

## LA RESISTENCIA AL FUEGO DE LOS EDIFICIOS: CASOS DE LAS EDIFICACIONES DE BAJA ALTURA

*Recientemente siniestros en edificaciones modernas en Lima han llevado a la reflexión de los especialistas, sobre la ausencia de Códigos que normen la capacidad de resistencia al fuego y la seguridad de las estructuras en nuestro país. Reproducimos un reciente aporte a los EUROCODIGOS de estructuras, a cargo del CEN/TC 250, lo reproducimos al pie que consideramos de interés.*

Según los partes contra incendio de los Eurocódigos Estructurales, los 3 principales materiales de construcción - el hormigón, el acero y la madera - no tienen el mismo comportamiento cuando son expuestos al fuego.

Los miembros estructurales de concreto, que tienen que depender del acero reforzado o del acero pretensado para tratar con fuerzas tensiles, son piro resistentes siempre y cuando la temperatura de acero esté por debajo de un valor crítico de aproximadamente 500/600°C para barras nuevas y 400°C para cables pretensados. Considerando una cubierta de concreto promedio de las barras de acero de 20 a 30 mm, las estructuras de concreto tienen un periodo de resistencia al fuego intrínseca de 60 a 90 minutos, a condición de que ningún fenómeno de fisuramiento térmico haya ocurrido. Se puede alcanzar un periodo de fuego de 180 a 240 minutos aumentando la cubierta de concreto. Sin embargo, desde un punto de vista económico, por lo general es más barato usar el material de protección contra incendios para reducir el periodo de calentamiento de estos elementos.



*San Miguel, Lima nov. 2007/Fuente: rpp.com.pe*

Debido a su alta conductividad, la temperatura de los elementos estructurales del acero está bastante cerca de la temperatura del fuego circundante. A este respecto, y considerando una temperatura crítica similar a la de alguna de las barras nuevas (500/600° C), el periodo de resistencia al fuego de los elementos del acero es alrededor de 10 a 20 min. Para alcanzar periodos de fuego de 60, 120, y por encima de los 240 min, por lo general es necesario utilizar una cubierta de protección contra el fuego, el espesor de la cual podría variar desde unos pocos milímetros hasta 50/60 mm, dependiendo del tipo de material y de otros parámetros relevantes.

Los elementos estructurales de la madera, sea maciza o laminada, dependiendo del tamaño de la sección transversal, pueden alcanzar periodos de fuego de 60 min, a condición de que los elementos que aseguran la estabilidad total tengan la misma resistencia al fuego. Para periodos mayores de resistencia al fuego, el empleo de material de protección contra incendios es generalmente necesario.

Obviamente, el uso de un material de protección contra incendios conduce a un incremento en el costo de la estructura. Este incremento podría alcanzar el 30/40 % del costo total.

Este breve resumen sobre la factibilidad de algunos materiales de construcción es sólo válido en el contexto de una exposición al fuego estándar (también llamado "fuego ISO") el cual es todavía la base para regulaciones normativas en lo que a la seguridad contra incendios concierne.



*Edificio El Mirador. San Isidro (Domingo 9 de mayo 2010. Fuente: rpp.com.pe*

Entonces tenemos que tener presente que los elementos estructurales R60 no tendrán un comportamiento de fuego real de 60 min en caso de un verdadero fuego y sin duda podrían ser muy diferentes. Además, cuando se trata del comportamiento de un verdadero edificio, el cual es el objetivo de cualquier regulación contra incendios, es necesario considerar otros parámetros, tales como la interacción entre elementos estructurales y, por consiguiente, el comportamiento de las conexiones en el fuego. La experticia sobre este tema no es consistente entre varios de los materiales: algunos métodos de cálculo como el EN 1993-1.2 (estructuras de acero) o el EN 1995-1.2 (estructuras de madera) dan reglas de diseño para temperaturas elevadas cuando otros como el EN 1992-1.2 (estructuras concretas) no lo hacen.

En dichas condiciones, para esas regulaciones nacionales que no se basan en la performance, los niveles de la resistencia al fuego que exijan las regulaciones normativas (o disposiciones pensadas para satisfacer) podrán tener varias consecuencias económicas, dependiendo del material usado para los elementos estructurales. En consecuencia, es absolutamente necesario para cualquier requisito ser justificado en función de su necesidad de alcanzar los niveles requeridos de seguridad en la obra de construcción o urbana que está siendo considerada.

Si no hay ninguna duda de que es necesario un gran nivel de resistencia al fuego para impedir el colapso prematuro de edificios de varios pisos, en particular para los edificios altos, el periodo de resistencia al fuego para edificios de un solo piso es generalmente innecesario. Esta moderna forma de construcción no está gobernada por el principio: Cuánto mayor es el periodo de resistencia al fuego, mejor es el nivel de seguridad; éste necesita ser evaluado usando las herramientas de ingeniería contra incendios para evitar métodos costosos aunque ineficaces de protección contra incendios para reducir el nivel de riesgo.

Cuando las regulaciones exigen el fortalecimiento de la resistencia al fuego en los edificios de múltiples pisos, lo hacen por la seguridad de la vida de las personas (inquilinos y bomberos) ubicados por encima del nivel del fuego y también para proteger la propiedad. Sin embargo, para edificios de un solo piso, no hay personas o propiedades por debajo del nivel del fuego. Para este tipo de construcción, el análisis de riesgo tiene que tomar en cuenta lo siguiente:

o antes que nada, necesitamos tener en cuenta que, si hay un incremento de temperatura en el cuarto del incendio, es debido al contenido de combustible y, algunas veces, a los materiales combustibles usados para la estructura y tejidos. Nunca es solamente el elemento combustible estructural, si hubiera alguno, el que puede conducir a un muy severo fuego que pudiera poner en peligro a las personas y a la propiedad. En consecuencia, sería erróneo suponer que es posible proteger la propiedad incrementando la resistencia al fuego de la estructura que soporte una carga.



*Las Begonias, San Isidro  
(28/02/2008)*

o en segundo lugar, cuando se trate de la seguridad de la vida y la salud, sólo deben considerarse parámetros relevantes y no reglas simplistas apropiadas tales como “tiempo de egreso” o “tiempo para las operaciones de bomberos” más bajos que el tiempo de resistencia al fuego de una construcción de un solo piso. Para las personas, la métrica para el peligro no deberá referirse al tiempo sino al producto del gas tóxico y a la cantidad de flujo de calor en las inmediaciones. Es importante recordar que una capa de gas caliente a 500° C conduce a un flux térmico cercano a los 20kW/m<sup>2</sup> y a 700°C a 50 kW/m<sup>2</sup> más o menos, bajo tales condiciones térmicas el quemado DE LA PIEL PUEDE OCURRIR EN SOLO 1 MINUTO. Generalmente, hay consenso en que el umbral crítico es de 2.5 kW/m<sup>2</sup>, mucho más bajo que el flujo de calor emitido cuando los elementos estructurales fallan.

o de la misma manera, de acuerdo con los servicios de operaciones contra incendios, no será la duración de la resistencia al fuego el parámetro nocivo, puesto que el riesgo de falla de la estructura podrá ocurrir en un nivel de temperatura que no puede ser soportado por los bomberos. El grado en que el fuego se ha desarrollado cuando el servicio contra incendios está listo para actuar es el factor clave que determina si realmente ellos pueden o no entrar en un edificio de un solo piso.

o en particular, la estabilidad total de la estructura tiene que ser considerada con exactitud. En caso de un fuego localizado, una falla local del edificio no debería conducir a un colapso progresivo que podría poner en peligro las vidas o incluso la propiedad en las áreas que están alejadas de los gases calientes y del humo.

Muchas regulaciones nacionales han tomado en cuenta esta especificación para construcciones de un solo piso al no solicitar el periodo de resistencia al fuego en dichas obras, sino concentrar sus requisitos en las instalaciones de salida y en la temprana detección de incendios y/o la supresión del mismo. Ninguna información, resultante del alto número de incendios reales que ocurren cada año, ha mostrado que estas clases de requisitos normativos son inseguros y podrían poner en peligro a las personas. Sin embargo, parece ser que en algunos países los reguladores responsables de mantener la regulación de seguridad contra incendios han olvidado estos principios básicos y están solicitando los periodos de resistencia al fuego de hasta 120 minutos para un fuego ISO para dichos edificios de un solo piso.

Es siempre perjudicial solicitar métodos ineficientes para disminuir el nivel de riesgo, ya que dicha inversión debería servir para mejorar el uso de métodos de protección

más productivos contra incendios. Esto es cada vez más pertinente al considerar la situación económica actual y, en particular, el desarrollo sostenible.

Ya que no es posible cubrir todas las publicaciones de seguridad contra incendios con un código basado en la performance (que podría referirse a la norma ISO 23932 de próxima publicación, sobre Principios Generales para la ingeniería de seguridad contra incendios) y que la utilidad de los códigos normativos puedan durar décadas, no obstante es necesario que cualquier requisito legal sea desarrollado de modo que:

- El objetivo requerido sea claramente expresado,
- luego, que las medidas normativas relevantes para este objetivo sean dadas
- Y lo que es más importante, que pueda ser demostrado con exactitud de que manera las medidas normativas cumplen con estos objetivos, no sólo de una manera convencional, en el contexto de un fuego estándar y elementos aislados, sino por el comportamiento total de la estructura completa sometida a un fuego real, el cual es el objetivo exclusivo de cualquier regulación.

Los reguladores responsables de redactar dichas regulaciones necesitan ser cuidadosos en no exigir métodos de protección contra incendios inconsistentes que no hayan demostrado ser adecuados para reducir riesgos. Cualquier otra forma de abordar este problema sería perjudicial para la economía de la construcción al forzar a los propietarios de la construcción a invertir dinero en métodos ineficientes introduciendo intencionalmente un sesgo en la competencia entre los materiales de construcción.

---

*Joël Kruppa, Convenor of the Horizontal Group "Fire" of CEN/TC250 "Structural Eurocodes"*