TRATAMIENTOS IGNÍFUGOS EN TEXTILES

Autor: Alberto Riva
Ing. Laboral. Argentina

En el contexto de la llamada Teoría de la extinción de incendios, la adición de inhibidores químicos a los materiales combustibles es un método que mejora su comportamiento ante el fuego, dificultando su ignición o impidiéndola en forma completa si el fuego es pequeño.

Éste es el principal caballo de batalla de quienes bregan por el uso de los llamados "retardantes de llama" o "materiales ignífugos"; a tal punto que es frecuente hoy en día, que inspectores de Higiene y Seguridad de diversas reparticiones gubernamentales exijan la aplicación de tratamientos ignífugos para maderas, plásticos, fibras y productos textiles en general.

Si bien la existencia de un material ignífugo retrasa la combustión, no es cierto que transforme un material combustible en otro incombustible, una creencia bastante común en la gente e incluso entre profesionales del medio. De hecho, una gran cantidad de flujo calórico –incendio de proporciones - anula el efecto ignífugo.

En este artículo se pretende recopilar la información disponible sobre los retardantes de llama, arrojando un poco de luz sobre este poco conocido tema, específicamente con respecto a los productos para materiales textiles.

Una desgracia motivadora

Una preocupación creciente en los últimos años – muy particularmente en la Ciudad de Buenos Aires – ha surgido como consecuencia de la tragedia de Cromañon, ocurrida en el barrio del Once, el 30 de Diciembre de 2004. Allí el fuego se propagó con rapidez sobre cortinas, recubrimientos acústicos de espuma de poliuretano y la tela plástica conocida comercialmente como "media sombra", entre otros. La terrible y enorme pérdida de vidas humanas luego de un shock inicial, generó una convulsión política y social sin precedentes, que también se reflejó al poco tiempo en un incremento de los controles de las medidas contra incendios y hasta una exacerbación de acciones adicionales.

Una de esas medidas fue precisamente la exigencia de ignifugación de los materiales combustibles. Esto ha sido motivo de polémicas y discusiones con las partes involucradas, pero en general sin adecuados fundamentos técnicos.

Definiciones y conceptos

Los tres términos más usados en esta nota son los siguientes:

Material ignífugo es aquel que posee o proporciona índices de inflamabilidad y propagación relativamente bajos.

La real academia española define:

ignífugo, ga.(Del lat. ignis, fuego, y --ˊfugo).

adj. Que protege contra el fuego. Pintura ignífuga.

Retardadores de llama, son materiales que han sido sometidos a un tratamiento químico, por motivo del cual no se inflaman con facilidad ni la llama se propaga rápidamente cuando están sometidos a fuegos pequeños o moderados.

Material resistente al fuego es aquel que sometido a un ensayo de incendio durante un período determinado (expresado en minutos), mantiene su capacidad resistente o funcional. Se aplica preferentemente a los materiales constructivos.

El decreto 351/79 (Argentina) establece que la ***resistencia al fuego*** de un material es *la propiedad que se corresponde con el tiempo expresado en minutos durante un ensayo de incendio, después del cual el elemento ensayado pierde su capacidad resistente ó funcional.*

A los efectos de este artículo, tomaremos los términos material ignífugo y retardante de llama, como sinónimos, pero advirtiendo al lector que realmente no lo son.

Según lo anterior, hemos definido a un ***material ignífugo*** como aquel cuyo objetivo es reducir la inflamabilidad de los materiales a los cuales es aplicado ó tratado.

O también, como lo define la Norma IRAM 3900-1:

Se define como retardador de llama al producto agregado o tratamiento aplicado a un material para suprimir, disminuir, retardar significativamente la propagación de las llamas o para aumentar la temperatura de ignición.

La ignición de un líquido o un sólido necesita del aumento de su temperatura superficial hasta el punto en que se desprendan suficientes vapores para que una vez iniciada la combustión, la llama se mantenga (punto de ignición – sólidos - ó punto de inflamación momentánea – líquidos-).

Cuando de trata de sólidos las temperaturas de ignición son más altas que las de los líquidos, superando en general los 300°C, como puede verse en la tabla 1.

TABLA 1

Sustancia	Punto de inflamación en vaso cerrado (°C) [1]	Punto de ignición (°C) [2]
Gasolina (100 Octanos) (l)	**-38**	**-**
n-Decano (l)	**46**	**≈61.5**
n-Dodecano (l)	**74**	**≈103**
Polimetilmetacrilato (s)	**-**	**≈310**

Polimetilmetacrilato	-	**≈377**
Polipropileno (s)	-	**≈330**
Polipropileno FR (s)	-	**≈397**
Poliestireno (s)	-	**≈367**
Poliestireno FR (s)	-	**≈445**

(l) = líquidos

(s) = sólidos

[1] Con aparato Pensky Martens en vaso cerrado

[2] Líquidos: con aparato Cleveland en vaso abierto. Sólidos: Drysdale y Thomson (1994) (los resultados de las sustancias ignífugas se refieren a un flujo de calor de 37 kW/m^2).

Fuente: (7)

Los productos textiles – los "textiles" simplificadamente – están presentes en todo el entorno humano, desde la ropa, el mobiliario y otras aplicaciones. Las materias primas pueden ser naturales o sintéticas, cada una con ventajas y desventajas desde el punto de vista de la seguridad contra incendios. Esta visión abarca no sólo su combustibilidad sino también su goteo al fundirse o la emisión de humos y gases.

Así, las fibras naturales de origen animal (lana, seda, pelo) presentan una alta temperatura de ignición (500-600℃), superior a las de origen vegetal (yute, algodón, cáñamo, lino) cercano a los 400℃, con la ventaja adicional de que se carbonizan pero no se funden.

La adopción de las fibras sintéticas (acrílicas, poliéster, nylon, rayón, polietileno, polipropileno, etc.) por sus grandes ventajas mecánicas – entre otras –, no mejora las condiciones en los incendios ya que si bien tienen un punto de ignición de 500-600℃, arden con facilidad e intensidad, se funden, gotean y generan gases y humos más tóxicos. Por ello suelen combinarse con fibras naturales que mejoran sus propiedades frente al fuego o incluso con fibras de materiales inorgánicos no combustibles, como fibras de vidrio. Ver la tabla 2.

Aún así, es conocido que los humos siempre son tóxicos, independientemente del material que se quema, y esto es válido también para los textiles. Incluso, si bien los materiales ignífugos aplicados a los textiles retrasan la velocidad de propagación del fuego, en muchos casos el humo producido es más denso y tóxico que el original (7).

TABLA 2

Fibras no combustibles	
Vidrio	**Metálicas**
Fibra beta	Acero inoxidable
Vidrio-E	Superaleación
Cuarzo	Hebras refractarias
Residuos carbonosos	Alúmina

Carbono	Zirconio
Grafito	Boro

El riesgo textil: su tratamiento

Los productos textiles en EE.UU. han sido causa de la mayor parte de incendios mortales: en el período de 1984 a 1988 el 42,5 % de los incendios con muertes se iniciaron en productos textiles **(1).**

No es de extrañar entonces, que se buscara reducir este riesgo con medidas de mitigación, como el uso de productos que, aplicados a los textiles, reducen la velocidad de propagación de las llamas o el volumen de la emisión de humos. Desde 1800 se utilizaron el ácido bórico y sus sales como aditivos para retardar las llamas, al formar un recubrimiento intumescente que protegía el material. Pero también fueron usadas ó se usan otras muchas sustancias para reducir la inflamabilidad de las telas (ver Tabla 3), aplicadas con tratamientos diversos, cuyos efectos todavía no han sido cabalmente explicados en todas sus etapas (1). Para la NFPA las cinco formas reconocidas para retardar la propagación de la llama en un tejido son:

a) Productos químicos que generan gases no combustibles, que desplazan el oxígeno de la superficie que arde.

b) Radicales o moléculas originadas en la degradación del producto ignífugo, que reaccionan endotérmicamente e interfieren en la reacción en cadena de las llamas.

c) Productos ignífugos que se descomponen endotérmicamente.

d) Productos que forman un líquido o una carbonización no volátil que reduce las cantidades de oxígeno y de calor que llegan a la tela.

e) Pequeñas partículas que alteran las reacciones de combustión.

TABLA 3

Productos químicos ignifugantes para géneros textiles	
Fibra	**Producto químico ignifugante**
Algodón	Sal de fosfonio tetrakis (hidroximetilo) insolubilizada con gas amoníaco
Algodón. Rayón (sin tejer y con aprestos no duraderos)	Fosfato diamónico / Sulfato de amonio / Compuestos de boro
Rayón (fibra modificada)	Hexapropoxi fosfaceno
Poliéster (fibra modificada)	Fosfato oligomérico
Poliéster, acetato, nylon	Decabromo-difenil éter (DBDFE) y óxido de antimonio
Nylon (apresto no duradero)	Tiourea / Compuestos de titanio y circonio / Ácido dibromuro-tereftálico

Modacrílicos (fibras modificadas)	Cloruro de vinilo, cloruro de vinildeno, bromuro de vinilo como comonómero

Fuente (1)

Pero distintas razones limitan las sustancias a utilizar porque:

- Ningún tratamiento es eficaz contra todas las telas.
- Pueden afectar características propias del tejido (color, resistencia, flexibilidad).
- Pueden perder eficacia cuando son sometidas a sucesivos lavados.
- Altos costos por unidad de superficie.
- Pueden causar efectos irritantes y alergénicos.
- Los humos de combustión también pueden ser tóxicos. De hecho, algunos materiales clasificados como no combustibles pueden desprender gases tóxicos y humos de alta densidad (Hertel 1985).
- Pueden dañar el medio ambiente. (3)

Ensayos de comportamiento

Conocer el comportamiento de los productos textiles a la acción de las llamas y el calor fue parte de numerosos estudios llevados adelante por organismos especializados, con el afán de precisar el riesgo de la propagación de la llama. Existen varios ensayos para determinar la velocidad de propagación de la llama como la Prueba de Corner y la Prueba del Túnel de Steiner. Pero también surgió la Prueba del Panel Radiante que adopta el concepto de *flujo radiante crítico,* tras descubrir que la energía radiante que incide sobre un recubrimiento textil tiene enorme importancia. (1). Las normas IRAM 11910 1-2 y NFPA 253 versan sobre este método normalizado de ensayo.

Aquí conviene detenerse un momento. El comportamiento al fuego de los productos textiles depende de otras condiciones además de la temperatura y la presión, como su propia estructura y las características de confección. Así, por ejemplo, para las alfombras es importante el tipo de fibra (natural, artificial, etc.), la cantidad de bucles o su densidad por m^2, la longitud del pelo, el material de soporte, el tipo de adhesivo, el forro y el tipo de tinta. Y, por supuesto, el uso al que haya estado sometida, modifica esas características nuevamente. Esto agrega demasiadas variables, haciendo difícil precisar su verdadero riesgo de incendio. De hecho, ningún método lo evalúa en forma completa, no sólo a nivel nacional, sino también mundial.

Los materiales ignífugos son agrupados según los elementos químicos que les otorgan esa propiedad: halógenos (cloro, bromo), fósforo, aluminio, magnesio y nitrógeno, entre otros. También el antimonio por medio de uno de sus compuestos, el trióxido de antimonio, se usa principalmente como retardante de llama para mercados como ropa, juguetes, o cubiertas de asientos.

Para la determinación del flujo radiante crítico de alfombras y otros recubrimientos textiles, se utiliza una fuente calórica de energía radiante, tal como se describe en la Norma IRAM-INTI-CIT G 77014/1998. Dicha norma explica en su introducción que *"este método fue desarrollado para simular una exposición a incendios, de aquellos recubrimientos de piso que pueden encontrarse en corredores y pasillos de escape de los edificios."* Y más adelante prosigue *"Este método no se propone para ser utilizado rutinariamente en la determinación del comportamiento de propagación de las llamas en un recubrimiento de pisos de otras áreas de edificios"* salvo las anteriormente mencionadas.

Métodos de tratamiento

El tratamiento ignífugo se logra por medio de alguno de los siguientes métodos:

- Reacción química
- Impregnación (por saturación, por absorción, y a presión)
- Recubrimiento

En el caso de la reacción química, el material se calienta y se combina químicamente con la sustancia ignífuga. Es un proceso limitado a la fabricación industrial, utilizado en plásticos y textiles; pero como se dijo, imposible de aplicar cuando el material o producto ya fue adquirido e instalado.

La impregnación consiste en disolver o dispersar un material ignífugo en un disolvente, generalmente agua. Luego se empapa o satura el elemento a tratar, por aspersión o inmersión. Si se aplican sales ignífugas, se pretende que los cristales queden entre las fibras del textil. La impregnación a presión – casi siempre para maderas - se realiza al vacío o en autoclave, procurando que los poros queden saturados; esto resulta más efectivo y duradero.

Los recubrimientos retardantes de llama pueden ser aplicados durante la fabricación del producto, como por ejemplo en materiales no absorbentes de la construcción, piezas decorativas, y a veces, sobre textiles.

Pero por más que las técnicas de tratamiento ignífugo siguen mejorando, no existe ningún tratamiento que cumpla con todas las exigencias, además de retardar la llama:

- Mantener las características del material base
- Bajo costo
- Fácil de aplicar
- Sin riesgos para la salud y el medio ambiente

Legislación. ¿Cuándo es correcto aplicar un tratamiento ignífugo?

Debemos bucear primero en la normativa existente para tratar de dejar en claro algunos aspectos. En la República Argentina la Ley Nacional de Higiene y

Seguridad en el Trabajo N° 19.587 expresa, en relación con las medidas de protección de los trabajadores, que (se transcriben sólo los párrafos relacionados):

Art. 4- La higiene y seguridad en el trabajo comprenderá las normas técnicas y medidas sanitarias, precautorias, de tutela o de cualquier otra índole que tengan por objeto: a) Proteger la vida, preservar y mantener la integridad sicofísica de los trabajadores; b) Prevenir, reducir, eliminar o aislar los riesgos de los distintos centros o puestos de trabajo; c) Estimular y desarrollar una actitud positiva respecto de la prevención de los accidentes o enfermedades que puedan derivarse de la actividad laboral.

Art. 5- A los fines de la aplicación de esta ley considéranse como básicos los siguientes principios y métodos de ejecución:

> *l) Adopción y aplicación, por intermedio de la autoridad competente, de los medios científicos y técnicos adecuados y actualizados que hagan a los objetivos de esta ley; n) Observancia de las recomendaciones internacionales en cuanto se adapten a las características propias del país y ratificación, en las condiciones previstas precedentemente, de los convenios internacionales en la materia;*

Art. 8 - Todo empleador debe adoptar y poner en práctica las medidas adecuadas de higiene y seguridad para proteger la vida y la integridad de los trabajadores, especialmente en lo relativo:

> *b) A la colocación y mantenimiento de resguardos y protectores de maquinarias y de todo género de instalaciones, con los dispositivos de higiene y seguridad que la mejor técnica aconseje;*

Art. 9 - Sin perjuicio de lo que determinen especialmente los reglamentos, son también obligaciones del empleador:

> *g) Instalar los equipos necesarios para afrontar los riesgos en caso de incendio o cualquier otro siniestro;*

Y el decreto 351/79 reglamentario de dicha ley, dice en el capítulo correspondiente a la p***rotección contra incendios***:

Artículo 160º) La protección contra incendios comprende el conjunto de condiciones de construcción, instalación y equipamiento que se deben observar tanto para los ambientes como para los edificios, aún para trabajos fuera de éstos y en la medida en que las tareas los requieran. Los objetivos a cumplimentar son:

1) *Dificultar la iniciación de incendios.*
2) *Evitar la propagación del fuego y los efectos de los gases tóxicos*
3) *Asegurar la evacuación de las personas.*
4) *Facilitar el acceso y las tareas de extinción del personal de Bomberos.*
5) *Proveer las instalaciones de detección y extinción.*

…La autoridad competente podrá exigir, cuando sea necesario, protecciones diferentes a las establecidas en este capítulo

En la legislación argentina sobre Higiene y Seguridad en el Trabajo, hay pocas menciones sobre el tratamiento retardante de llamas, para lograr que un material muy combustible se transforme en uno combustible; tan solo el decreto 351/79 y alguna resolución de la Ciudad de Buenos Aires; no obstante, los párrafos de las normas mencionadas dan lugar a que la autoridad de aplicación, pueda exigir la inclusión de las mejoras que considere necesarias a los fines de proteger al trabajador.

Precauciones y advertencias

Sobre la base de la introducción teórica de los primeros párrafos, es necesario reflexionar sobre la necesidad y la conveniencia de aplicar tratamientos ignífugos in situ. Particularmente, porque esto debe ser decidido con prudencia, capacidad y ecuanimidad, cualidades no siempre presentes.

En la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, la única norma que solicita la instalación de material ignífugo, es una resolución sobre lugares bailables, dentro del contexto de la conocida Ley 1346 (Plan de Evacuación y Simulacro).

Se ha escuchado de inspectores que solicitan la ignifugación "por las dudas" o porque hay que evitar los humos tóxicos y sus consecuencias durante la evacuación, etc.. *"Ud debe ignifugar los tapizados, las sillas, las paredes, el techo y el piso*", y si se argumenta que no es posible, *"tendrá que retirar todo".*

Pero se debe razonar de la siguiente manera, partiendo del decreto 351/79:

- Contempla claramente (ver la transcripción del artículo 160°), en la **Protección contra incendio**, la propagación de las llamas, la emisión de humos y la evacuación.
- Al calcularse la **Carga de Fuego**, se evalúan las cantidades y tipos de materiales presentes en un sector de incendio para obtener el peso en madera por unidad de superficie capaz de desarrollar una cantidad de calor equivalente a la de los materiales contenidos en el sector de incendio.
- Se calculan los medios de escape.
- Las **condiciones de Situación, Construcción y Extinción**, incluyen medidas de detección, control y extracción de los humos, así como del fuego.

Vale decir que la legislación contempla desde su existencia la generación de humos y cómo controlarlos. Las Norma NFPA 101, acepta la utilización de materiales combustibles no tratados (Clases A, B y C, según la definición de esa norma), bajo ciertas condiciones, como por ejemplo la instalación de rociadores automáticos normalizados. Se recomienda leer las secciones 10.2 (Acabados interiores) y 10.3 (Contenidos y mobiliario) de dicha norma.

Por otro lado, se deben balancear las desventajas que presenta un tratamiento ignífugo, algunas ya mencionadas, y que son significativas:

1. Su aplicación requiere dejar pasar algunas horas antes de volver a utilizar el lugar de trabajo.
2. Se garantiza su propiedad retardante durante 6 meses a un año mientras el textil no sea humedecido o limpiado en húmedo. En aquellos centros de trabajo donde, por ejemplo, las alfombras son limpiadas con alta periodicidad por humectación, perderán rápidamente las propiedades ignífugas.
3. Alto costo.
4. Escasa información sobre los compuestos químicos utilizados.
5. Riesgo de causar irritación y molestias posteriores a su aplicación.
6. Emisión de humos y gases tóxicos durante un incendio, una vez que el lugar adquirió temperaturas importantes.

7. Dificultad para reconocer los lugares efectivamente tratados.

Así y todo es importante destacar las recomendaciones que el INTI (2) detalló en un informe posterior a la tragedia de Cromañon, para el caso de locales bailables pero con trascendencia a otras actividades, de las cuales se transcriben las relacionadas con nuestro tema:

- Adoptar en los Códigos la exigencia de instalación de rociadores en los locales bailables nuevos y existentes que contengan materiales aislantes de espumas rígidas o flexibles combustibles.
- Encomendar al INTI que establezca las condiciones que deberán cumplir los materiales aislantes según las siguientes normas de ensayo y clasificación (IRAM 11910-1-2 y ASTM E162, IRAM 13474, IRAM 11918 y ABNT MB1562). Estas normas permiten clasificar los materiales combustibles en diversas categorías por su inflamabilidad, su velocidad de propagación de llama y su generación de humos. Ciertas clases de materiales, como la espuma de poliuretano flexible sin retardantes de llama, deben ser prohibidas en forma clara y específica, sin excepciones, para el uso como materiales de revestimientos en estos locales, sean nuevos o ya existentes.
- Encomendar al INTI que establezca las condiciones que deberán cumplir todos los materiales utilizados para revestimiento y decoración en estos locales (revestimientos de piso, revestimientos de paredes, cortinados y tapicería) según las siguientes normas de ensayo y clasificación (IRAM 11910-1-2, ASTM E 162, IRAM-INTI-CIT 7577, IRAM 13474). En este caso también se debe exigir que los materiales cumplan con determinadas condiciones, limitando su combustibilidad y la generación de humo.
- En caso de que los locales se encuentren en subsuelos, el INTI propone que se exija instalar rociadores y se limiten aún más las condiciones que deberán tener los materiales con respecto a la generación de humos.

Conclusiones

Los materiales ignífugos retardan la propagación de la llama. Su utilización data de muchos años atrás, y es reconocida la protección que generan para el control del fuego y la evacuación de las personas, sobre los productos en los que son aplicados.

Cuando se trata de aplicarlos en los lugares de trabajo, hay que ser prudentes y evaluar las acciones tomadas por el empleador, teniendo en cuenta el cumplimiento de la ***Protección contra incendios*** establecida en la legislación vigente, así como los problemas que implica lograr un tratamiento ignífugo efectivo.

Una exigencia excesiva puede no obtener el resultado buscado – proteger a las personas en caso de incendio – sino que, por el contrario, puede agregar riesgos ó, lo que es peor, desviar recursos necesarios para otras medidas preventivas de mayor peso o significación.

Fuentes

(1) NFPA. Manual de Protección contra incendios. 17° Edición. 1991. Editorial Mapfre.

(2) Recomendaciones del INTI para prevenir tragedias. INTI. Argentina.

(3) www.greenpeace.com

(4) NFPA 101: Código de Seguridad Humana. IRAM 2000

(5) Norma IRAM 11910-1. Argentina

(6) Norma IRAM 11910-2. Argentina

(7) Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. OIT, 1998.

(8) Protección contra el fuego y explosiones: desarrollo de sistemas. Dinko Tuhtar. Editorial Paraninfo, Madrid, 1990

(9) Ley Nacional N° 19587 sobre Higiene y Seguridad en el Trabajo. Argentina

(10) Decreto reglamentario N° 351/79 de la ley N° 19587. Argentina

(11) Norma IRAM 3900-1. Argentina