc.

5. Caso práctico: paneles sándwich de poliuretano

5.1. Introducción

El objetivo de esta caso práctico es mostrar a través de una sencilla tipología constructiva, los aspectos más importantes que han de tener cuenta los diferentes agentes en relación con el proyecto, instalación y mantenimiento de los paneles sándwich metálicos con núcleo aislante de poliuretano (PU) en el ámbito industrial, mediante el cumplimiento del RD 2267/2004 Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos Industriales (RSCIEI) y el Código Técnico de la Edificación (CTE) en su apartado de seguridad en caso de incendio (DB-SI).

5.2. Definición

El caso práctico que se presenta a continuación consiste en una nave industrial dedicada a la fabricación de alimentos precocinados y su posterior almacenamiento a temperaturas inferiores a cero para su conservación. Además, la nave industrial presentará una zona de oficinas para uso administrativo. La nave industrial ha sido realizada completamente proyectada y construida con paneles sándwich metálicos con núcleo aislante de poliuretano (PU).

Dentro del término (PU) se incluye tanto el poliuretano (PUR) como el poliisocianurato (PIR).

5.3. Ubicación

La nave industrial se encuentra localizada en una parcela dentro de un polígono industrial y consta de un único edificio exento que ocupa una sola planta sobre rasante en la zona de producción y almacenamiento, así como planta baja y planta piso en la zona de oficinas.

La nave tiene una longitud de 112,5 m, una anchura de 40 m y una altura libre de 8 m. La superficie total de nave industrial es de 5.000 m². Todas las fachadas de la nave son accesibles a los servicios de extinción de incendios.

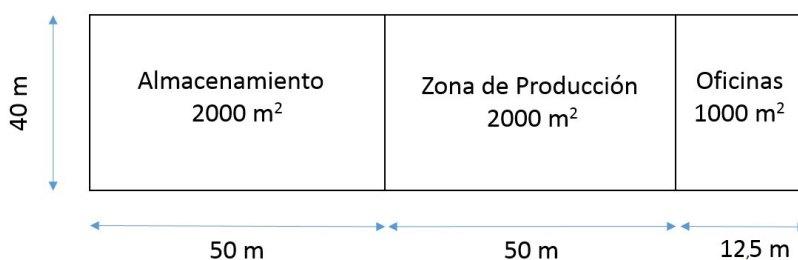


Figura 13. Nave industrial objeto de estudio

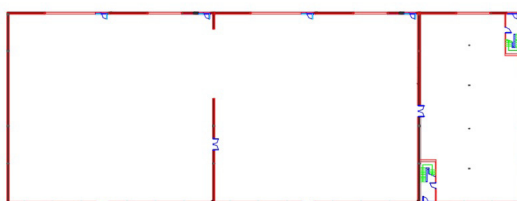


Figura 14. Croquis de planta de la nave industrial objeto de estudio



Figura 15. Croquis de sección de la nave industrial objeto de estudio

La parcela de la nave industrial se encuentra rodeada por una acera de 3 m de anchura y un vial de 20 m formado por 2 carriles por sentido una mediana entre ellos.

5.4. Caracterización de la actividad

Los establecimientos industriales se caracterizan en base a:

- Configuración y ubicación en relación con su entorno.
- Su nivel de riesgo intrínseco.

Por lo dispuesto en el anexo I del RSCIEI, la nave industrial considerada en este caso práctico en relación con su configuración y ubicación será considerada TIPO C, dado que el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, y que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos.

5.5. Sectores de incendio

En la nave industrial se desarrollaran principalmente las actividades de almacenamiento, fabricación y tareas administrativas las cuales constituirán un único sector total que a su vez, se dividirá en 3 sectores interiores de incendio.

- Sector 1: Zona de almacenamiento (2.000 m²)
- Sector 2: Zona de producción de alimentos precocinados (2.000 m²)
- Sector 3: Zona de oficinas (1.000 m²)

5.6. Legislación aplicable a los sectores de incendio.

Para los sectores 1 y 2 será de aplicación el RSCIEI.

Para el sector 3 será de aplicación el Documento Básico de Seguridad en caso de incendio del Código Técnico de la Edificación (CTE DB SI) de acuerdo con el artículo 3.2 del RSCIEI «compatibilidad reglamentaria», al disponer de una zona administrativa de superficie construida superior a 250 m² (en este caso 1.000 m²).

5.7. Cálculo del nivel de riesgo intrínseco y superficie máxima de sector

En el caso de estudio, las fachadas y las divisiones interiores de la nave industrial están construidas con paneles sándwich metálicos con alma de poliuretano (PU). Por tanto, para realizar el cálculo del nivel de riesgo intrínseco de cada recinto se deberá tener en cuenta la carga de fuego del continente y contenido.

En tabla 1.2 del RSCIEI, se muestra una relación de las cargas de fuego tanto para actividades de almacenamiento como de producción, así como el riesgo de activación de cada una de ellas. El nivel de riesgo intrínseco de cada uno de los sectores puede calcularse a través de dicha tabla o mediante el cálculo por masas según poder calorífico de los materiales (tabla 1.4 del RSCIEI).

En el caso de los paneles sándwich metálicos con alma de poliuretano, el potencial calorífico se podría calcular siguiendo la norma de ensayo UNE-EN ISO 1716 «Ensayos de reacción al fuego de productos. Determinación del calor bruto de combustión (valor calorífico)».

La tabla 1.4 del RSCIEI proporciona un valor para el poliuretano de 25,1 MJ/kg. Para el cálculo del potencial calorífico del panel completo, se debe tener en cuenta además del potencial calorífico del poliuretano, su densidad, su espesor, y el del revestimiento de la chapa metálica.

En líneas generales, se puede afirmar que la aportación de los paneles sándwich metálicos con alma de poliuretano a la densidad de carga de fuego total de un recinto será muy reducida comparada con la carga de fuego contenida en las zonas de almacenamiento y en las zonas de producción.

Para este caso, se hace la siguiente hipótesis de cálculo: Los **sectores 1 y 2** presentan una carga de fuego ponderada y corregida entre 1.700 y 3.400 MJ/m². Esta hipótesis conduce a un nivel de **riesgo intrínseco MEDIO 5** para cada uno de los sectores considerados (tabla 1.3 del anexo I).

Finalmente y tras calcular el nivel de riesgo intrínseco de los sectores 1 y 2 y acudiendo a la tabla 2.1 del anexo II, se observa que la máxima superficie construida para cada sector es de 3.500 m². Por tanto, las superficies de los sectores 1 y 2 están permitidas por el RSCIEI.

5.8. Exigencias de reacción al fuego

Seguidamente se muestran las exigencias relativas a los paneles sándwich, recogidas en las legislaciones que aplican a cada sector de incendio.

- **RSCIEI.** Los paneles sándwich instalados en los sectores de incendio 1 y 2 deberán presentar una clase:
 - **C-s3,d0** o mejor en paredes y techos, y
 - **C-s3,d0** o mejor en fachadas (**B-s3,d0** o mejor si se ubica en Barcelona).
- **CTE DB SI.** Los paneles sándwich instalados en el sector 3 deberán presentar una clase:
 - **C-s2,d0** o mejor, en zonas ocupables,
 - **B-s1,d0** o mejor en las escaleras protegidas, y
 - **B-s3,d2** o mejor en fachadas (**B-s3,d0** o mejor si se ubica en Barcelona).

Los paneles sándwich metálicos con alma de poliuretano disponen de una norma europea armonizada, la **UNE-EN 14509:2014**. Esta norma de producto recoge las condiciones necesarias para la obtención del marcado CE de los paneles sándwich aislantes autoportantes de doble cara metálica. Esta versión de la norma sustituye a la versión del 2006 y es obligatoria desde el 8 de agosto del 2015.

El comportamiento de reacción al fuego de los estos será determinado por la norma **UNE-EN 13501-1+A1**.

Es importante destacar que la norma para el mercado CE no impone requisitos reglamentarios, sino que están recogidos en la legislación vigente en cada país (en España el RSCIEI y el DB SI del CTE). Es decir, el mercado CE de los paneles sándwich permite la comercialización en Europa, pero para poder ser instalados deben cumplir los requerimientos de la legislación aplicable correspondiente en cada país.

5.9. Diseño basado en condición final de uso

La norma de fijación y montaje de los productos aislantes (UNE-EN 15715) obliga a ensayar en primer lugar el producto tal y como se comercializa, pero de manera voluntaria recoge la posibilidad de ensayar en condición final de uso para extender los resultados de ensayo mediante montajes normalizados que simulan diferentes aplicaciones finales de uso.

En el caso de los paneles sándwich incluidos dentro del campo de aplicación de la norma UNE-EN 14509:2014, especifica un método de montaje para el ensayo del SBI (UNE-EN 13823) que simula la condición final de uso. Una vez finalizado el ensayo, se pueden extender los resultados a otras condiciones finales de uso más favorables. Estas extensiones incluyen parámetros como el espesor del material aislante y la chapa, la densidad del núcleo aislante, la geometría de las caras metálicas, la cantidad y el tipo de adhesivo, en el caso de paneles sándwich con lana mineral, e incluso el tipo de junta.

Las juntas y las fijaciones son aspectos fundamentales en el diseño de los paneles sándwich de cara a su comportamiento frente al fuego. Además de condicionar la eficiencia del panel en lo referente al aislamiento térmico, puesto que son los puntos más sensibles a las pérdidas, son los elementos que junto con el mismo panel determinan la estabilidad del cerramiento.

Las características individuales de los componentes del panel, el proceso de fabricación que da lugar al producto y, el montaje, definen el sistema y sus prestaciones. Así mismo el instalador debe tener presente con qué elementos se ensaya y se certifica una determinada clasificación, así como el campo de aplicación de esta, puesto que el comportamiento puede variar sensiblemente según el tratamiento de juntas, elementos de fijación y condiciones de montaje.

El tipo de junta longitudinal y las fijaciones condicionan el tiempo que tardará el panel sándwich en perder su estabilidad. Por ello los ensayos de reacción y resistencia al fuego incorporan estas juntas en las muestras de ensayo.

A continuación se muestra las posibles clasificaciones del panel sándwich de poliuretano y factores de influencia:

Posible clasificación	Factores de influencia
B C D E F s1 s2 s3	<ul style="list-style-type: none"> - Espesor y calidad del acero y sus recubrimientos - Tipo de espuma aislante de poliuretano rígido - Diseño de la junta entre paneles - Procedimiento de fijación y montaje de los paneles
d0	El panel de poliuretano no produce caída de partículas inflamadas

Por tanto, no se puede inferir directamente la euroclase de un panel solamente a partir del tipo de espuma. No obstante, son usuales clasificaciones de paneles sándwich con espuma de poliuretano entre **C-s3,d0** y **B-s1,d0**.

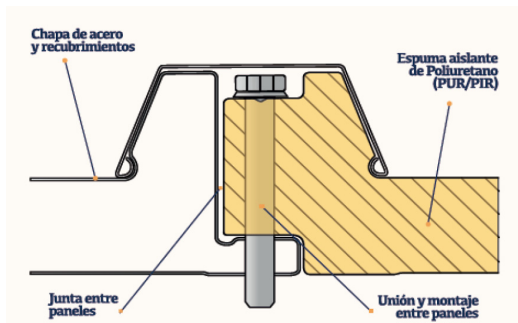


Figura 16. Detalle de un panel sándwich: chapas de acero, recubrimientos, espuma aislante, juntas y anclajes (Fuente: IPUR)

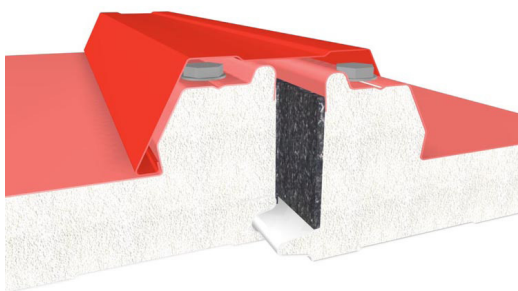


Figura 17. Diseño de un panel sándwich, juntas y anclajes según condición final de uso (Fuente: IPUR)

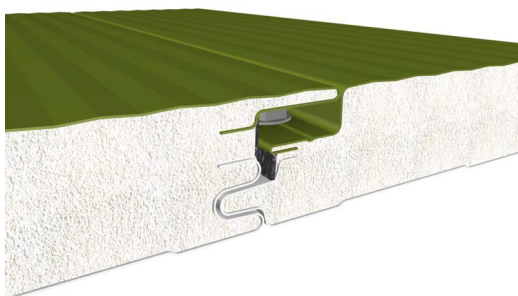


Figura 18. Diseño de un panel sándwich, juntas y anclajes según condición final de uso (Fuente: IPUR)

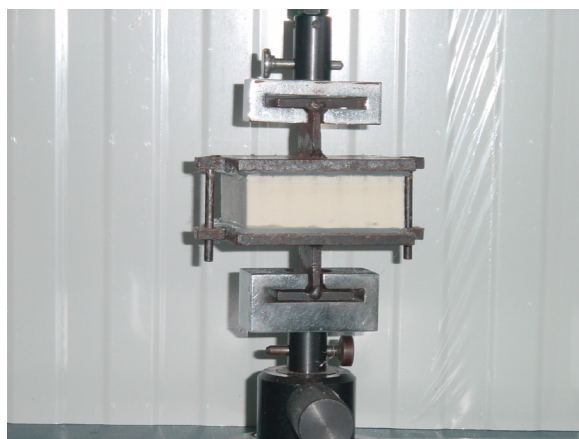


Figura 19. Control de calidad de fabricación de paneles sándwich. Prueba de tracción (Fuente: IPUR)

5.10. Ensayos de reacción al fuego

Para cumplir con las exigencias anteriores, los paneles sándwich deben clasificarse conforme a la norma **UNE-EN 13501-1+A1**.

Dentro de esta norma, se recogen los criterios para alcanzar las clasificaciones requeridas. Definido el tipo de producto y las clasificaciones requeridas, los ensayos que deben practicarse para cumplir con los requisitos de la legislación son los siguientes:

- **UNE-EN ISO 11925-2**. Conocido como ensayo del «pequeño quemador».

La medición de la inflamabilidad se realiza midiendo la propagación de la llama durante 30 s.

Para este ensayo, la norma para el mercado CE **UNE-EN 14509** ofrece dos posibilidades de ensayo.

- Procedimiento estándar, la llama se aplica en la superficie del panel sándwich y en el borde del panel sándwich directamente sobre el poliuretano sin ningún tipo de protección.
- Paneles con caras cerradas, en el caso de los paneles sean diseñados y fabricados quedando el núcleo completamente protegido por caras metálicas, la aplicación de la llama solamente se aplicaría sobre la superficie del panel.
- **UNE-EN 13823**. Conocido por sus siglas en inglés (SBI o Single Burning Item).

La muestra de ensayo está formada por paneles sándwich que se unen mediante dos alas verticales formando un ángulo recto y quedando expuestas al quemador principal.

El panel sándwich se instala según el método de montaje y fijación indicado en la norma de producto UNE-EN 14509:2014, respetando condiciones de espesor de panel, juntas, situación de tornillos o remaches, placa de fijación y remate de ángulo exterior.

El comportamiento del panel sándwich se evalúa durante un periodo de 20 min. Los parámetros que se tienen en cuenta son: THR, FIGRA, TSP y SMOGRA.

Además, se toman observaciones visuales para la evaluación de la propagación lateral de la llama y la caída de gotas inflamadas.



Figura 20. Ejemplo de carbonización de la capa superficial de un panel (Fuente: IPUR)

5.11. Clasificación y aplicación de los resultados de ensayo

Una vez que los paneles sándwich son ensayados y clasificados según la norma **UNE-EN 13501-1+A1**, la clasificación proporcionada tiene un campo de aplicación concreto el cual viene indicado en el informe de clasificación y debe ser tenido en cuenta a la hora de diseñar e instalar un panel sándwich.

En el caso particular de los paneles sándwich con núcleo de poliuretano, la norma de producto **UNE-EN 14509:2014** indica el campo de aplicación de resultados de ensayo, así como el método de montaje y fijación que debe realizarse a dichos paneles. Si en el proceso de instalación de un panel sándwich, no se respetan las condiciones reflejadas en el correspondiente informe de clasificación, el panel se comportará de manera diferente a como se ha comportado durante el ensayo.

El campo de aplicación de los resultados no siempre será el mismo ya que estará en función del tipo de muestra ensayada, dependiendo de factores como el espesor del material aislante, el espesor de la chapa metálica, el tipo de junta, los lacados, el perfilado, los tipos de uniones o remaches, etc. Por lo tanto, y partiendo de esta información, es imprescindible acudir al informe de clasificación para comprobar el campo de aplicación de la clasificación obtenida. Este procedimiento contribuye al cumplimiento de los requisitos mínimos tanto a los responsables del proyecto como a los instaladores.

Además del informe de clasificación, es posible disponer del informe técnico de ensayo. En este tipo de documento aparecen los detalles de las muestras ensayadas, así como los resultados obtenidos de cada una de estas. Por ello, son una herramienta muy clarificadora a la hora de saber el comportamiento de un panel en un ensayo de reacción al fuego.

A modo de conclusión, la caracterización del comportamiento al fuego no solo de los paneles sándwich, sino de cualquier producto de construcción, depende en gran medida de las condiciones de montaje y fijación en las que haya sido ensayado.

5.12. Instalación y montaje en obra

La instalación de los paneles sándwich de poliuretano debe ser realizada teniendo en cuenta la información contenida en la documentación del fabricante, especialmente la información contenida en el informe técnico y en el informe de clasificación del panel o de la gama de paneles, ya que las condiciones de montaje y fijación, y el tipo de junta juegan un papel crucial en la evaluación del producto, que luego debe tener su continuidad en el proceso de instalación y montaje del producto en la obra.

En el caso de los paneles sándwich de poliuretano, los responsables del proyecto encontrarán en estos informes unas claras directrices de cómo diseñar uniones entre paneles y cuáles son los productos que quedan cubiertos por una determinada clasificación de fuego, etc.

La información facilitada por el fabricante de los paneles sándwich de poliuretano al resto de agentes debe estar en consonancia con los correspondientes informes emitidos por el laboratorio encargado de los ensayos y en el caso de que cierta información no se encuentre en los informes de ensayo, como los puntos singulares (cumbreras, coronaciones, canalones, etc.), se debe acudir siempre al asesoramiento profesional del fabricante, ya que proporcionará soluciones adecuadas para mantener el panel en perfecto estado.

En el caso de realizar trabajos en caliente sobre los paneles sándwich y para evitar puntos débiles en caso de incendio, debería consultarse al fabricante para conseguir un asesoramiento especializado y poder adoptar la mejor solución para mantener las funciones del panel intactas.

- **Juntas y anclajes:**

En el caso de juntas transversales o solapes, su ejecución tiene lugar en obra y puede realizarse con o sin remates que aseguren la funcionalidad de la solución. En cualquier caso se recomienda que la espuma del núcleo del panel quede siempre protegida por un perfil metálico.

En cuanto a las fijaciones, se recomienda, cuando sea posible, que atraviesen las dos caras metálicas para que el conjunto tenga una mayor estabilidad en caso de incendio y evitar el desprendimiento de los paramentos.

En cuanto al número y ubicación, deberán respetarse las indicaciones del fabricante que, si procede, debe al mismo tiempo ajustarse al campo de aplicación del resultado del ensayo. Normalmente la cara interior de los paneles para aplicaciones exteriores presenta más fijaciones. Cuanto mayor sea el número de fijaciones, menor será el riesgo de deslaminación y la contribución a la propagación interior se verá reducida.

La junta es considerada como un punto débil en el caso que se produzca un incendio y su efectividad puede ser evaluada en los ensayos de fuego. Por ello es un aspecto clave a la hora de preparar los ensayos de clasificación.

- **Uniones y puntos de encuentro típicos:**

Además de las juntas longitudinales hay que tener en cuenta la ejecución en obra de los puntos singulares como son los encuentros techo-pared, pared-pared, solapes, puertas y ventanas, perforaciones, etc.

Estas soluciones no suelen estar incluidas en los ensayos, pero es importante que el conjunto mantenga una coherencia respecto a la seguridad.

Si un proyecto prevé la instalación de un panel con un óptimo comportamiento al fuego, debe mantener el criterio de exigencia tanto para el resto de las instalaciones (tuberías, servicios, puertas, etc.) como para las espumas y sellantes que puedan emplearse in situ durante la instalación para sellar los encuentros.

Este es otro aspecto clave, ya que si la unión es inapropiada, el alma del panel puede quedar expuesta, con el consiguiente riesgo que esto conlleva.

Además, las fijaciones mecánicas no pueden realizarse en cualquier posición, ya que podría afectar la integridad del panel en caso de incendio. Por tanto es recomendable realizar este tipo de trabajos en colaboración con el fabricante.



Figura 21 Instalación de paneles sándwich en posición horizontal (Fuente: IPUR)



Figura 22. Instalación de paneles sándwich en posición vertical (Fuente: IPUR)

5.13. Mantenimiento

Los paneles sándwich de poliuretano no son ajenos al mantenimiento como necesidad fundamental. En caso de incendio, para limitar la afectación de los paneles y del recinto donde están instalados, es fundamental que se respete al máximo la estructura del panel y se evite realizar, sin control o supervisión:

- Perforaciones
- Pasamuros
- Remates
- Fijaciones deficientes o inapropiadas
- Instalaciones de servicio
- Daños mecánicos sobre la capa superficial del metal

En el caso de los paneles sándwich de poliuretano, en algunos casos es común que se atreviesen para el paso de conductos y chimeneas, para lo que se agujerean previamente.

Algunas veces el material de aislamiento interior del panel se encuentra en contacto directo con chimeneas, de manera que se somete a altas temperaturas y por consiguiente se modifican las prestaciones del aislante térmico, así como se facilita un posible inicio o la propagación de un incendio.

Se da la circunstancia adicional de que en algunos casos el material de sellado entre la chimenea y el panel se realiza con poliuretano, el mismo material con el que se fabrican los paneles.

5.14. Sectorización

Dada la continua evolución de las espumas rígidas y de los diseños de los paneles, es cada vez más frecuente encontrar paneles sándwich de poliuretano con prestaciones de resistencia al fuego, como por ejemplo **EI 60**, clasificación que sería válida en este caso según tabla 2.2 del RSCIEI y tabla 1.2 del CTE DB SI-1.

Para mayor información sobre sectorización, véase el resto de fichas de protección pasiva del presente manual.



Figura 23. Instalación de paneles sándwich en el interior de la nave (Fuente: IPUR)

Paneles Sándwich de Poliuretano



1. Generalidades y regulación de seguridad en caso de incendio.
2. Consideraciones sobre uso, instalación y mantenimiento.
3. Consideraciones sobre el riesgo y la seguridad contra incendios en edificios.

DISPONIBLE EN
www.aislaconpoliuretano.com

1.1. Reacción al fuego

Colección Fichas Seguridad Contra Incendios

Paneles sándwich de poliuretano



Los paneles sándwich de poliuretano están compuestos por dos chapas metálicas y un núcleo aislante de poliuretano. Con la junta longitudinal y el sistema de fijación, forman un sistema modular muy extendido en la construcción industrializada. Se emplea en la industria agroalimentaria por sus elevadas prestaciones aislantes, que son garantía de higiene y salubridad.

> Más información

Planchas de poliuretano



Las prestaciones de las planchas de poliuretano se resumen en los siguientes conceptos: máxima resistencia térmica, resistencia mecánica, estabilidad dimensional, variedad de acabados, apto tanto para nueva construcción como rehabilitación, facilidad de manipulación y puesta en obra, y aislamiento térmico estable, que perdura en el tiempo.

> Más información

Poliuretano proyectado



La espuma de poliuretano proyectado se caracteriza por su gran adherencia y efecto sellado en los soportes sobre los que se aplica, su adaptabilidad a las formas, su aplicación en continuo sin juntas (de manera que elimina los puentes térmicos) y su elevado aislamiento e impermeabilidad. Requiere la aplicación por parte de profesionales cualificados.

> Más información

Poliuretano inyectado



Una de las actuaciones más eficaces para rehabilitar es la inyección de espuma rígida de poliuretano en las fachadas con cámara de aire. Se lleva a cabo en estado líquido, de manera que se expande por su interior, donde forma una espuma rígida de gran capacidad aislante y muy baja densidad.

> Más información

COLECCIÓN FICHAS SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS



ENGINYERS BCN

© Col·legi d'Enginyers Graduats i Enginyers Tècnics Industrials de Barcelona



www.engineersbcn.cat/manuals

Proveedor comercial:



Asociación de la Industria del Poliuretano Rígido

ENGINEERS BCN



Management System
ISO 9001:2008
ISO 14001:2004
www.tuv.com
ID 9105083007