

Introducción a la tecnología de los materiales intumescentes

JOSE MIGUEL LACOSTA BERNA
Construcciones y Auxiliar de
Ferrocarriles, S. A. (CAF),
Vocal del CTN 23 «Seguridad contra
Incendios», de AENOR.



SUMARIO

En los últimos años, el desarrollo y prestaciones de los materiales intumescentes han alcanzado un alto nivel. Junto a las más conocidas pinturas y recubrimientos para madera y acero, una gran variedad de nuevos productos, como pastas, tableros o vidrios, han aparecido para ayudar a resolver, de una manera sencilla, muchos problemas relacionados con la prevención de incendios. La construcción de sellamientos, pasos de cables y de tubos, puertas y ventanas cortafuegos, incluso en lugares con alto riesgo de incendio, puede ser, con estos materiales, una tarea más fácil para los diseñadores a condición de hacer un uso correcto de los mismos.

Palabras clave: Retardantes químicos, materiales intumescentes, recubrimientos anti-incendios.

INTRODUCCION

En la fase inicial de un incendio, tanto la ignición de los materiales cercanos al foco como el desarrollo de las llamas deberían ser suprimidos. Con esa finalidad, desde principios de los cincuenta, han estado disponibles pinturas intumescentes para maderas y materiales derivados de éstas. Después de producido el *flash-over*, el incendio podría así ser contenido en el recinto en el que se ha originado, y la capacidad resistente de toda la estructura se mantendría mientras fuera posible.

Las soluciones constructivas convencionales para satisfacer esa mi-

sión son complicadas y generalmente de mucho peso. Las columnas y vigas de acero pueden ser protegidas, de un modo sencillo, por medio de recubrimientos intumescentes. Juntas, conductos y pasamuros necesitan especial atención, ya que suelen comunicar diferentes sectores cortafuegos. Mediante el empleo de materiales intumescentes, muchos de estos problemas pueden ser solucionados de un modo relativamente sencillo y ahorrando espacio y peso en la construcción.

¿QUE ES LA INTUMESCENCIA?

La intumescencia es el efecto de crecimiento volumétrico (expansión) de una sustancia bajo el efecto del calor.

El fenómeno físico se concreta en la formación de una capa espumosa de materiales carbonizados, efecto parecido al de la esponjosidad del merengue, que sirve como barrera aislante de la combustión (Fig. 1). Esta capa carbonosa se crea en una secuencia única de reacciones químicas, provocadas por la exposición al calor, a causa de la emisión de gases inertes por parte de ciertos componentes, que veremos más adelante.

El concepto es sencillo, aunque parece complejo debido a los múltiples componentes químicos y a las transformaciones térmicas simultáneas implicadas.

SU COMPOSICION

En general, los agentes o sistemas intumescentes requieren cuatro constituyentes: agente carbonizante, catalizador, agente productor de gases y soporte. Sin embargo, y dependiendo de la estructura química del material base (con el que se mezcla o sobre el que se aplica), no siempre son necesarios los cuatro componentes.

Los estudiaremos de modo más detallado:

a) Agente carbonizante

Debe contener numerosos átomos de carbono y presentar en su estructura núcleos de esterificación. En general, son hidratos de carbono o alcoholes polifuncionales.

Ejemplos:

Hidratos de carbono	% carbón
Glucosa	40
Maltosa	42
Arabinosa	44
Amidón	44

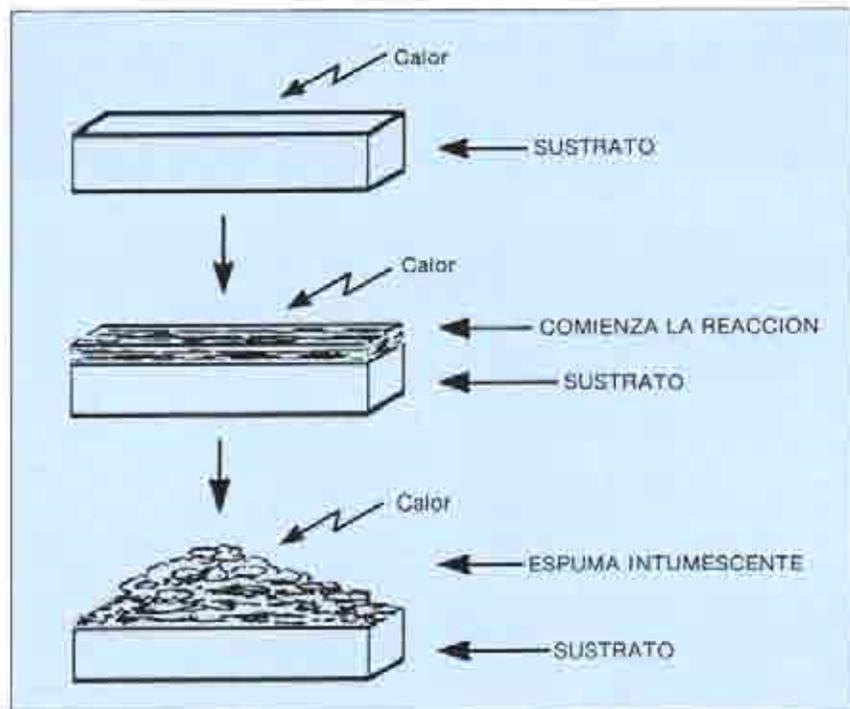
Alcoholes polifuncionales	% carbón
Sorbitol	40
Pentaeritritol	44
Dipentaeritritol	50
Tripentaeritritol	53
Resorcinol	63

La intumescencia es el efecto de crecimiento volumétrico (expansión) de una sustancia bajo el efecto del calor.

Estos productos, en estado puro, se descompondrán por el calor (queándose) en óxidos de carbono y vapor de agua, quedando unos residuos combustibles según una reacción del tipo exotérmico.

Sin embargo, bajo la acción del calor, pueden reaccionar con ciertos ácidos inorgánicos para producir ésteres según una reacción de tipo endotérmico en lugar de exotérmico, con lo cual la formación de llama queda prácticamente eliminada, se reduce la propagación del fuego, no se forman residuos inflamables, sino carbón difícilmente inflamable, y queda muy reducida la generación de gases combustibles.

FIGURA 1. Formación de la espuma intumescente.



b) Catalizador

Son sustancias ácidas capaces de descomponerse y proporcionar los productos necesarios para modificar la pirólisis del agente carbonífero.

En general, se suelen utilizar sales del ácido fosfórico, fosfatos o compuestos orgánicos derivados de ese ácido, ya que presentan mejor resistencia al envejecimiento que los basados en silicatos.

Ejemplos:

	Elemento activo (%)	Temperat. (°C) descompos.
Fosfato de urea	14 fósforo	300
Fosfato de melamina	20 fósforo	130
Fosfato monoamónico	27 fósforo	147
Polifosfato amónico	30 fósforo	375
Borato amónico	24 boro	—

El agente deshidratante se descompone, liberando ácido fosfórico, que esterifica los grupos hidroxilos del hidrato de carbono, los cuales se transformarán en ésteres fosfóricos que darán lugar a la masa carbonosa.

c) Agente productor de gases

Estos agentes espumantes, que son los mismos que se emplean en la industria de plásticos, caucho y espumas, liberan gases no combustibles que expanden la capa carbonosa, de manera que se forma una barrera de espuma porosa de pequeñas células y de gran poder aislante frente al fuego. De acuerdo con esta misión, deben descomponerse simultáneamente, o a una temperatura muy ligeramente superior, a la de los agentes carbonizantes.

Ejemplos:

	Productos gaseosos	Temp. (°C) descom.
Urea	NH ₃ , CO ₂ , H ₂ O	- 130
Guanidina	NH ₃ , CO ₂ , H ₂ O	- 160
Parafina clorada (~ 70 por 100 de cloro)	ClH, CO ₂ , H ₂ O	- 190
Diciandiamida	NH ₃ , CO ₂ , H ₂ O	- 210
Melamina	NH ₃ , CO ₂ , H ₂ O	- 250

d) Soporte o agente filmógeno

Cubre la espuma como una "piel" para evitar el escape de los gases. Piel que no es dura, sino más bien termoplástica, para garantizar un efecto óptimo. El caucho clorado, por ejemplo, es muy apropiado, ya que se ablanda y funde a bajas temperaturas, actúa como agente espumante también, mediante la formación de cloruro de hidrógeno, y contribuye a la carbonización con sus residuos.

¿COMO SE PRODUCE LA ESPUMACION?

Para entender mejor cómo se comportan los materiales intumescentes se detallan por separado la actuación física y las reacciones químicas, bien entendido que, como se decía al principio, ambas son simultáneas e inseparables.

1. Mecanismo físico

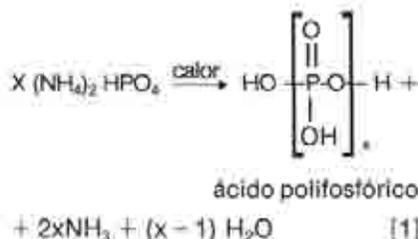
El calor que proviene del incendio hace que aumente la temperatura del

material intumescente, que se reblandece, y, debido a la acción de las burbujas de aire producidas por el espumante, aumenta de volumen del mismo modo que la levadura en el pan. La fuerza de esos gases es importante; si se considera, por ejemplo, la descomposición de un espumante en CO₂ únicamente para simplificar los cálculos, la presión puede alcanzar 0,45 MPa (o en medidas más conocidas: 4,5 kg/cm²). Este impulso interno del gas es considerable y sólo está limitado por la elasticidad del soporte o agente filmógeno.

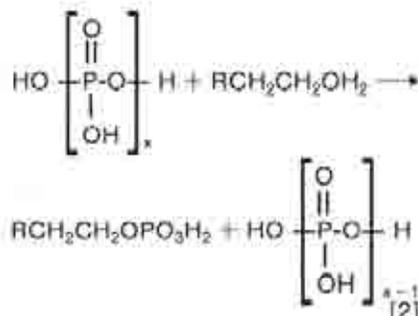
El merengue comienza a desarrollarse alrededor de los 120-140 °C. Es una temperatura de comienzo de la reacción muy baja, para asegurar una protección suficientemente rápida, pues no hay que olvidar que la cantidad de calor desarrollada por un incendio provoca una elevación rápida de la temperatura. No es absolutamente necesario que las llamas incidan sobre la superficie del objeto protegido para que comience la reacción, pues la aportación de aire o de gases calientes es suficiente para hacerla arrancar.

2. Mecanismo químico

En una primera etapa, el efecto del intenso calor produce la descomposición de la sal inorgánica a la forma de ácido:

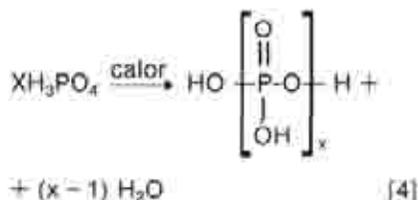
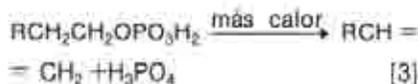


Los componentes de la mezcla intumescente empiezan a ablandarse. El ácido esterifica al compuesto polihidroxilado para dar un poliéster:



La mezcla funde y se descompone, el poliéster se descompone en un

residuo carbonoso y más ácido, que a su vez también se descompone.



Simultáneamente, el producto que proporciona el agente espumante se descompone y los gases producidos hinchan la mezcla fundida:



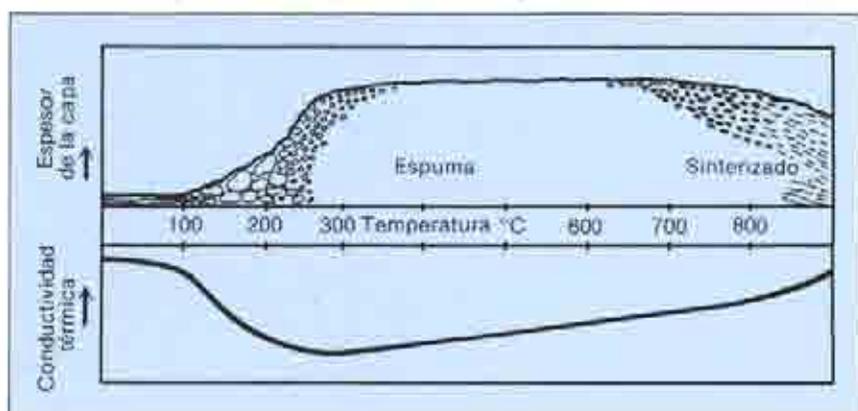
El agente filmógeno reblandecido forma una piel sobre la espuma y evita el escape de los gases. La viscosidad de la masa espumosa aumenta y la espuma solidifica completamente por reticulado y carbonización.

¿COMO ACTUAN ESTOS MATERIALES?

Todos los materiales intumescentes están basados en el mismo principio (Fig. 2). Son compactos (sólidos) a temperatura ambiente, su reacción empieza volviéndose plásticos

En general, los agentes o sistemas intumescentes requieren cuatro constituyentes: agente carbonizante, catalizador, agente productor de gases y soporte.

FIGURA 2. Comportamiento esquemático de la espumación.



bajo su exposición al calor —en muchos de los casos entre 100 y 150 °C— y son hinchados en forma de espuma por los gases producidos por un agente espumante.

Conforme la temperatura va atacando al objeto protegido, la protección actúa, y cada vez mayor cantidad de material intumescente se verá implicado en el proceso, de modo que gradualmente una espuma térmicamente estable y muy efectiva es generada. Esa espuma protege todo el material subyacente, pero de tal manera que el proceso de espumación es autocontrolado y la reacción únicamente se produce en las zonas destacadas por el calor o el fuego, permaneciendo intacto en el resto.

El calor extraído por rotura y vaporización del agua producida enfría la espuma y reduce el calor que afec-

ta al objeto protegido. Pasado algún tiempo, si continúa el ataque del fuego y la temperatura sigue siendo alta, la misma espuma será quemada, carbonizando y calcinándose, debido a la cual se contrae y pierde efectividad.

Si el material intumescente es empleado para proteger una superficie, actúa por enfriamiento y aislamiento térmico. No obstante, en juntas y burletes, por ejemplo, en puertas contra incendios, penetraciones de tuberías o similares, su misión más importante es prevenir la salida, o la entrada, según se mire, de llamas y de humo, rellenando las rendijas por espumación.

Dependiendo de los detalles de la construcción, esto se puede conseguir empleando una espuma ligera, sin presión, meramente aislante, que

sólo tiene que resistir a las llamas. Si también se va a aplicar carga mecánica a los materiales a base de espuma intumescente, han de elegirse aquellos que puedan generar una espuma resistente, capaz de formar un sellamiento mecánicamente duro, compacto y consistente.

PRESENTACIONES Y SU APLICACION

El empleo inicial y más difundido de las materiales intumescentes es en forma de pinturas y barnices para madera y materiales a base de madera y como recubrimientos para estructuras metálicas. Pero ahora, más y más materiales intumescentes con viscosidades muy altas están disponibles en forma de: pastas, masillas, morteros y compuestos espumantes, tanto rígidos como flexibles, fieltros, espumas, bandas adhesivas y burletes con y sin protección superficial. Vidrios con protección intumescente están disponibles en el mercado hasta superficies de 1,5 m².

Con los materiales intumescentes podemos pintar, envolver o proyectar. Los grados de mayor viscosidad pueden ser aplicados en forma de mortero o pastas. Los tableros intumescentes rígidos pueden ser, con algunas restricciones, doblados, curvados, cortados y aserrados, así como clavados o pegados. De esta manera es posible emplearlos en muchas aplicaciones diferentes (Figs. 3 a 7).

No es absolutamente necesario que una llama incida sobre la superficie del objeto protegido para que comience la reacción, pues la aportación de aire o de gases calientes es suficiente para hacerla arrancar.

FIGURA 3. Sistema de sellado para paso de cables. (Cortesía de BSG. Guardian).

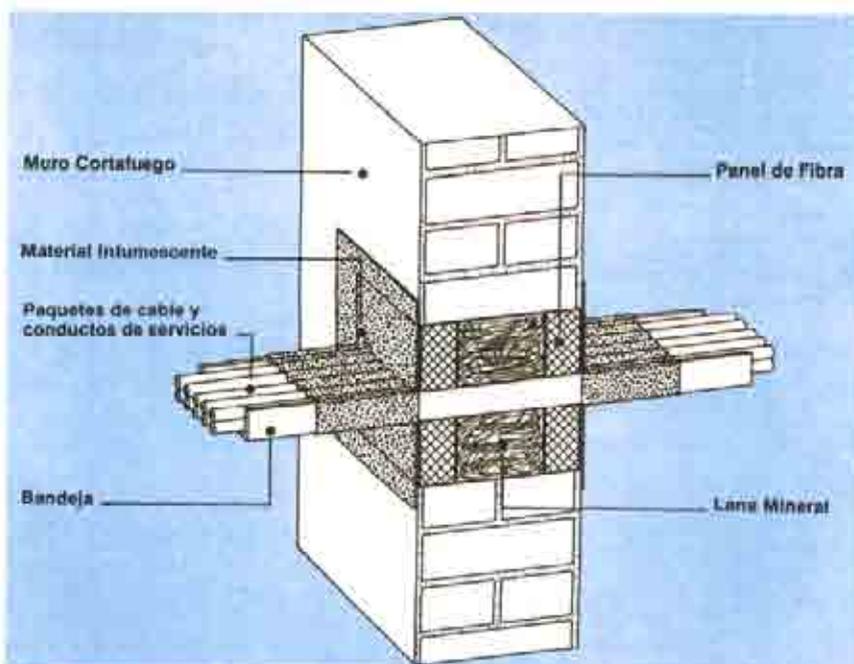
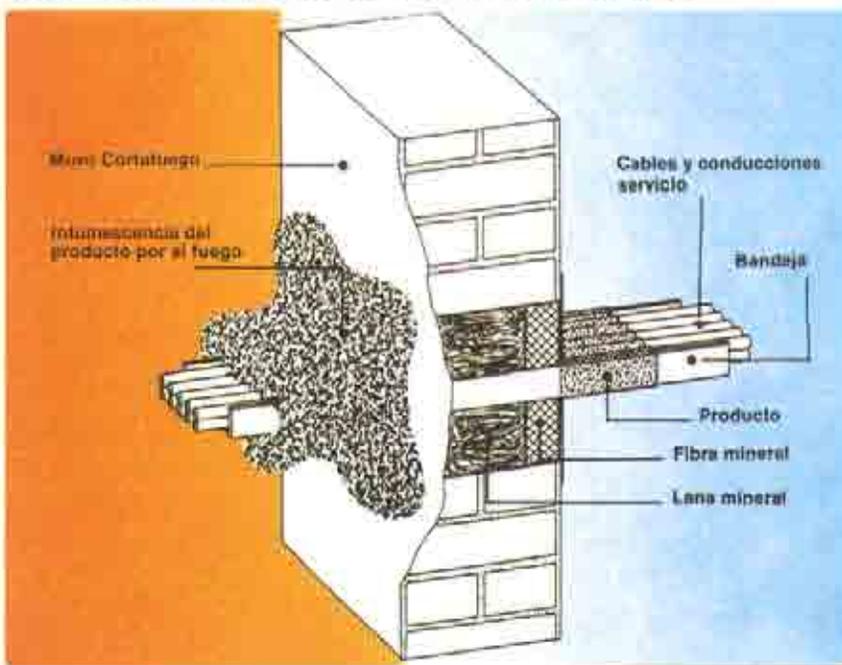


FIGURA 4. Acción de intumescencia. (Cortesía de BSG. Guardian).



PROPIEDADES A TENER EN CUENTA

La figura 8 indica las temperaturas y presiones de espumado, así como el factor de crecimiento, de diferentes materiales con distintas presentaciones. Pero hay que tener en cuenta que esos valores no son constantes físicas y no hay, todavía, un método de medida aceptado, de manera que su comparabilidad es limitada. Incluso para un mismo material, los valores pueden ser muy diferentes en distintas aplicaciones.

La conductividad térmica de las espumas puede alcanzar valores tan bajos como 0,04 ó 0,07 W/m °C, dependiendo del tamaño de los poros de la espuma y de la temperatura.

Las propiedades decorativas de las pinturas intumescentes han estado limitadas por su pobre resistencia al frote y a una superficie ligeramente irregular. Por tales razones no han sido utilizadas extensivamente, inclu-

FIGURA 5. Diferentes presentaciones de materiales intumescentes: 1. Mortero. 2. Masilla en bandas. 3. Láminas. 4 y 5. Masilla en tubos. (Cortesía de Chemie Linz).

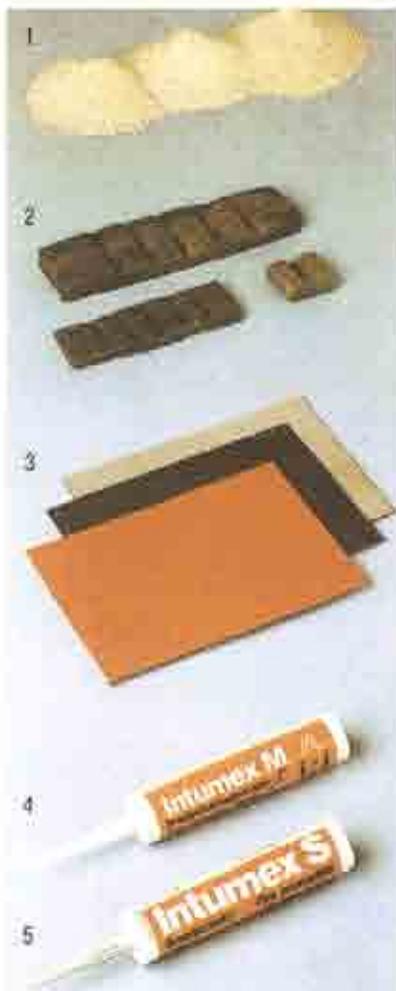
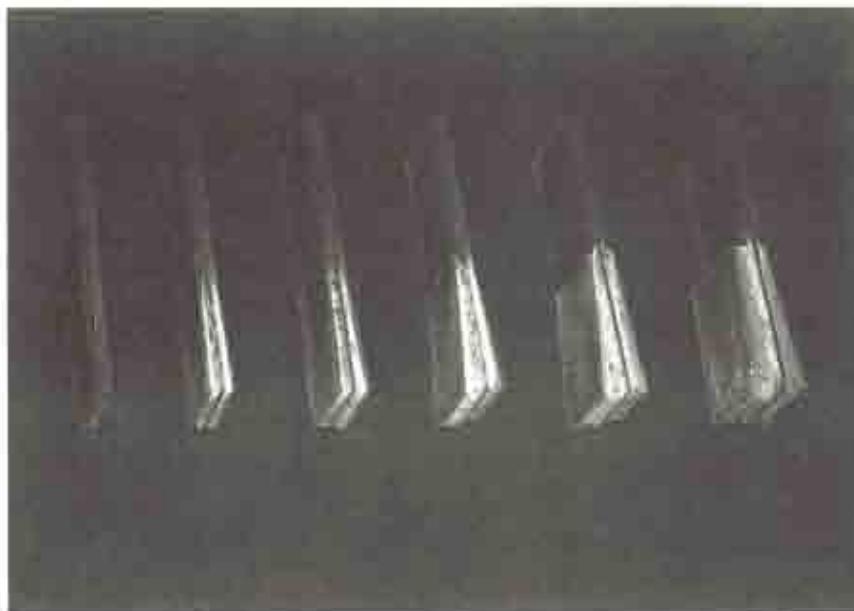


FIGURA 6. Elementos empleados en el sellado de diversos tipos de penetraciones. (Cortesía de Chemie Linz).



FIGURA 7. Secuencia de un cristal cortafuegos, donde se aprecia el funcionamiento de la protección intumescente. (Cortesía de Glaverbel, Pedragosa).



so cuando su superficie está protegida por otras pinturas. Imprescindiblemente debe aplicarse una imprimación de protección anticorrosiva (por ejemplo, epoxi rica en cinc, epoxi fosfato de cinc o epoxi cromato de cinc, entre otras) sobre las estructuras de acero (convenientemente limpias: granalladas, arenadas, cepilladas, etc.) antes de la pintura intumescente. Debemos asegurarnos que la pintura intumescente es compatible con la anticorrosiva o con cualquier otro tratamiento superficial previo y asegurarnos de la buena ad-

herencia del conjunto del recubrimiento sobre el sustrato a proteger.

Un punto débil de la mayoría de los materiales intumescentes es su baja resistencia contra la humedad y el agua, debido a que sus componentes principales son hidrosolubles, y para una utilización normal deben ser protegidos convenientemente mediante barnices o pinturas de recubrimiento adecuados. Los materiales intumescentes que contienen silicato sódico pueden perder eficacia después de algún tiempo de haber sido aplicados por reacción con el dióxido

de carbono de la atmósfera, de modo que también deben ser protegidos por otros recubrimientos.

Aquellos materiales intumescentes que producen una espuma poco consistente pueden incluso ser «desgastados» por las llamas. En casos parecidos, cuando se emplean morteros intumescentes que presentan una baja adhesión sobre los elementos estructurales contiguos, deben tomarse medidas adicionales constructivas, tales como su aplicación sobre metal expandido o malla metálica.

Los materiales intumescentes no deben ser expuestos a temperaturas elevadas durante largos períodos de tiempo. Para algunos materiales no debe excederse una temperatura máxima de 50 °C.

Para proteger los cristales intumescentes contra la penetración de la humedad y del CO₂ se entregan cortados, desecados y con sus cantos sellados. Su corte y manipulación posterior no es posible.

¿DONDE SE UTILIZAN?

En lo referente a sus aplicaciones, podemos formar dos grandes grupos: uno, correspondiente a las pinturas intumescentes, y otro, a «todo lo demás».

Esta división tiene precisamente su origen en las peculiaridades de aplicación de las pinturas; producto líquido cuya función como mejorador del comportamiento al fuego se produce en estado seco, y todos los demás materiales, que, como vemos en las figuras 5, 6 y 7, al utilizarlos no cambian de estado, sino únicamente de forma.

Describiremos, como caso más especial, lo referente a las pinturas, pero aclarando que los conceptos básicos de aplicación y protección son idénticos para todos los materiales intumescentes.

EL CASO DE LAS PINTURAS

La aplicación de una pintura intumescente debe hacerse con sentido común, ya que de ello depende principalmente el papel que se espera que cumpla.

Como para toda pintura, insistiremos en que es necesario disponer de una primera capa, que tenga el doble objeto de proteger al sustrato contra la corrosión y de asegurarnos la adherencia de la pintura intumescente. Para elementos metálicos habrá que emplear una imprimación, como las citadas anteriormente, con buenas propiedades anticorrosivas.

FIGURA 8. Propiedades de algunos materiales intumescentes.

Tipo de material		Espesor, mm	Temperatura de espumado °C	Factor de crecimiento	Presión de espumado N/mm ²
Pintura	H	0,2	desde 100-120	100	(muy bajo)
	S	0,7-1,4	desde 120	40	(muy bajo)
Pasta	F	—	250-300	8	(muy bajo)
	I	—	140-280	4-7	0,3-1,5
	M	—	120-180	10-15	1,1
	W	—	~ 200	50	(muy bajo)
Tablero	P	1,9	150-300	8-12	0,2-0,9
	I	2,5	140-280	8-12	0,3-1,5
	F	≥ 2	250-300	5	(muy bajo)
	M	6,3	120-180	5-11	1,3
	W	0,5-2	150-200	10-20	(muy bajo)

Para las maderas y sus derivados esta primera capa no suele ser necesaria.

Naturalmente, esa imprimación debe aplicarse sobre una superficie limpia y seca; cualquier resto de corrosión, óxido, aceite, etc., tendrá que ser eliminado por granallado, cepillado, amolado..., realizado según la buena práctica. Si fuera necesario, previamente habría que desengrasar, o al menos soplar, los elementos a recubrir.

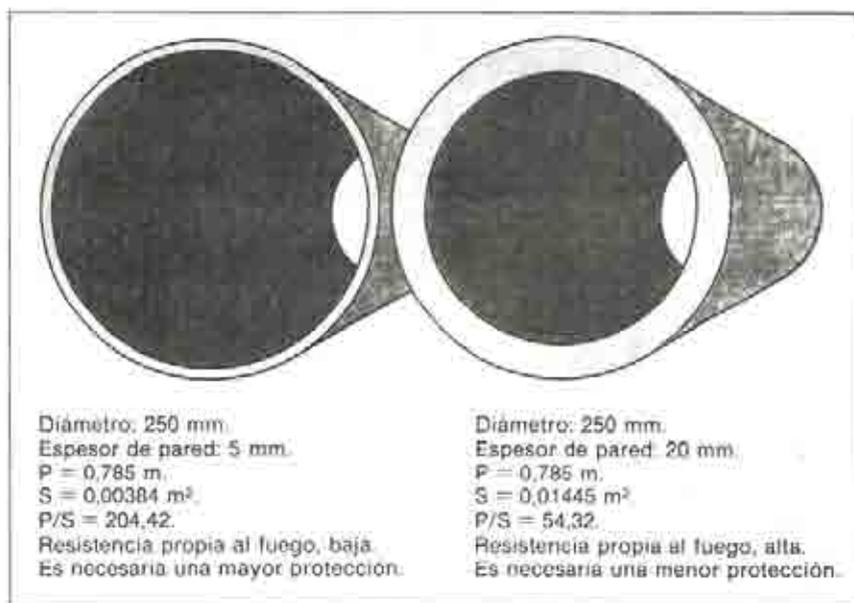
La pintura intumescente propiamente dicha se aplica en una o dos capas, según las indicaciones del fabricante. Los espesores secos aplicados sobre superficies metálicas pueden llegar hasta los 2,5 mm (2.500 micras). Este espesor seco va en función, por un lado, del grado de resistencia al fuego, medido en minutos, que se pida al elemento metálico, y por otro, de la forma del mencionado elemento metálico. Y éste es realmente un momento muy apropiado para hablar del factor de forma.

El factor de forma o de masividad de un elemento de construcción condiciona la velocidad de su calentamiento (inercia térmica), con lo que directamente estamos influyendo sobre el tiempo que el elemento tarda en alcanzar su temperatura crítica; considerando como tal aquella a la cual se pierden las características estructurales. El factor de forma (F) se define como el cociente entre la superficie (S) del elemento expuesto al fuego y el volumen (V) del metal que ésta encierra. En el caso de los perfiles regulares, este cociente coincide con la relación entre el perímetro y el área recta del perfil. El factor F se mide, por tanto, en m^{-1} , y la resistencia al fuego del elemento de construcción aumenta inversamente con el valor correspondiente a su factor de forma.

Si el elemento está protegido, no sólo influye esta cualidad en su velocidad de calentamiento por el aislamiento térmico que aporta, sino también porque varía su factor de forma. El factor de forma es distinto cuando, manteniendo la misma protección, se varía el tipo de perfil, o al contrario, cuando manteniendo el mismo tipo de perfil, se modifica el espesor o sistema de recubrimiento (Fig. 9).

Otra forma de expresar el recubrimiento es hablar del peso por metro cuadrado. Las cifras varían tanto por la diferencia de espesores, función del RF deseado, como por las densidades de las mismas pinturas, aunque no suelen superar los 3 kg/m², de manera que la influencia del peso añadido es bastante pequeña.

FIGURA 9. Ejemplo de cálculo e influencia de la masividad sobre el diseño de la protección contra incendios de un elemento metálico.



Las pinturas intumescentes se fabrican para ser aplicadas con un determinado espesor. Querer aumentarlo para intentar obtener un mejor comportamiento al fuego suele ser un error y, en general, los ensayos muestran que sobreespesores importantes no modifican el grado RF, resultando, sin embargo, desde el punto de vista económico, un precio mucho mayor, con lo que se reduce la diferencia con los productos de aislamiento tradicionales.

¿COMO SE ENSAYAN?

En el momento actual no existen ensayos particulares que se refieran

El proceso de espumación es autocontrolado y la reacción únicamente se produce en las zonas atacadas por el calor o el fuego, permaneciendo intacto en el resto.

a los materiales intumescentes, sino que se ensayan de acuerdo con las exigencias generales de los materiales de la construcción.

Podemos establecer dos tipos de divisiones:

- a) Por el sustrato sobre el que se aplican.
- b) Por la función que van a realizar.

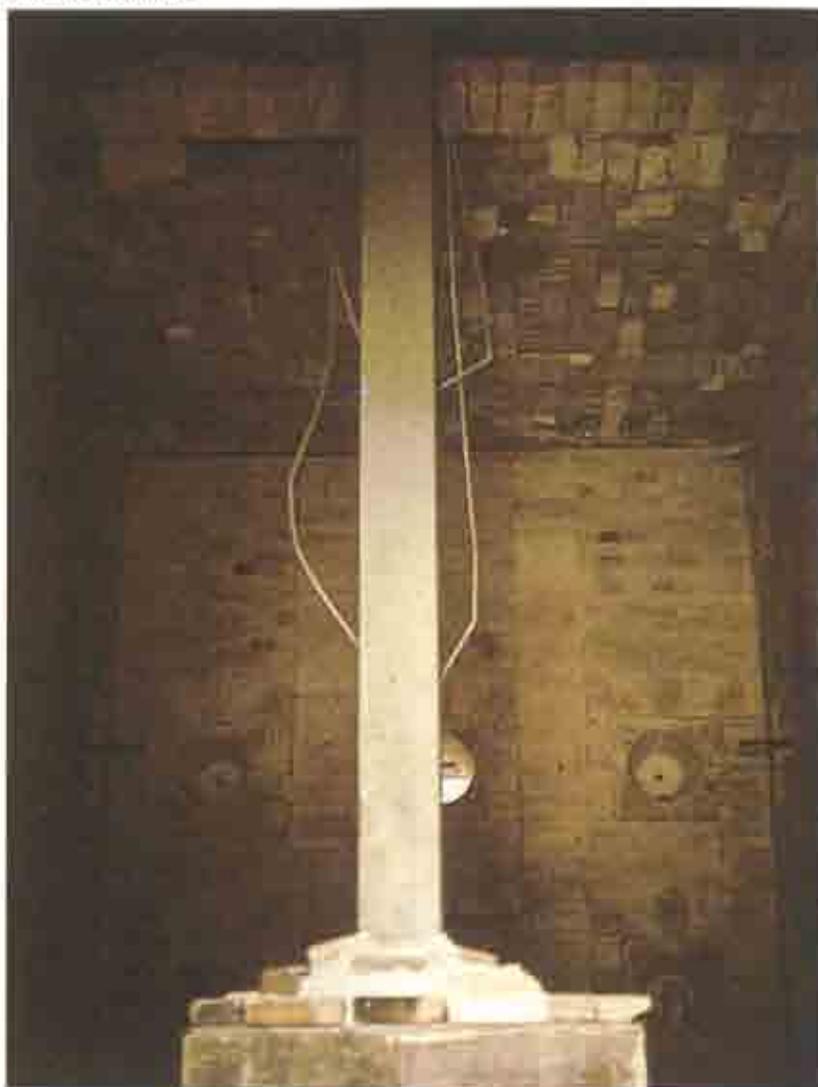
a) Por el sustrato

En base al sustrato sobre el que se van a aplicar, materiales incombustibles: elementos metálicos, hormigón, etc., o combustibles: laminados plásticos, tableros de madera o derivados..., habrá que recurrir, en el primer caso, a la clasificación de resistencia al fuego, y en el segundo, a la de reacción.

Así, una columna metálica será calificada por su resistencia al fuego, es decir, el tiempo durante el cual continúa manteniendo sus características mecánicas (estabilidad, aislamiento...) desde el punto de vista de la seguridad. Los ensayos de clasificación se realizan de acuerdo con la norma ISO 834, equivalente a la UNE 23-093, en hornos (Fig. 10) con un volumen interior suficiente de aire, de manera que éste tenga un cierto movimiento y de acuerdo con un programa térmico normalizado (Fig. 11).

Esa circulación de aire es importante, pues estropea más o menos deprisa el «meringue», ya que éste no es muy sólido y, por tanto, tiene baja resistencia al viento y al choque.

FIGURA 10. A) Una viga de acero soportando una fuerte carga servirá para comprobar si una pintura determinada ejerce, efectivamente, las propiedades protectoras que cabe esperar de una pintura intumescente. **B)** La viga de acero con la carga y recubierta con la pintura intumescente sometida a prueba se expone dentro de un horno a temperaturas elevadas. En la fotografía, tomada a los 5 minutos de permanencia en el horno, se aprecia con claridad tanto la formación de espuma a partir de la pintura intumescente como el que la viga continúa manteniendo su verticalidad. (Cortesía de ANSPI/ASEFAPI).



A)



B)

La atmósfera en el interior del horno se comporta de modo semejante a la que se observa en los primeros momentos del incendio.

Por el contrario, un panel de madera será sometido a los ensayos que permitan obtener la clasificación de su reacción al fuego, uno de cuyos principios es determinar la felicidad de inflamación. Los ensayos —de los que el principal es el del radiador eléctrico (UNE 23-721; clasificación según UNE 23-727)— se efectúan en una cabina cerrada, o casi, en la que el movimiento de aire es muy reducido.

No hay ninguna semejanza con las condiciones reales que se encuentran en los incendios (elevación rápida de la temperatura, movimiento de aire...). Si el elemento sobre el que se aplica el material intumescente únicamente tiene un papel decorativo, estos ensayos tienen una cierta significación, y se consiguen mejoras importantes y muy espectaculares, como pasar de M4 a M1; si, por el contrario, el elemento combustible sirve como separador, la clasificación obtenida en ensayos de reacción al fuego no es representativa del comportamiento que podría presentar en caso de incendio, donde los movimientos del aire pueden ser muy importantes y, por consiguiente, arrancar la espuma.

b) Por la función

Conviene distinguir aquí entre las dos funciones importantes que desempeñan los materiales intumescentes:

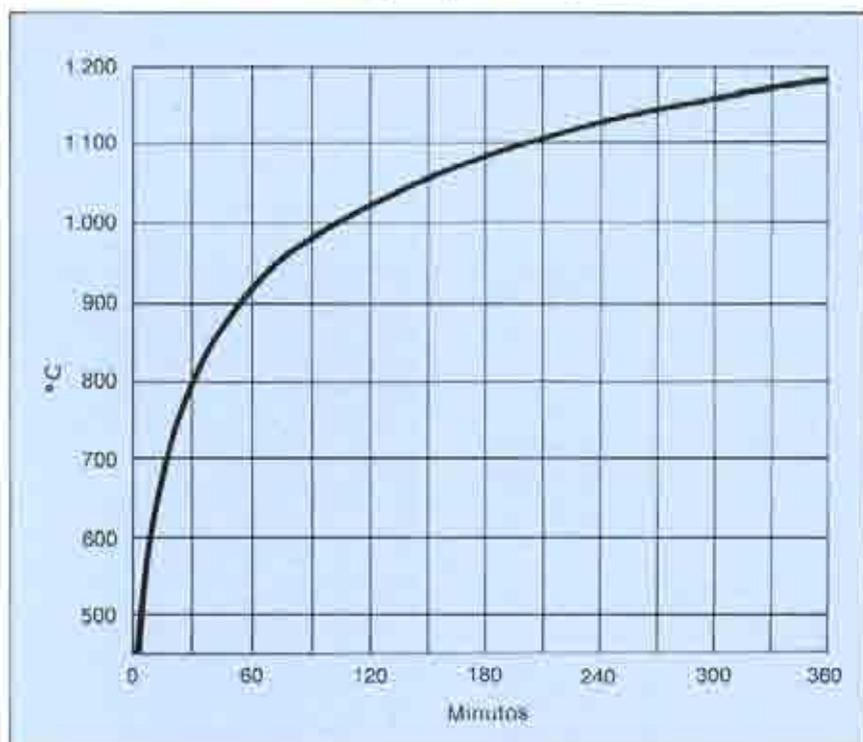
- Función de protección.
- Función de sellamiento.

La función de protección de un elemento —estructural o no— la hemos contemplado en el apartado anterior y se centra en «proteger» al elemento que recubren; esto se realiza mejorando la calificación, bien de reacción o bien de resistencia, del tal elemento en los ensayos correspondientes.

La función selladora —se ha indicado antes— tiene como cometido ayudar a un elemento de construcción a mantener sus características de aislamiento térmico, estanqueidad a las llamas y ausencia de emisión de gases inflamables. En este caso no contamos con el criterio de estabilidad mecánica, que se supone corresponde al propio elemento de construcción.

El ejemplo es sencillo y ampliamente conocido, y deriva de uno de los

FIGURA 11. Curva normalizada tiempo-temperatura según UNE 23-093.



La aplicación de una pintura intumescente debe hacerse con sentido común, ya que de ello depende principalmente el papel que se espera que cumpla.

En el momento actual no existen ensayos particulares que se refieran a los materiales intumescentes, sino que se ensayan de acuerdo con las exigencias generales de los materiales de la construcción.

ALGUNOS VALORES NUMERICOS

Tiempo t min.	Elevación de la temperatura del horno (T - To) en función del tiempo °C
0	0
5	556
10	659
15	718
30	821
60	925
90	986
120	1.029
180	1.090
240	1.133
360	1.193

de todo recorrido que pueda reducir la función exigida a dicha separación, como cámara, falsos techos, suelos elevados...

En España no disponemos todavía de ensayos normalizados sobre sellamientos, pero hay un proyecto de norma ISO, del Comité Técnico 92, el ISO/DP 10.295, sobre «sellamiento de penetraciones en elementos de separación resistentes al fuego», que se refiere a un ensayo de resistencia al fuego sobre un muro-tipo en el que se ha realizado el sellamiento de diferentes tipos de penetraciones, muro muy similar al indicado en la figura 12.

FIGURA 12. Tabique de obra preparado para el ensayo de sellado de penetraciones.



conceptos más importantes de seguridad contra incendios, como es el de sector de incendios (artículo 4 de la NBE-CPI 91). Hoy día, multitud de instalaciones de todo tipo, necesarias, eléctricas, de calefacción, de aire acondicionado, megafonía, música, de agua, de gas, informáticas, telefónicas..., «perforan» por numerosos sitios los elementos separadores entre distintos sectores. Los materiales, que pueden verse en las figuras 5 y 6, corresponden a algunas soluciones de este problema, ya que la mencionada NBE-CPI 91, en su artículo 15.6, establece que «el valor de la resistencia al fuego exigido a cualquier elemento que separa dos espacios deberá mantenerse a través

CONCLUSIONES

— Los materiales intumescentes no son productos nuevos, ya que se «inventaron» antes de la Segunda Guerra Mundial. Si bien es desde hace unos veinte años cuando, sobrepasando el estadio de «curiosidad», se convierten en productos industriales.

— En estructuras ligeras se pide, en muchas ocasiones, un grado de resistencia al fuego que permita la evacuación de las personas que en ellas se encuentran. Ese tiempo suele estar comprendido entre 30 y 60 minutos, y ése es el terreno más adecuado, aunque no el único, para los materiales intumescentes.

— La aplicación de estos materiales es sencilla, pero debe hacerse por personal preparado para esa tarea. Los intumescentes son materiales cuya aplicación es idéntica a la de los equivalentes no intumescentes, pero teniendo en cuenta el objetivo de seguridad perseguido.

— No tienen problemas particulares de toxicidad o de riesgo higiénico durante su aplicación. En el caso de las pinturas, algunos disolventes pueden contener productos volátiles susceptibles de ser peligrosos si se aplican o manipulan en condiciones no adecuadas. ■