

La seguridad contra incendios y la arquitectura

César Martín Gómez. Dr. Arquitecto

Natalia Mambrilla Herrero. Arquitecto

Profesores de la Sección de Instalaciones y Energía de la ETSA de la Universidad de Navarra

“Al suprimir, de una vez por todas, los materiales combustibles en la construcción, será posible acabar con los seguros de incendios. No obstante es preciso que la arquitectura siga teniendo bien presente, en todos los casos, el tema de la seguridad frente a los incendios”¹.

1. INTRODUCCIÓN

La protección contra incendios es una materia de conocimiento multidisciplinar y transversal que afecta al conjunto del edificio y de su proceso proyectual: disposición del programa, estructuras, construcción...

Un texto aproximativo como este, corre el riesgo de ser demasiado generalista o de centrarse solo en algunos de los detalles, olvidando otros. En todo caso, ha de buscarse la consecución de tres objetivos: Seguridad de personas, protección de bienes, y continuidad, a ser posible, de las actividades teniendo que considerar dos conceptos:

- *Prevención*. Medidas tendentes a evitar que el riesgo se convierta en accidente o siniestro, evitando que, por conjunción de factores, se inicie el fuego.

- *Protección*. Medidas tendentes a evitar la propagación o a limitar sus consecuencias en el caso de que, a pesar de la prevención, el accidente o siniestro se produzca, tanto en pérdidas humanas como en pérdidas materiales. Todo ello debe ir conjugado con un plan de lucha contra incendios, que incluya sistemas de detección, alarma y extinción.

Para realizar este recorrido por la influencia de la protección contra incendios en la concepción de la arquitectura actual, se utiliza como guión el siguiente esquema:

Esquema de gestión del diseño de protección contra incendios

¹ SCHEERBART, Paul. “La arquitectura de cristal”, Colegio oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Murcia, 1998, p.138. Texto original de 1914.

Se trata de un esquema nacido de la práctica académica, pero que se aplica sin modificación alguna a la práctica profesional. Un esquema que como tal, supone una simplificación de la realidad, pero que resume con claridad los principales factores a tener en cuenta en el estadio inicial del diseño de la protección contra incendios:

- Uso, entendido éste como el estudio de la disposición y distribución del programa del edificio.
- Sectorización.
- Evacuación.
- Resistencia y reacción.
- Instalaciones de protección activa.

Sobre protección contra incendios hay mucho escrito e investigado, y de hecho hay que tener en cuenta que la protección contra incendios va mucho más allá de la colocación de unas instalaciones más o menos sofisticadas. De hecho, una buena parte de la carga de seguridad de un edificio está asociado al correcto diseño 'pasivo' de arquitectos e ingenieros desde los primeros estadios de la concepción del edificio.

Las medidas de protección frente a un incendio se pueden clasificar en pasivas y activas. Las primeras están encaminadas a facilitar la evacuación del edificio y a asegurar la contención del mismo dentro de un recinto hasta la llegada de los servicios de extinción (exigencias estructurales de resistencia al fuego y de los elementos constructivos). Estas medidas también repercuten en otros sistemas, por ejemplo, las instalaciones de climatización cuyos conductos atraviesa distintos sectores de incendios y deben aislarse frente al fuego, aunque la primera lógica medida sería plantear los recorridos de los conductos por sectores de incendios independientes.

Las medidas activas comprenden las instalaciones de detección y los diversos sistemas de alarma, señalización y extinción.

2. USO DEL EDIFICIO

Como se señala, el primer paso es el uso del edificio. Pero el uso del edificio en la actualidad, con programas complejos e integradores de varios usos simultáneamente en el mismo edificio (concepto anglosajón del 'mixed use building'), ha llevado a plantear este apartado como una reflexión sobre los parámetros que afectan a varios usos o tipologías, lo cual sirve para exponer información extrapolable a otros casos, remitiendo a la normativa para una definición más detallada.

Residencial. A diferencia de Estados Unidos, donde hay un incendio residencial aproximadamente cada minuto, en Latinoamérica las viviendas son más seguras porque están construidas con materiales poco combustibles, como el ladrillo o el cemento.

Hospitalario. Son los edificios más importantes de la comunidad, por lo que en numerosos aspectos suelen presentar las soluciones más avanzadas de su época. Por supuesto, tienen sus particularidades, como priorizar la evacuación horizontal a otros sectores de incendios en la misma planta, para trasladar con rapidez y seguridad a los enfermos, en cuyo caso además hay que establecer recintos de evacuación intermedios que cuenten con instalaciones específicas (oxígeno, vacío, tomas eléctricas,...) para atender a los enfermos críticos hasta que acudan los servicios de extinción.

Pública concurrencia. En edificios de pública concurrencia es necesario que se generalice la implementación de los sistemas tradicionales con otros adicionales para las personas con algún grado de minusvalía, ya sea visual (señales acústicas secuenciadas, paredes con señalización en relieve) o auditiva (pilotos de balizado secuenciados, bucles magnéticos).

Industrial. Cabría la posibilidad de hablar en realidad de actividades industriales, donde cada conjunto de operaciones desarrollada en los edificios, debería tratarse de un modo muy específico para valorar las medidas de seguridad contra incendios.

Espacios de gran volumen. En estos casos, aunque no se trate de un uso en sí mismo, es habitual por ejemplo en los centros comerciales, donde la normativa admite soluciones especiales si se cumple una determinada configuración volumétrica en la relación entre las superficies delimitadoras, paredes y techos, y la superficie construida. Así por ejemplo, la protección contra incendios puede completarse con la colocación de exutorios en la parte superior que se abren en caso de incendio, aunque no es un sistema siempre recomendable, ya que, en función de la carga de fuego interior, los servicios de extinción pueden considerar más adecuado ser ellos quienes los accionen manualmente para controlar el caudal de aire en la zona del incendio.

Edificios en altura. Para definir qué es un edificio en altura, se consideran tres parámetros: que estén fuera del alcance de los equipos de los bomberos accionados desde el suelo, que presente gran posibilidad de efecto chimenea, y que su altura imposibilite un tiempo de evacuación razonable.

Los edificios en altura presentan algunos problemas que no se encuentran normalmente en otros edificios. Los relacionados con la seguridad de las personas llegan porque el tiempo de evacuación incrementa en proporción con la altura. El tiempo requerido puede ser mucho mayor que el tiempo de desarrollo de las condiciones insostenibles del humo en escaleras y otras partes del edificio alejadas del fuego.

Una adecuada compartimentación de un edificio en altura es el componente más importante. Se ha ganado mucha experiencia y está disponible mucha información sobre los elementos que conforman la compartimentación. No obstante una adecuada resistencia a la propagación

del fuego no asegura una buena resistencia a la propagación del humo, que es el principal peligro para las personas durante un incendio. La solución depende del diseño del edificio como un todo, integrando por ejemplo sistemas de control de humos, o el empleo de rociadores como medida efectiva de control del incendio.

Surgen dos preguntas: ¿Es más importante el retraso en la detección en los edificios de gran altura que en otros edificios? ¿Es posible la evacuación total en un tiempo razonable? La detección en un edificio de gran altura no debe ser planteada a priori en términos de evacuación total del edificio, por lo que la detección temprana puede ser menos importante que en otros edificios. Si se plantea la evacuación selectiva (parcial), la decisión debe ser qué parte de los ocupantes debe ser avisada y la forma más eficaz de alerta.

Conforme los edificios son más grandes y altos y los requerimientos de protección más estrictos, el factor peso forzará a los diseñadores a usar más una protección contra incendios ligera.

Soluciones singulares. Respetando la normativa en vigor, existen multitud de posibilidades adaptadas a la casuística arquitectónica: depósitos de agua de incendios exteriores que se usan como piscinas, disposiciones constructivas y urbanísticas para dificultar la propagación del fuego, escaleras exteriores por fachada para facilitar la evacuación, etc.

3. SECTORIZACIÓN

La eficacia de la lucha contra el fuego disminuye rápidamente a medida que el incendio se propaga, por lo que la sectorización se revela como pieza fundamental del engranaje de la protección contra incendios.

Para poder aislar del fuego un espacio hay que tener en cuenta cómo influyen las características de un edificio en su desarrollo:

- *Volumen del recinto donde se inicia el fuego.* Cuanto más pequeño sea, más rápidamente se desarrollará el fuego, porque el aire contenido se calentará con mayor rapidez, y con él los combustibles presentes.
- *Altura del recinto.* Cuanto menor sea la altura, más rápidamente se desarrollará el fuego, porque la concentración de gases combustibles en el humo será mayor y estos alcanzarán antes su temperatura de ignición. Cuando arden los gases contenidos en el humo, el incendio se propaga a gran velocidad a todo el recinto inundado por el humo, ya que los gases ardiendo propagan el fuego a otros combustibles alejados del foco original incluso antes de afectar a combustibles más próximos al foco. En recintos de techo alto, el humo se enfría y se diluye más rápidamente, sin propagación del fuego por gases en combustión.
- *Ventilación.* Si hay aporte suficiente de aire, el fuego se desarrolla con rapidez, mientras que si el edificio es hermético, el oxígeno libre en la atmósfera interior va disminuyendo al irse combinando con los combustibles durante el incendio, y la

intensidad del fuego irá decreciendo al disminuir el comburente. Si el aporte de aire se produce por más de una abertura, se generarán corrientes que aportarán oxígeno al fuego con mayor rapidez. Por tanto, el tamaño, número y disposición de las aberturas de ventilación condicionará la evolución del incendio.

A estas características del edificio se unirán las de los combustibles involucrados, e incluso su posición dentro del recinto, por lo que el número de variables es tan amplio que el desarrollo seguido por un incendio puede ser muy diferente de un edificio a otro.

Para que un edificio quede convenientemente compartimentado, los pasillos y escaleras como vías de escape, así como los conductos verticales de todo tipo, sean ascensores, conductos o tendidos de cableado eléctrico, tienen que estar aislados por elementos cortafuegos y por puertas antifuego de cierre automático a fin de impedir la propagación del fuego y de productos de la combustión a través del edificio, evitando que la propagación del calor y las llamas cause una ignición en un piso o recinto adyacente. Y por último, no hay que olvidar que el humo y los gases se mueven a través del edificio con mayor rapidez y facilidad que las llamas.

4. EVACUACIÓN

No deja de resultar irónico que un incendio incontrolado se considere más una amenaza para la propiedad que para la propia vida. Suele considerarse que los proyectos evacuación están bien resueltos cuando cumplen la normativa, pero hay que tener en cuenta que el conocimiento en el área de la conducta humana en incendios es relativamente reciente. Sus orígenes y repercusiones se han investigado, a través de la disciplina denominada Diseño Basado en Prestaciones (PBD por sus siglas en inglés Performance Based Design) de la que se habla más adelante.

En este proceso, cuando se consideran varias medidas que pueden influir en la seguridad, es aconsejable empezar por predecir el tiempo necesario para evacuar el edificio. Es más, cuando se tolera la destrucción total de la propiedad, es posible modificar el concepto de diseño, ya que la evacuación del edificio es el único rasgo que debe ser considerado.

Al plantear un proyecto de evacuación es necesario tener en cuenta dos factores:

Comportamiento humano

El comportamiento de los ocupantes suele mostrar una falta de asimilación y análisis de la información que dificulta la toma de decisiones racionales. Aunque es frecuente suponer que durante las grandes catástrofes cunde el pánico, y se producen peligrosas avalanchas que contribuyen a aumentar las muertes en los edificios incendiados, lo cierto es que el pánico, a diferencia de lo que muestran las películas, es un comportamiento poco frecuente en un incendio. La ciencia del comportamiento humano ha llegado a la conclusión de que, en general, el ser humano está programado para reaccionar lentamente ante una emergencia, salvo

aquellos que habían vivido previamente una situación de gran peligro o han sido entrenadas ante estas situaciones.

La causa predominante de las muertes en edificios incendiados es la asfixia o envenenamiento por monóxido de carbono, que sorprende a la víctima cuando no consigue encontrar una vía de escape a causa de las densas acumulaciones de humo.

Se ha demostrado la utilidad de contar con recintos de incendio convenientemente sectorizados, capaces de albergar a las personas que, por cualquier causa, no puedan evacuar con seguridad la zona. Conviene que estos sectores se sitúen en zonas comunicadas con el exterior y con posibilidad de obtener aire fresco. La señalización debe ser claramente visible.

Debe preverse que todos los ocupantes puedan ser advertidos con tiempo suficiente para permitir su salida antes de que algún tramo de la ruta se vuelva insostenible.

Vías de evacuación

Para asegurar la evacuación, los edificios deben estar sectorizados y provistos de escaleras protegidas del fuego y humo, con rutas de evacuación adecuadas.

Una persona que salga de una habitación debe tener dos vías de escape utilizables en dos direcciones distintas, de manera que si una de las vías está interrumpida por el fuego, la otra todavía puede utilizarse.

Se pueden prever formas alternativas de evacuación, como por ejemplo acceso a cubierta con vía de escape a través del edificio adyacente, o pasarela desde una ventana que da acceso a otra abertura similar del edificio contiguo. Cuando la escalera es la única vía de escape, debe tener vestíbulo en cada piso. Si el sótano tiene una ocupación diferente a la del edificio y entrada propia desde el exterior, se debe separar completamente del resto del edificio. Cuando el acceso se realiza por la escalera interior del edificio, en planta baja la escalera debe separarse con un cerramiento resistente al fuego.

Las vías de evacuación deben ser evaluadas en conjunto con la resistencia al fuego del edificio y su compartimentación, con sus acabados interiores, con los sistemas activos de supresión de incendio y los sistemas de alarma, detección y notificación de incendios, entre otros.

En edificios con una cierta escala, resulta crucial abordar el diseño estos elementos desde el primer momento. Piénsese que plantear la evacuación de un edificio con una escalera especialmente protegida y con ventilación directa al exterior o por sobrepresión, puede generar dos edificios que, con el mismo programa, sean formalmente diferentes. A diferencia de la solución por ventilación directa al exterior, el sistema por sobrepresión, requiere el mantenimiento constante de una instalación.

Como muestra de la relación entre distintas instalaciones, al mejorar la evacuación en un edificio público mediante un aumento del número de puertas exteriores, disminuye la seguridad

del edificio, lo que obliga a la implantar de medidas anti-intrusión adicionales (contactos de puertas, cámaras, etc.).

5. PROTECCIÓN ESTRUCTURAL

No hay que confundir resistencia al fuego con incombustibilidad. La resistencia al fuego de un sector de incendio debe ser tal que la carga de fuego que encierra puede quemarse sin que se propague el fuego a otros sectores, al menos en teoría. Además, si la compartimentación está bien planeada y construida, los ocupantes no deberían necesitar evacuar el resto del edificio.

Igual que sucede con la acción del viento, la de fuego depende en gran medida de la tipología constructiva, de forma que de antemano puede dictaminarse que determinadas construcciones poseen mejor resistencia al fuego.

No obstante, no hay que olvidar que, para que haya fuego, es necesario algo que pueda arder. Este axioma elemental se olvida cuando, por ejemplo, se exige una resistencia al fuego de una, dos, tres y a veces cuatro horas, a la estructura de un edificio de oficinas en el que, en cada local, pueden encontrarse apenas algunos kilos de papel. Para prever un incendio de tan larga duración es preciso la presencia de combustible suficiente para alimentarlo. Por ello, la carga de fuego ha llegado a ser el criterio fundamental para la apreciación de la intensidad y la duración posible de un incendio.

En la actualidad, la mayoría de las decisiones sobre la resistencia al fuego requerida por los elementos estructurales se basan en la clasificación de la ocupación, las alturas y las tablas de áreas de las regulaciones correspondientes. Lamentablemente, los valores concretos se basan en la tradición y el juicio, sobre todo en la determinación de las áreas de los sectores de incendio, con poca o ninguna base empírica o teórica. Es más, resulta preocupante comprobar como la resistencia al fuego de los elementos y sistemas estructurales se seleccione con frecuencia de catálogos o listados de los montajes ensayados.

Si el fallo de cerramientos o cubiertas puede afectar a la evacuación, producir víctimas o permitir la propagación del incendio, es necesario dotar a estos elementos de la suficiente resistencia a fuego para impedir su fallo, o prever recursos para disminuir la severidad del incendio. Lo característico de la estructura es su resistencia, la capacidad de soportar grandes temperaturas durante mucho tiempo sin fallo. Aumentar la resistencia al fuego de la estructura es a priori una ventaja en el diseño de la protección contra incendios.

Tanto la madera como el acero y el hormigón, a pesar de los problemas de vulnerabilidad que presenta cada uno de ellos, pueden ser utilizados en estructuras seguras frente al fuego. Únicamente es preciso disponer y utilizar correctamente los materiales.

Estructuras de madera

En todos los incendios donde intervenga la madera se dirá que este material fue origen y alimento del siniestro, porque ardieron escaleras, vigas o revestimientos de madera. Sin embargo, no se suele mencionar que la madera difícilmente puede ser la causa, o que después del mismo, el edificio quedó en condiciones aceptables, y que los bomberos pudieron actuar con seguridad ante la firmeza de sus estructuras. Por el contrario, comparando este tipo de incendios con los que ocurren en edificios modernos, sin estructura de madera pero donde encontramos moquetas, telas o plásticos, se observa en éstos, por lo general, derrumbamiento casi total de la estructura, víctimas por asfixia o envenenamiento, dificultad en el salvamento, resbalamiento en escaleras durante la evacuación por fluidificación de los plásticos, gran carga calorífica, etc.

No hay que olvidar, además, que aunque la madera es combustible e inflamable en estado natural, su inflamabilidad puede eliminarse mediante tratamientos ignífugos.

Estructuras de acero

Con la esperanza de poder solucionar el problema de los grandes incendios que asolaron a lo largo de la historia conjuntos enteros de edificaciones con estructura de madera, se empleó el acero como material constructivo, comprobándose más tarde que también presenta frente al fuego otros problemas específicos.

Estructuras de hormigón

Si bien este material presenta buenas cualidades en su comportamiento frente al fuego, estas solo se conservan durante un tiempo limitado, que depende, fundamentalmente, de su grado de exposición al fuego. El deterioro de la resistencia mecánica del hormigón se debe no solo a la destrucción por calcinación de sus componentes químicos, sino también a la destrucción parcial de áreas superficiales por el choque térmico producido por los chorros de agua fría empleados en la extinción del incendio. El resultado de estos cambios bruscos y fuertes contrastes de temperatura en la cara exterior del hormigón es una red de fisuras o microfisuras que alcanzan cierta profundidad. Pero además, a causa de las fuertes dilataciones sufridas por las armaduras, su capa de recubrimiento suele desprenderse total o parcialmente, o bien queda mermada la adherencia entre ambas, facilitando el desprendimiento del recubrimiento.

6. INSTALACIONES DE PROTECCIÓN ACTIVA

La mayor parte de las instalaciones de protección contra incendios, al contrario de lo que sucede con las de climatización, eléctricas o sanitarias, no son verificables a través de su funcionamiento cotidiano, y a pesar de ello deben poder garantizar unos niveles

imprescindibles de eficacia y fiabilidad. Es por ello que las funciones de selección, diseño, instalación, prueba, mantenimiento e inspección periódica de los sistemas contra incendios deben ser realizadas por profesionales con formación, conocimientos técnicos y experiencia.

En opinión de los autores, las instalaciones pueden agruparse en cuatro grandes grupos:

6.1. Alumbrado de emergencia y señalización

Para que estos elementos, fundamentales en caso de evacuación, cumplan su función, deben resultar claramente visibles. Hay que integrarlos en el diseño, pero nunca esconderlos.

6.2. Detección

Las oportunidades de evacuación solo son altas si hay instalado un sistema de detección temprana y de alarma. Actualmente el mercado ofrece soluciones específicas de detección para la diversa casuística de la edificación.

6.3. Extinción

Hay que tener en cuenta que para cada tipo de fuego existe un agente extintor apropiado, siendo inútiles algunos agentes en fuegos concretos e incluso peligrosos o contraproducentes.

Rociadores de agua. Los sistemas de rociadores automáticos están normalmente diseñados para que cada rociador individual reaccione ante el calor de un incendio y distribuya agua sobre la fuente de calor. El sistema de rociadores es muy eficaz porque da la alarma y empieza a extinguir el incendio al mismo tiempo. Su desventaja es el coste.

Agua nebulizada. Las gotas de agua son de muy pequeño tamaño, con lo que se optimiza la superficie de intercambio de calor y su evaporación para ayudar a enfriar el incendio, al tiempo que se reducen los daños producidos sobre equipos eléctricos. Es una tecnología que proviene del ámbito naval.

Espuma. Se realiza a través de la mezcla de agua, espumógeno y aire. Puede ser de baja, media o alta expansión, siendo la expansión la relación entre el valor inicial del volumen de agua/espumógeno y el volumen final de espuma. Tiene la capacidad de posarse sobre los combustibles separándolos del oxígeno del ambiente 'ahogando' el fuego y enfriando el material.

Dióxido de carbono. Se emplea a menudo en aplicaciones donde el agua resulta insegura o ineficaz. Se utiliza desde los años veinte en la extinción manual de incendios eléctricos y de líquidos inflamables. Los sistemas automáticos de CO₂ son eficaces para proteger grandes

equipos no confinados, así como para bienes que el agua podría dañar tanto como el fuego o el humo.

Agentes químicos. A principios del siglo XX, la tecnología de extinción sumó a los tres mecanismos de extinción existentes –enfriamiento, eliminación de oxígeno y eliminación de combustible–, los inhibidores de las reacciones químicas en la propia llama. En los años cuarenta fueron ampliamente empleados como inhibidores los agentes halogenados, hasta que ensayos y experiencias en América y Europa mostraron su alto grado de toxicidad y el de los productos de su descomposición.

El crecimiento de los centros de ordenadores y telecomunicaciones revivió la necesidad de un agente rápido y seguro que extinguiera los fuegos eléctricos, lo que condujo al empleo de gases fluorados de menor toxicidad e impacto ambiental. Por primera vez, la preocupación medioambiental superó la preocupación por la protección contra incendios para determinar el agente extintor adecuado en industria y vivienda.

Atmósferas con baja concentración de oxígeno. El sistema tiene como objetivo reducir el nivel de oxígeno en las áreas protegidas hasta un porcentaje que impida la combustión. Aunque esta solución no es tóxica, la falta prolongada de oxígeno produce deficiencias en la respiración y pérdida de conciencia, por lo que su uso implica que esos espacios no puedan estar ocupados permanentemente.

6.4. Ventilación

Aunque los sistemas de control de humos no apagan ni controlan el fuego, contribuyen a la lucha contra el mismo y a la evacuación del edificio. Un ejemplo de la aplicación sería la ventilación de los aparcamientos, la cual tiene dos objetivos: garantizar que no se produzcan acumulaciones de monóxido de carbono peligrosas en el funcionamiento habitual del aparcamiento y, en caso de incendio, evacuar los humos.

7. DISEÑO DE LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

Aunque el responsable del diseño de la protección contra incendios no puede impedir que se inicie el fuego, puede asegurar mediante un diseño apropiado que las pérdidas sean mínimas.

En el campo de la protección pasiva, el hombre ha buscado materiales y métodos económicos y prácticos que protegieran contra el fuego. La búsqueda continúa, y como los grandes incendios no pueden ser reproducidos en laboratorios, la historia proporciona una útil guía de resultados.

Para incorporar eficazmente las defensas contra incendios en el proyecto del edificio, primero deben identificarse los objetivos de seguridad para a continuación determinar los medios para alcanzarlos.

El diseñador no tiene control sobre los peligros de la ocupación, el tamaño o eficacia del cuerpo de bomberos, la distancia del parque de bomberos, el alcance de la escalera de bomberos y la longitud de las mangueras, los códigos de construcción ni las condiciones físicas de los alrededores del edificio. Pero sí tiene cierto control sobre las medidas que proporcionarán una extinción rápida y efectiva en caso de que se inicie un incendio.

No es factible construir estructuras completamente a prueba de fuego, así que el diseñador debe integrar los requisitos mínimos requeridos por los códigos y algunos adicionales que reduzcan los costes del seguro de incendios. Así, el diseñador debe considerar la clasificación de la ocupación, la clasificación de zona de fuego, el control de humo, las clasificaciones de los elementos constructivos (combustibilidad, propagación de llama y resistencia al fuego), el presupuesto o el coste del seguro.

Tras las anteriores disquisiciones teóricas, examinamos dos cuestiones transversales: qué se entiende por ingeniería de protección contra incendios, y la importancia de la estrategia de diseño del control de humos.

Ingeniería de protección contra incendios

Consiste en la aplicación de los conocimientos científicos y los fundamentos de ingeniería al diseño de las medidas necesarias para la protección de las personas y su entorno frente a los incendios².

La ingeniería de protección contra incendios es una disciplina poco conocida en España y carece de un cuerpo de conocimiento previamente establecido, aunque está promovida por unos marcos legislativos favorables y en continua evolución, como demuestra el Código Técnico de la Edificación.

Ha de atenderse a la realidad de que una cosa es conocer y aplicar los reglamentos, códigos y normas, y otra diferente pero imprescindible, es conocer y saber aplicar los fundamentos, métodos y tecnologías de la ingeniería de protección contra incendios para conseguir que los edificios, industrias y transporte sean razonablemente seguros.

Es inevitable que la innovación técnica traiga nuevos problemas relacionados con el fuego. Estas innovaciones enfrentan a arquitectos, bomberos, aseguradoras y legisladores con nuevas situaciones, cuyas soluciones no siempre se pueden deducir a partir de experiencias del pasado.

La importancia del uso de esta estrategia de diseño está en que, dado que para tener riesgo cero en los edificios el coste de inversión puede ser infinito, permite obtener soluciones de riesgo mínimo a costes asumibles, esto es, permite alcanzar soluciones de diseño innovadoras

² Definición adoptada por la SFPE (Society of Fire Protection Engineers).

que cumplan los requerimientos establecidos, aunando los costes razonables y la flexibilidad de diseño.

El éxito del PBD recae en la habilidad para aplicar metodologías reconocidas, para probar la equivalencia (o incluso mejora) de las soluciones dictadas por los códigos prescriptivos. Por tanto, el diseño prestacional se sitúa al otro 'lado' del diseño prescriptivo: El prescriptivo utiliza las normas como algo obligatorio, y en cambio el prestacional puede decirse que se sirve de ellas.

Control de humos

En las áreas de refugio y escape, la concentración del humo debe mantener unos valores tolerables por los ocupantes durante un periodo definido. Estas áreas deben incluir las escaleras, al menos un ascensor, y espacios en los pisos accesibles a los ocupantes y suficientemente amplios para alojarlos. Por ello hay que entender los mecanismos de flujo responsables de la contaminación por humo del edificio para diseñar las medidas para su control.

El efecto chimenea es el resultado de la diferencia de densidad del aire dentro y fuera del edificio debido a su diferencia de temperatura. Una temperatura exterior más baja que la interior fuerza la entrada de aire en los niveles inferiores y la salida en los superiores. En algún lugar en el medio hay un plano de presión neutra donde no hay fuga de aire hacia el interior ni hacia el exterior. El efecto chimenea se incrementa con la altura del edificio y con la diferencia de temperatura, por lo que el aumento de temperatura en la planta del incendio produce su propio efecto chimenea.

En la parte superior se acumulan los gases y humos calientes a temperatura similar a la del foco, enfriándose a medida que desciende y se aleja de éste.

En los grandes espacios diáfanos, los humos se comportan de manera especial: se propagan recorriendo todo el techo, mezclándose con el aire fresco y enfriándose, con lo que descienden nuevamente e invaden con prontitud todo el volumen, reduciendo la visibilidad y extendiendo el siniestro.

8. CONCLUSIONES PARA UN POSIBLE FUTURO

En el diseño de protección contra incendios en los edificios, la primera meta es reducir los riesgos personales hasta el nivel más bajo posible. Por supuesto, lo deseable sería eliminar todo riesgo de incendio, pero, contrariamente al mito popular, nunca puede existir un edificio a prueba del fuego, y si a veces las medidas parecen exageradas, solo hay que recordar que cada una ha sido diseñada para impedir la repetición de tragedias pasadas, pues los incendios destapan los errores de concepto, fallos de construcción o cambios en el modelo de vida de los usuarios.

Hay quien protesta por las restricciones que imponen los códigos de construcción y argumenta que no son necesarios. Sin embargo, la pérdida de vidas en incendios es un suceso socialmente relevante, del que se hacen eco los medios de comunicación y que origina protestas contra la laxitud de las leyes o los funcionarios, y peticiones de soluciones para evitar que se repitan. Y por ello no se justifica que todas las innovaciones puedan ser aceptadas hasta que la experiencia demuestre que constituyen un peligro, por lo que el código de construcción debe imponer algunas restricciones, al asumir una probabilidad razonable de fallo.

La máxima libertad en el diseño se hace posible solo cuando la seguridad puede ser incluida y tratada adecuadamente como una consideración adicional del proyecto.

Formación en un área en evolución

Es necesario que la investigación en incendios aumente y que la ingeniería de protección contra incendios se desarrolle como una especialidad profesional. Solo cuando, durante la fase de diseño del edificio, los aspectos de seguridad y protección contra incendios corran a cargo de profesionales competentes, se podrá relajar el aspecto altamente normativo de los códigos de construcción.

Si un arquitecto asume esta tarea, no solo debe conocer las regulaciones relacionadas con el fuego, sino también los principios en los que se basan, y además la clasificación de los seguros.

Hoy en día en España, la mayor parte de los profesionales dedicados al diseño de los sistemas de protección contra incendios no han recibido una formación específica en esta rama de la ingeniería, o la han tenido que adquirir en países con titulación universitaria en protección contra incendios, como Australia, Estados Unidos, Inglaterra, Japón, Nueva Zelanda o Suecia, donde existen desde hace años programas universitarios de educación en esta materia, un registro profesional, y sistemas que apoyan el estudio y aplicación del diseño basado en prestaciones.

Futuros factores

En la actualidad, el diseño de edificios se ha convertido en un proceso complejo en el que se combinan conocimientos multidisciplinares con diversos productos constructivos y tecnologías varias. Incluso las técnicas de análisis y diseño disponibles en la actualidad, eran desconocidas para la generación anterior de arquitectos e ingenieros.

Se necesita la coordinación internacional para racionalizar y armonizar las normas en beneficio del comercio nacional, por un lado, y la necesidad de garantizar un intercambio de información rápido y la mejor utilización de los recursos limitados y las facilidades en materia de investigación, por otro.

El incremento de edificios de gran altura introducirá nuevas dimensiones al peligro de incendio, que se combinará con los cambios en tecnologías constructivas que presentan nuevas situaciones no ensayadas todavía, y que determinarán las características de los incendios en las ciudades durante las próximas décadas.

La evolución tecnológica es tan grande que en el próximo cuarto de siglo se podrá contar con expertos que determinen las condiciones de diseño para hacer más seguros los edificios, permitiendo que el diseñador use su creatividad sin otras limitaciones que las estéticas y económicas, garantizando al tiempo la adecuada solución técnica.

AGRADECIMIENTOS

Se quiere agradecer al equipo de Tectónica su paciencia y ayuda en la concepción y gestión de este complejo número, así como la visión y apoyo de Michel Iturralde desde el año 2001, para mejorar el conocimiento de este área del saber en España.

BIBLIOGRAFÍA

Esta bibliografía no pretende ser exhaustiva, tan solo es la que los autores entienden más relacionada con lo tratado en el texto.

ALLEN, Edward. "Cómo funciona un edificio, principios elementales", Editorial Gustavo Gili S. A., 5ª Edición 1995.

BARNETT, C. N. "Lightweight Fire Protection and the Building Designer", 'New Zealand Engineering', May 1966.

BERMEJO, Fernando. "Manual del Bombero Profesional. Tomo I", Videotraining, 2010.

BIRD, Eric L. "Fire Protection in Building, Part I: Theory and Practice of Structural Fire Protection", 'Building Materials', June 1957.

De MIGUEL RODRIGUEZ, José Luis. "De la resistencia a fuego en los edificios", 'Informes de la construcción', vol. 39, nº 391, 407-1, 1987.

GARCIA MESEGUER, Alvaro. "Actuaciones para mejorar la seguridad y calidad de los edificios", 'Informes de la construcción', vol. 32, nº 317, 073-11, 1980.

HUTCHEON, N. B. "Safety in Buildings", Canadian Building Digest, Division of Building Research, 114, 1969.

LAWSON, D. I. "Higher Education in Fire Technology", reimprimido por 'Institution of Fire Engineers Quarterly'.

Mc GUIRE, J. H. "Fire and the compartmentation of buildings", Canadian Building Digest, Division of Building Research, 33, 1962.

NICE, George. "The development of fire engineering in Europe", 'Fire, The Journal of the Fire Protection Profession, Special conference supplement and report', 1974.

NUÑEZ ASTRAY, F. "Incendios en edificios de gran altura", 'Informes de la construcción', vol. 39, nº 391, 407-3, 1987.

QUINTELA CORTES, J.M. "Instalaciones contra incendios", Editorial Marcombo, 2008.

SHORTER, G. W. "Fire in Buildings", Canadian Building Digest, Division of Building Research, 31, 1962.

VVAA. "Development of Performance Equivalency Methodology for Detection and Suppression System Integration". 10th NFPA Fire Suppression & Detection Research Application Symposium, 1-3 February 2006, Orlando, USA.

VVAA. "History of Fire Protection Engineering", NFPA, 2003.

VVAA. "Manual de Protección Contra Incendios", Quinta Edición en español, National Fire Protection Association, 2012.

FULL VERSION IN

"La seguridad contra incendios y la arquitectura".

César Martín Gómez, Natalia Mambrilla Herrero

Tectónica, 41 (2013), 4-19. ISSN 1136-0062.