



## Diferencias internacionales en resistencia al fuego



por ING. JAIME A. MONCADA\*

**En esta oportunidad, nuestro columnista hace un análisis comparativo entre los estándares aplicables a la hora de testear estructuras y materiales de construcción.**

**Hace un año, en esta revista, introduce el concepto de la resistencia al fuego, un tema que es relativamente nuevo en la mayoría de los países latinoamericanos.**

La resistencia al fuego se refiere a la capacidad de un material o estructura para soportar la exposición a las altas temperaturas de un incendio, sin perder su integridad estructural o convertirse en un peligro para la seguridad de los ocupantes del edificio o los bomberos que tratan de controlar el incendio. Los materiales resistentes al fuego (RF) están diseñados también para ralentizar



Los métodos de construcción y su resistencia al fuego en edificios de gran altura son muy similares a nivel mundial.

la propagación de las llamas. La resistencia al fuego se suele medir en términos de tiempo, en horas o minutos, aunque esto no necesariamente denota cuánto tiempo un material podría soportar un incendio real antes de que falle o pierda su eficacia.

## Códigos de construcción

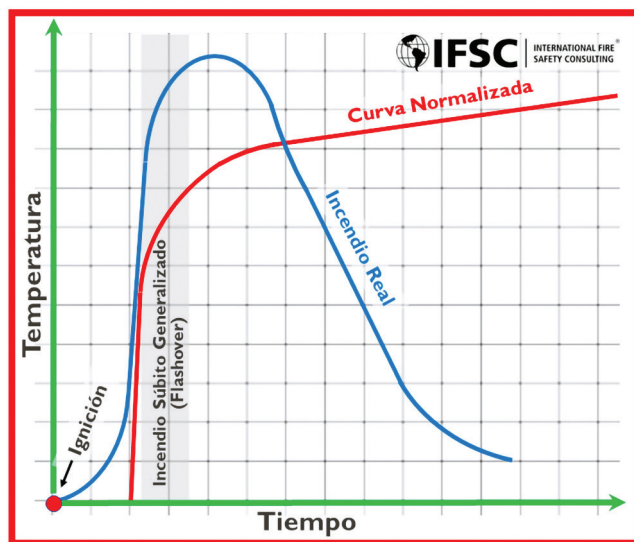
En esos países donde existe un código de construcción moderno, estos códigos, además de requerir sistemas contra incendios y medios de evacuación, establecen requisitos mínimos de RF para ayudar a mantener la integridad estructural. Tanto el Código Internacional de la Construcción (IBC) como el Código de Construcción y Seguridad (NFPA 5000) definen los tipos de construcción de los edificios, basados en una certificación de la resistencia al fuego de los elementos estructurales. Esta RF se refiere al tiempo, en minutos u horas, que los materiales han resistido una exposición al fuego en un horno de pruebas, bajo una Curva Normalizada Tiempo-Temperatura, que no necesariamente es equivalente a lo que ocurre en los incendios modernos. Esta curva la explicaremos con mayor detalle más adelante.

La resistencia al fuego de los elementos constructivos se evalúa bajo tres criterios o parámetros principales:

1. Mantener la integridad estructural, estabilidad o habilidad de soportar una carga a pesar de la exposición al incendio. En otras palabras, evitar colapso durante el incendio.

2. Proporcionar una barrera física para restringir la propagación del incendio y evitar el paso de las llamas.

3. Proporcionar aislamiento térmico de manera que la transmisión térmica se limite para que no se produzca la ignición de la superficie no expuesta, ni de cualquier material situado en la proximidad a esa superficie.



Los incendios modernos tienden a tener mayor temperatura pero también extinguirse más rápidamente que lo que se representase en la Curva Normalizada Tiempo-Temperatura.

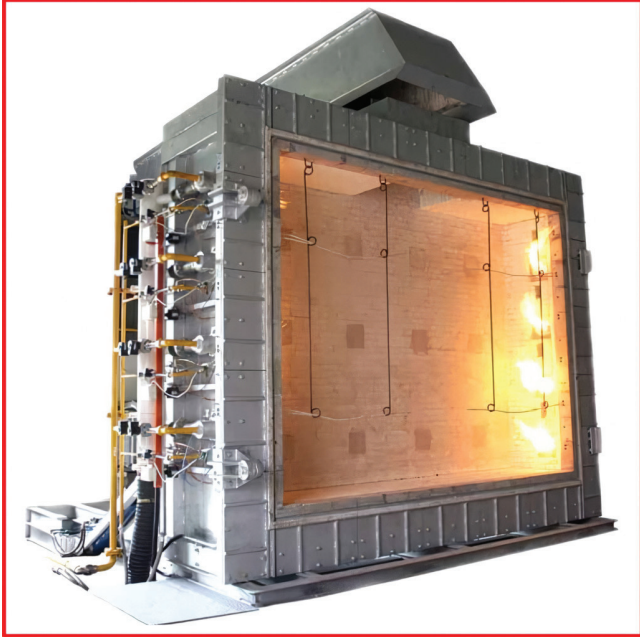
Hoy día la RF que debería tener un edificio se establece a través de una evaluación de su área construida, número de pisos, altura, porcentaje de fachada y distancia a otros edificios, dependiendo de la ocupación del mismo. Es decir, un edificio con una ocupación más riesgosa, por ejemplo un hospital, con un área constructiva, número de pisos y altura dada, debe ser construido con una estructura que tenga una resistencia al fuego más alta que la de un edificio idéntico con una ocupación menos compleja, como por ejemplo una tienda mercantil.

El IBC o la NFPA 5000 explican esto con mayor detalle. En estos códigos se establecen, dependiendo del documento, 9 a 10 tipos diferentes de construcción para los edificios. En la normativa NFPA, estos tipos de construcción están definidos en la NFPA 220, Norma Sobre los Tipos de Construcción de Edificios.

## Curva Tiempo-Temperatura Normalizada

La manera universalmente reconocida para establecer la RF de un elemento constructivo es a través de un ensayo en un horno de pruebas de resistencia al fuego, como el

mostrado en la foto anexa. En este sentido, la RF de vigas, columnas, puertas, secciones de pared, protecciones de penetraciones y juntas, etc., queda determinada por su rendimiento en este horno cuando el mismo se calienta siguiendo la Curva Normalizada Tiempo-Temperatura.



Horno de ensayos de resistencia al fuego para elementos constructivos.

Los primeros conceptos de ingeniería de protección contra incendios que trataron de cuantificar la severidad de estos fueron sobre el impacto que tenían en la estabilidad estructural de los edificios. Una de las primeras pruebas a elementos RF se efectuó en un club de arquitectos en Londres en 1790. Pero no fue sino hasta un siglo después (luego del Gran Incendio de Baltimore en 1904, el cual fue iniciado por el colapso durante el incendio en un edificio de 10 pisos) que en la Universidad de Columbia en Nueva York se empezó a estudiar cómo probar la resistencia al fuego de un edificio. Fue así como la Curva Normalizada Tiempo-Temperatura, que hoy día es utilizada de manera casi idéntica a nivel mundial, fue ideada.

Esta curva ha sido definida hace ya más de 100 años en la ASTM E119, Métodos Estandarizados de Pruebas para Ensayos de Resistencia al Fuego de Edificios y Ma-

teriales de Construcción. La antigua NFPA 251, norma con el mismo contenido que la ASTM E119, pero que fue retirada por NFPA en el 2010, también definía una curva idéntica.

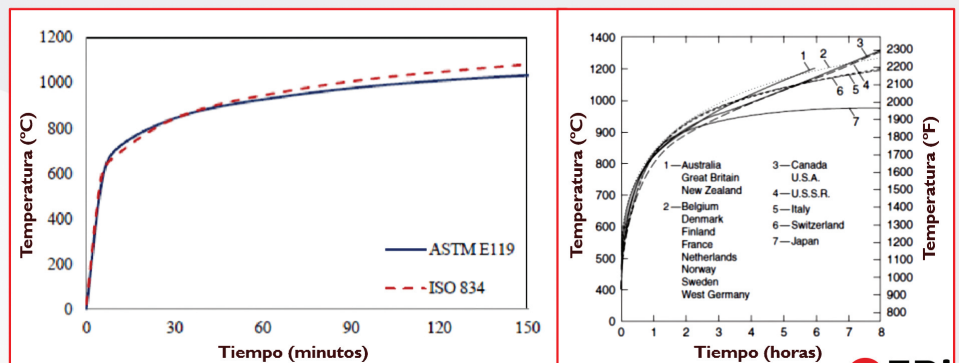
## Normativa internacional

Nosotros en Latinoamérica seguimos, en casi todos los países, la normativa de la NFPA. Sin embargo, es también común que algunos proyectos constructivos requieran especificaciones basadas en la normativa ISO o en los Códigos Europeos (o equipos europeos son importados a nuestros mercados locales y nos preguntamos si cumplen lo requerido por NFPA). Entonces es razonable preguntar cuál es la diferencia entre estas normas internacionales y las normas NFPA.

La buena noticia es que las normas internacionales, lideradas por ISO 834, Ensayos de Resistencia al Fuego – Elementos Constructivos en Edificios, utilizan una Curva Tiempo-Temperatura bastante similar a la que requiere NFPA, que a propósito para este tema usa como referencia la ASTM E119. Esto quiere decir que los especímenes constructivos que se ensayan en un horno de pruebas en la mayoría del mundo moderno, para establecer su RF, se analizan básicamente bajo la misma temperatura.

Se ha encontrado que en pruebas de RF de menor duración, quizás hasta 90 minutos, la prueba ASTM E119 es ligeramente más severa que la prueba bajo la curva ISO 834. En pruebas más largas ( $\geq 90$  minutos), la severidad del ensayo bajo ISO 834 es ligeramente superior. La siguiente figura, tomada de un curso sobre resistencia al fuego que yo dicto, compara diferentes curvas tiempo-temperatura de uso internacional.

### CURVA NORMALIZADA TIEMPO – TEMPERATURA (USO INTERNACIONAL)



Fuente: Curso sobre Resistencia al Fuego del Fire Protection Institute (FPI)  
SFPE Handbook, 3ª Edición



## Diferencias entre las pruebas europeas y las requeridas por NFPA

Como ya se estableció, las curvas tiempo-temperatura utilizadas en Europa son similares a las que se utilizan en la normativa NFPA, que como mencioné requiere cumplimiento de ASTM E119. La normativa europea es extensa sobre el tema de la resistencia estructural y establecer una comparación, punto a punto, entre los requerimientos europeos y los encontrados en NFPA sería casi imposible. Pero, en mi opinión, si una puerta o una pared con RF similar, tienen certificación ya sea en Europa o en los Estados Unidos o Canadá, mi tendencia es a aprobarla.

Las pruebas bajo ASTM E119 requieren una prueba de chorro de agua (hose test) para garantizar que el elemento constructivo sea capaz de soportar el abuso de una manguera de extinción de incendios de alta presión, algo que a mí me parece muy práctico. Los europeos no requieren esta prueba. Lo que sí me parece descabellado y sin ningún tipo de justificación técnica es lo que algunos importadores europeos en Sudamérica han sugerido: permitir solo certificaciones europeas y eliminar las basadas en ASTM E119.

Para ofrecer un ejemplo, un fabricante de paneles cortafuego latinoamericano nos contrató con el objetivo de comparar la norma europea de paredes cortafuego no portantes (BS EN 1364-1, Ensayos de Resistencia al Fuego para Elementos No Portantes. Parte 1: Paredes) con ASTM E119. A propósito, BS EN 1364-1 utiliza la curva tiempo-temperatura especificada en ISO 834. Como se puede ver en la tabla a continuación, existen diferencias, pero estas no son importantes.

## Diferencias entra la tabulación de la RF

Típicamente las pruebas de RF están diseñadas para elementos constructivos cuya resistencia al fuego generalmente se determina en términos de "RF" de 20 min, 30 min, 45 min, 1 hora, 1-½ horas, 2 horas, 3 horas y 4 horas. Tal vez una de las principales diferencias entre las normas europeas y NFPA/IBC está en cómo se expresa la clasificación de la RF. La resistencia al fuego en la normativa NFPA/IBC se expresa típicamente en horas, excepto para elementos RF de menos de 1 hora, cuando se expresan en minutos.

La normativa europea utiliza resistencias al fuego que se expresan en minutos, pero adicionalmente indican independientemente la Integridad (E), Aislamiento Térmico (I) y Control de la Radiación (W). Estas clases de RF se pueden entender mejor en la siguiente gráfica.

## Cómo se establece la RF

Típicamente esto se logra a través de pruebas en laboratorios de ensayos de resistencia al fuego. Estas pruebas son realizadas por un laboratorio independiente, siendo Underwriters Laboratories (UL) el laboratorio de ensayos más conocido. Factory Mutual también empezó a realizar estas pruebas recientemente. En Europa existen decenas de laboratorios de ensayo.

En Latinoamérica existen cuatro laboratorios de ensayos: IPT en Brasil, INTI en Argentina y dos en Chile: IDIEM y DICTUC. Sin embargo, debo recalcar que no es válido que el fabricante del elemento constructivo certifique su propio producto, ya que dicha certificación la debería determinar independientemente uno de estos laboratorios de ensayo.

MEDICIÓN EN LA PARED NO EXPUESTA AL FUEGO	ASTM E119	BS EN 1364
Incremento máximo de temperatura promedio encima de la temperatura inicial (Clasificación I)	≤121°C	≤140°C
Incremento máximo de temperatura encima de la temperatura inicial (Clasificación I)	≤163°C	≤180°C
Evidencia que no hay llama sostenida (Clasificación E)	✓	✓
Evidencia que los gases calientes no ha encendido una almohadilla de algodón (Clasificación E)	✓	✓
Medición de la radiación (Clasificación W)	X	< 15 KW/m2 a 1 m de la pared
Prueba de chorro de agua	✓	X

