

“Materiales resistentes al fuego: normativa europea vs normativa americana”

J. Cueto

La aplicación de normativa americana en la Protección Contra Incendios (PCI) de centrales nucleares españolas ha implicado el uso de materiales con certificación americana que supone dificultades en suministro y sobrecostes. El actual desarrollo de la normativa de PCI en Europa permite plantearse el uso de productos con certificado europeo. A continuación se expone una comparativa general entre los ensayos de materiales resistentes al fuego en la que se pueden apreciar que las similitudes son más apreciables que las diferencias entre ambas normativas.

The use of American standards in the Fire protection Systems in Spanish nuclear power plants implies the use of materials with American certification which leads to difficulties in supply and to cost overruns. The current development of Fire protection standards in Europe opens the possibility of using products with European certification. Following is a general comparison between tests on fire-resistant materials, in which it can be seen that the similarities in both standards are more notable than the differences.



JAVIER CUETO AMIEVA

Coordinador del grupo de PCI
CENTRALES NUCLEARES
ALMARAZ - TRILLO

Ingeniero industrial superior en la especialidad de Energía y Fluidos por la Universidad de Oviedo. Ha desarrollado su carrera profesional en Empresarios Agrupados ligado al proyecto CNAT.

La normativa aplicable en la protección contra incendios en las centrales nucleares en España tiene la particularidad de ser normativa americana, sin tener en cuenta el país de origen del diseño de la central y dicha filosofía se ha mantenido con la publicación de la IS-30 Instrucción de seguridad del CSN sobre requisitos del programa de protección contra incendios y la Guía de Seguridad GS 1.19 Requisitos del programa de protección contra incendios.

El accidente de la central nuclear de Browns Ferry impulsó el desarrollo, en Estados Unidos, de la normativa PCI que representó un salto de calidad respecto a la normativa europea. Esta particularidad en la normativa de PCI propició que el Consejo de Seguridad Nuclear decidiese tomar como norma de referencia la normativa americana, en detrimento de la europea, y aplicar esa decisión a todas las centrales españolas.

Esta decisión tomada en los años 70 tiene consecuencias en la actualidad, principalmente en la compra de materiales con certificaciones de resistencia al fuego. La necesidad de cumplir con normativa americana (ASTM E-119, NFPA 251, NFPA 90, NFPA 80...) implica dificultades, retrasos y sobrecostes en el acopio de materiales que podrían evitarse utilizando productos con certificación europea. Las exigencias de la Unión

Europea respecto a la certificación de los productos a instalar en su territorio con normativa EN, y la reducida demanda de material resistente al fuego con certificación americana en España (la cual se limita prácticamente a las centrales nucleares), implica que no existan en el mercado productos con certificación ASTM o UL/FM o con doble certificación.

Por lo tanto, la industria nuclear española se ve avocada a la búsqueda de suministradores en EE.UU. o instaladores españoles que tengan acuerdos con dichos suministradores.

¿Qué consecuencias tiene para la industria nuclear tener que acopiar material a suministradores americanos? Se podrían resumir en tres puntos:

- **Aumento del plazo de suministro de material.** La logística y el transporte suponen un aumento de los plazos de suministro que pueden implicar cambios en la planificación de la implantación de una modificación de diseño.
- **Falta de suministradores interesados.** Cuando el acopio de material es de pequeña magnitud puede no resultar rentable para los suministradores y declinar la petición de oferta.
- **Sobrecostes.** El transporte, trámites necesarios, falta de competencia... implican que los materiales tengan unos sobrecostes que llegan a multiplicar el coste del material con certificación europea.

Estos factores hacen necesario de un análisis de la situación actual en lo referente a certificaciones de materiales resistentes al fuego. Una decisión tomada en un momento crítico del desarrollo de la normativa de la PCI ¿debe tener vigencia actualmente? ¿La normativa europea de PCI no está al nivel de la normativa americana actualmente?

Como criterio general se podría decir que ambas normas tienen muchos puntos en común pero diferencias en ciertos aspectos, configuraciones del ensayo o métodos de análisis de la integridad tras el ensayo de aislamiento térmico, que hacen que ambas normas no sean comparables al 100 %.

A continuación se analizan los criterios generales de la metodología de ensayo americana y europea, basándose principalmente en la norma ASTM E-119 ed. 2014 *Standard Test Methods for Fire Test of Building Construction and Materials* y la norma UNE-EN 1363-1:2000 *Ensayos de resistencia al fuego. Parte 1: Requisitos generales*.

CURVA DE TIEMPO-TEMPERATURA

Para el análisis comparativo de la curva tiempo-temperatura deben tenerse en cuenta dos factores: la propia curva indicada en cada norma y las características de los termopares de medición de la temperatura.

En la Figura 1 se puede observar que las temperaturas de la curva ASTM E-119 es superior a las de la curva UNE-EN en los minutos iniciales del ensayo, exactamente entre los minutos 10 y 30 del ensayo. La temperatura de la curva ASTM llega a ser un 3,5 % superior a la temperatura de la curva UNE-EN. A partir de ese momento la curva UNE-EN supera a la curva ASTM siendo ligeramente superior llegando esa diferencia a, aproximadamente, el 5 %.

Por lo tanto, para analizar cuál de los dos ensayos tiene una temperatura del horno más restrictiva se debería tener en cuenta la duración del ensayo. Para ensayos de corta duración (30 minutos) la curva ASTM es más exigente, y, a partir de ese momento, la curva UNE-EN pasa a ser más exigente.

El otro factor a tener en cuenta son los termopares de medición utilizados en ambos ensayos. En el ensayo americano los termopares están encapsulados en tubos de inonel mientras los termopares del ensayo UNE-EN están desnudos. El encapsulamiento de los termopares ASTM provoca un retraso en la respuesta de la medición de la temperatura, por lo que la temperatura en el horno es sustancialmente superior a lo medido por los termopares en los primeros 15 minutos del ensayo. Este efecto se va suavizando según avanza la duración del ensayo, aunque hará que la temperatura en el horno sea ligeramente superior a la medida en los termopares. Este efecto provocaría que la diferencia entre las curvas de temperatura se reduzca.

Existen ensayos que comparan la severidad de exposición de ensayos realizados según normativa ASTM E-119 y UNE-EN 1363-1 en la que se concluye que, para ensayos de corta duración (hasta 90 minutos) el ensayo según curva ASTM es ligeramente más severo que el ensayo según curva UNE-EN. En ensayos más duraderos, en el que se encuentra la resistencia al fuego normalmente exigida en centrales nucleares (180 minutos), se concluye que la diferencia de severidad entre las dos curvas de temperatura es prácticamente despreciable.

CANTIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE TERMOPARES DEL HORNO

La cantidad y distribución de los termopares del horno dependen del tipo de la muestra a ensayar. Cada normativa aplicable indica los termopares requeridos dependiendo del tamaño y tipo de la muestra. Adicionalmente, indica la posición geométrica respecto de la muestra y los elementos constructivos del horno.

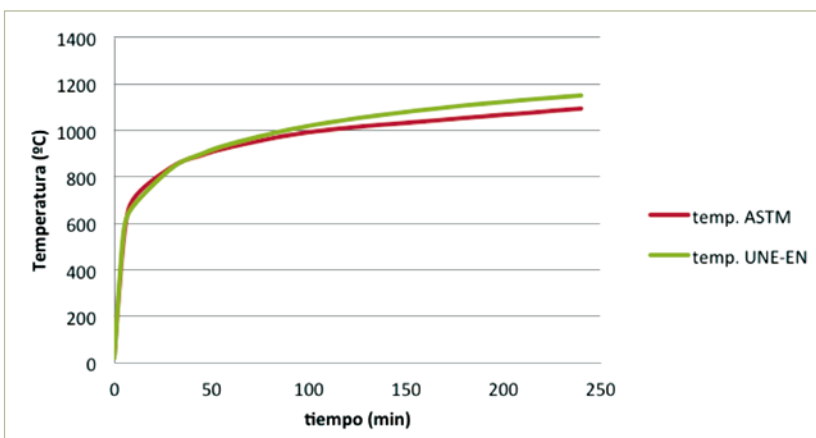


Figura 1. Curva estándar tiempo-temperatura.

De manera general se puede concluir que el número de termopares exigidos es similar aunque, normalmente, ligeramente superior en la norma ASTM. No se estima que se produzcan diferencias significativas en la medición de la curva de temperatura por el número y posición de los termopares entre ambas normas.

DESVIACIÓN PERMITIDA DE LA CURVA

La tolerancia permitida de desviación de los valores de temperatura medidos por los termopares del horno respecto de la curva estándar de la norma viene dada por un porcentaje de desviación entre la integral de la curva media medida durante el ensayo y la integral de la curva estándar.

La norma ASTM permite una desviación máxima del 10 % en ensayos durante la primera hora, del 7,5 % durante la segunda hora y del 5 % en adelante.

La norma UNE permite una desviación máxima del 15 % en los 10 primeros minutos, del 10 % hasta la media hora, del 5 % a partir de la media hora hasta la hora y del 2,5 % a partir de la primera hora. Adicionalmente, la temperatura registrada por cualquier termopar en el horno no se diferenciará de la temperatura normalizada correspondiente en ese instante en más de 100 °C.

Como se puede observar en la Figura 2 la norma UNE-EN es más exigente que la norma ASTM en el control de la desviación de la curva de temperatura estándar del horno.

REGISTRO Y MEDIDA DE LAS TEMPERATURAS DEL HORNO

Teniendo en cuenta los sistemas de medición y registro mediante programas informáticos utilizados en la actualidad en los que se dispone de lectura directa y se registran todos los datos simplemente se toma como un valor de mínimo.

De manera general, la norma ASTM E-119 indica que la temperatura del horno se medirá y registrará a intervalos que no excedan los 5 minutos durante las dos primeras horas y después a intervalos que no excedan los 10 minutos.

La norma UNE-EN 1363-1 indica que la temperatura del horno se medirá y registrará a intervalos no superiores a 1 minuto durante todo el periodo de exposición al fuego.

TAMAÑO DE LA MUESTRA

El tamaño de la muestra depende del componente a ensayar. De manera general, se pide analizar una muestra de características similares a la que se desea certificar y en una configuración representativa. En caso de tener muestras de distintas dimensiones que se desea certificar se deberá probar la más desfavorable. Cuando la muestra es de un tamaño superior al de los hornos se probará una muestra de las dimensiones que determine la norma correspondiente (p.e. para paneles no portantes se debe probar una muestra de 3x3 metros).

Existen diferencias entre los requisitos de las normas europeas y americanas tanto en dimensiones como en configuraciones. Generalmente la normativa europea es más exigente en las configuraciones de instalación de la normas, pidiendo que se pruebe la configuración final del componente una vez instalado. La norma americana es menos estricta en este aspecto, permitiendo por ejemplo que las puertas se prueben únicamente por el lado más desfavorable.

No es objeto de este artículo analizar de manera detallada este aspecto. Se debe realizar una comparativa de cada caso particular dependiente del elemento a probar: puertas, compueras, paneles, recubrimientos de estructuras metálicas, sellados...

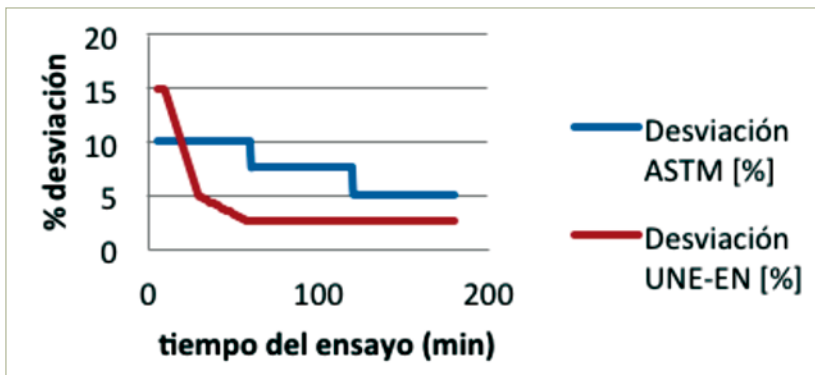


Figura 2. Curva de desviación permitida.

DISTRIBUCIÓN DE TERMOPARES EN LA CARA NO EXPUESTA

De igual manera que el apartado anterior la distribución de termopares depende del componente a ensayar. Por lo que se debe analizar cada caso en particular. De manera general la situación de los termopares en la cara no expuesta es más restrictiva en la norma europea al permitir que el termopar se instale más próximo a puntos débiles como la unión entre la muestra y estructura del horno.

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN DE AISLAMIENTO TÉRMICO

Uno de los criterios principales en la certificación de resistencia al fuego es el cumplimiento de los criterios de aislamiento térmico. Dicho criterio se basa en que en el lado no expuesto al fuego no se superen ciertos valores de temperatura media y de temperatura máxima. Aunque como en otros casos hay que analizar las particularidades de cada caso dependiendo de la muestra se puede realizar un análisis general de este criterio.

Según la norma ASTM E119 se considera que el ensayo ha sido satisfactorio si se cumple que la transmisión de calor a través de la muestra durante el ensayo de resistencia al fuego no provocará un incremento en la temperatura media de la superficie no expuesta más de 139°C sobre su temperatura inicial y que ningún termopar supere un 30 % la temperatura media límite (es decir un incremento de unos 180°C).

Según la norma UNE-EN 1363-1 se considera que el ensayo ha sido satisfactorio si se cumple que la transmisión de calor de la muestra durante el ensayo de resistencia al fuego no provoque una de las siguientes condiciones:

- Un incremento de la temperatura media sobre la temperatura media inicial superior a 140°C (en algunos casos se indica cuáles son los termopares con los que se calcula la temperatura media), o

- Un incremento de temperatura en cualquier punto (se tienen en cuenta todos los termopares) sobre la temperatura media inicial en más de 180°C en los termopares instalados en los puntos significativos

Por lo tanto los requisitos son similares en ambas normas, diferenciándose únicamente que la que la norma europea diferencia en ciertos casos los límites de los termopares según su situación. Se puede considerar que esta diferencia y la posición más desfavorables de ciertos termopares hacen que la norma europea sea ligeramente más estricta.

En este punto es importante resaltar que la normativa americana no exige un criterio de aceptación de aislamiento térmico para puertas cortafuego y compuertas cortafuego. Esta diferencia de criterios de aceptación puede hacer que los materiales usados en la construcción de dichos elementos sean notablemente diferentes entre equipos con certificados americanos y europeos.

Nota: No se han analizado los criterios de aceptación de sistemas de protección de elementos estructurales de acero que tienen unas temperaturas límites de aceptación superior relacionada con la capacidad estructural del acero y no con el aislamiento térmico al no ser elementos que se utilicen como barrera.

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN DE INTEGRIDAD

Respecto a los criterios de aceptación de integridad se puede diferenciar entre las pruebas realizadas durante en el ensayo de aislamiento térmico y el realizado a continuación de dicho ensayo.

La norma ASTM considera que la muestra de ensayo ha resistido el ensayo de resistencia al fuego sin paso de llama o gases calientes suficientes para provocar la ignición de un tampón de algodón, por un periodo de tiempo igual que el de la clasificación deseada.

Adicionalmente para conseguir un certificado de resistencia al fuego

mayor o igual a una hora se debe realizar un ensayo de chorro de manguera. La norma permite realizar el ensayo de chorro de manguera por dos vías distintas:

- Someter al chorro de manguera a un duplicado de la muestra inmediatamente después de realizar un ensayo de resistencia al fuego de la mitad de tiempo de la clasificación de resistencia al fuego a certificar.
- Someter al chorro de manguera a la muestra original tras el ensayo de resistencia al fuego.

Las condiciones del chorro de manguera vienen determinadas en la norma ASTM E2226 y la presión y tiempo del ensayo depende de las dimensiones de la muestra y de la duración del ensayo de resistencia al fuego.

Nota: No todos los casos requieren el ensayo a chorro de manguera, por lo que deberá analizarse particularmente. Por ejemplo, no se requiere ensayo a chorro de manguera en muestras de particiones de suelo o techo.

Como se puede comprobar en el análisis realizado la principal diferencia entre ambas normas es el requisito de un ensayo a chorro de manguera por parte de la normativa americana para comprobar la integridad de la muestra tras el ensayo, la cual es suplida en la normativa europea por una comprobación mediante galgas de la deformación sufrida por la muestra. El resto de requisitos son similares y se podría decir que ligeramente la normativa europea es ligeramente más desfavorable.

La situación actual del desarrollo de la normativa de PCI en Europa no tiene nada que ver con la de la época de la construcción de las centrales nucleares españolas. Se dispone de norma desarrollada y de materiales certificados con resistencia al fuego, probados por organismos independientes y de uso extendido en la industria europea y mundial. La diferente filosofía en el planteamiento del ensayo no hace comparable todos los casos, pero para muchos de ellos, los materiales utilizados y las composiciones de elementos (puertas, paneles, pinturas...) son similares en los productos con certificado ASTM y UNE-EN.

Lamentablemente, en un tema tan complejo no se puede finalizar con una conclusión, sino con el planteamiento de la necesidad de análisis más detallados y la posibilidad de realizar una apertura al uso de materiales con certificados europeos en las centrales nucleares españolas.■