

■ El calor y el humo pueden ser más peligrosos que las llamas, aseguran los expertos. Los gases tóxicos liberados por la combustión de los materiales desorientan y adormecen a los habitantes de un edificio. ■ Es más, estas estructuras generalmente fomentan la propagación de estos gases. La prevención parte por contar con un sistema de control multidisciplinario.

ALEJANDRO PAVEZ V.
PERIODISTA REVISTA BIT

CONTROL DE HUMO EN EDIFICIOS DE ALTURA

ENEMIGO SILENCIOSO

FOTOS GENTILEZA IDEM

SALVAR VIDAS. Esta representa la única y gran regla de cualquier sistema contra incendios. Luego vendrá la preocupación por rescatar el patrimonio de la edificación y su contenido. Las llamas y el calor constituyen los principales factores en la propagación de un siniestro. Es por ello que los principales esfuerzos de los planes de prevención se enfocan en contrarrestar los efectos de estos agentes. Sin embargo, el análisis del humo, un actor clave y silencioso, habitualmente queda postergado.

Los gases provocados por la combustión de los materiales generan una pluma tóxica que, en un edificio sin la protección correcta, se propaga en segundos. Y no hay que tomarlo a la ligera. Sólo un dato. La asfixia es la principal causa de muerte en los incendios, sobrepasando a las quemaduras en una proporción de tres a uno. Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Carbono (CO₂), Cianuro (HCN), Óxido Nitroso (N₂O), Óxido Nítrico (NO), son sólo algunos de los elementos contaminantes que podemos respirar en un incendio. Para



Incendio en un edificio de departamentos en Londres.



evitar su propagación, debe existir un sistema de control de humo funcional. Pero no cualquiera. El plan contra incendio y de control de humo debe garantizar, por lo menos, dos aspectos básicos: aire limpio para las víctimas y una correcta visibilidad para la evacuación. Para cumplir con este objetivo resulta clave una comunicación fluida entre los encargados de diseñar el plan, los arquitectos, los expertos en climatización, los profesionales que ejecutan la obra y los preventivistas. En este equipo multidisciplinario

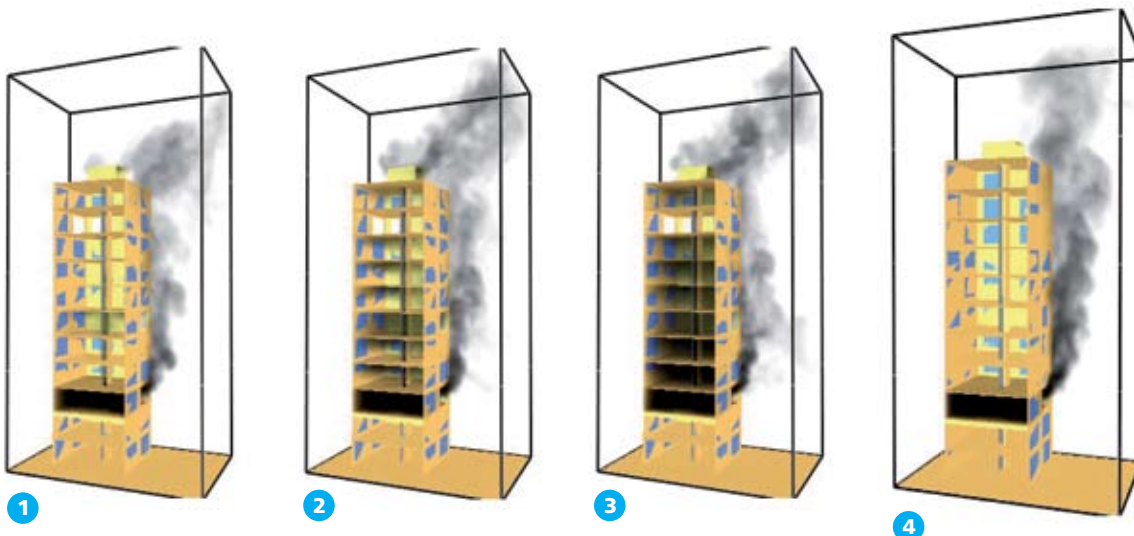
deben surgir las estrategias de contingencia y de cuidado, especialmente en un edificio de altura, el escenario ideal para que el fluido tóxico se propague a toda velocidad.

“El control de humo en los grandes edificios es un tema vital, y se relaciona con la evacuación”, plantea Marcial Salaverry, Ingeniero Civil de la Sección Ingeniería Contra Incendios del IDIEM de la Universidad de Chile. Por lo general, la teoría indica elaborar un proyecto sobre la base de una simulación anterior, que permita conocer qué sectores del

edificio pueden ser inundados con humo y cuánto tiempo demora. Sin embargo, en la práctica aún falta mucho por recorrer. Contar con esta información es trascendental, ya que entrega “el tiempo que se tiene para evacuar. Las estrategias de humo van de la mano con la geometría del edificio, el perfil de habitantes, la cantidad y facilidad para evacuar. El tema de las estrategias de humo se centra en salvar vidas. Por ello, se relaciona íntimamente con el proyecto de evacuación”, agrega Salaverry.

En Chile, plantea Adolfo Grillo, gerente división Incendio de Bash Seguridad, “los sistemas de detección existen y al más alto nivel, en aquellos proyectos en que se implementan bajo normativa NFPA” (ver recuadro). Pero no es simple, porque el sistema de control de humo e incendio es una ecuación compleja. Para diseñarlos, se requieren conocimientos en termofluidos y comportamiento fluidodinámico del humo. “Es un campo que debe ser estudiado en profundidad”, dice Grillo. Se deben conocer las especificaciones de los materiales que se pueden quemar, para tener un conocimiento del caudal del humo que emanará de su combustión. ¿Y cualquiera opera el sistema? No, el operador deberá conocer los elementos que se controlan, generar una comunicación fluida con los

El modelo preparado por IDIEM con el software FDS, ilustra el concepto de la importancia de la compartimentación. Se observan tres imágenes que muestran instantes de tiempo distintos y se observa cómo el humo iniciado en el piso de un edificio, rápidamente ingresa en los shafts no sellados inundando una gran cantidad de pisos con humo, producto del efecto chimenea. La otra imagen muestra el comportamiento de un edificio con sus shafts sellados correctamente, donde el humo queda confinado en el piso de origen.



1-3. Se muestra el efecto chimenea, como consecuencia de un shaft mal sellado, en función del tiempo del incendio.

4. Se muestra el shaft con sellos de penetración, el humo no es capaz de propagarse por los pisos superiores.

TRAGEDIA EN CHINA

EN NOVIEMBRE DEL AÑO PASADO, una torre residencial de 28 pisos se incendió por completo en la ciudad de Shanghai, China. Los reportes hablaron de un total de 53 fallecidos y cerca de 70 heridos. El incendio se produjo en el distrito de Jingan, en pleno centro de la capital, tuvo cuatro horas de duración y movilizó a 25 compañías de bomberos de la ciudad. La investigación arrojó que los responsables habrían sido cuatro soldadores no certificados que operaban en la renovación del edificio. Según plantea la indagación, el incendio se inició en el décimo piso del edificio y luego se propagó a través de los andamios que envolvían a la estructura de 85 m de altura. El fuego habría sido animado por el fuerte viento reinante en el lugar, plantean los reportes preliminares.



Edificio siniestrado en la ciudad de Shanghai, China.

diversos especialistas y manejar el comportamiento de la pluma tóxica. “La evacuación del humo (en instalaciones ocupadas), debería ser el principal objetivo de todo sistema de protección contra incendios. Su manejo es una especialidad que exige la sincronización, el conocimiento, las competencias, experiencia práctica y simulaciones de distintos aspectos como los sistemas de detección, de clima y las vías de evacuación. Se aúnan conceptos que antes funcionaban en forma aislada”, explica el experto de Bash.

LA COMPARTIMENTACIÓN

Cuando el aire se calienta, se eleva. Esa es la regla general. En un conducto, el aire siempre subirá en función de la temperatura del fluido, el gas y la temperatura exterior. “Estos elementos son determinantes para establecer su velocidad”, indica Francisco Felis, ingeniero civil mecánico de la sección Ingeniería Contra Incendios del IDIEM. Si conjugamos,

entonces, el incendio, con las altas temperaturas, el humo y un edificio en altura, obtenemos uno de los elementos más temidos en un siniestro: El efecto chimenea.

Este fenómeno, comenta Marcial Salaverry, “se produce por la diferencia de temperatura. Cuanto más caliente esté adentro y cuanto más alto es el conducto, mayor es el tiraje de la chimenea”. En otras palabras, la ecuación incendio y edificio alto, entrega enormes diferencias de temperatura, expeditos conductos y por consiguiente tirajes gigantescos. El humo se propagará con más velocidad y mayor temperatura. “Si el edificio está mal compartimentado puede subir por muchas partes, por una caja de escalera, el conducto de ascensores, etc. Entonces, el efecto chimenea hace que este fluido caliente suba siempre por ahí y se genere una fuerza impulsora gigante que alimenta el incendio. Por eso es fundamental evitarlo”, agrega Felis. Estas chimeneas naturales que se generan en

los edificios muchas veces no se pueden evitar. Acá, lo único que queda es impedir que el humo penetre. “Por eso son muy importantes los sellos de penetración que van en los shafts, por donde pasan los cables, las bandejas eléctricas o las cañerías de agua. Todos estos hoyos que se arman en la losa es necesario taparlos para establecer una compartimentación vertical, de no ser así, se inunda todo el edificio de humo, ya que cada uno de estos shafts puede generar el efecto chimenea. Además estos agujeros no pueden ser sellados con cualquier material, sino que se deben utilizar productos no combustibles especiales”, apunta Miguel Pérez ingeniero civil mecánico del IDIEM.

¿Cómo reducimos las consecuencias del efecto chimenea? La lógica, plantea Adolfo Grillo, apunta a que “frente a una detección de humo, se corten los sistemas de inyección de aire, para no agregar oxígeno a la combustión y no enriquecerla”. Así, tenemos menos llamas y por ende menos humo. Sin embargo, ¿qué hacemos con la propagación de la pluma tóxica? Aquí, la respuesta se relaciona con una solución arquitectónica, de diseño del edificio, más que con un sistema tecnologizado. “Para limitar la cantidad de humo que puede afectar los ambientes seguros (sostenibles) y para mejorar las condiciones visuales para las labores de rescate, se usan diversas técnicas, como las barreras físicas (compartimentación, cortinas de aire); diferencias de presión (presurización de escaleras y zonas de seguridad, control de humo en ascensores, etc.); ventilación natural, y ventilación mecánica, entre otras”, agrega Orelvis González, Subgerente del área Ingeniería de Protección contra Fuego del DICTUC. Con todo, la compartimentación del edificio pareciera ser la gran clave.

En términos básicos, la compartimentación es una estrategia de control que subdivide el espacio o una planta en varios subsectores, independientes uno del otro en cuanto a humo. O sea, dice Salaverry, “que sea capaz de inundar un sector con humo, sin que esto afecte a los recintos adyacentes”. La estructura

debe ser capaz de ir generando recintos con-
tenedores de humo que retrasen el traspaso
de éste a otros lugares de la edificación. Todo
esto en el sentido horizontal, pero también
puede ser vertical. El objetivo central es que
el incendio que se generó en un piso no se
propague a otros. A pesar que esto se aplica
a la llama, así como para el humo, en Chile,
las metodologías de ensayos para verificar
criterios de compartimentación están referi-
das al fuego y no al humo. Por ejemplo,
"cuando tenemos una puerta F60, sólo se
puede garantizar el no traspaso del fuego
durante 60 minutos, pero no así el del humo.
En Estados Unidos la reglamentación exige
no sólo barreras contra el fuego sino que
también contra el humo", plantea Pérez.

En la teoría, esta estrategia es completa-
mente funcional, pero llevado a la práctica,
se aplica muy poco, dicen los especialistas.
"Actualmente el proyecto considera rociado-
res y red húmeda. La compartimentación
queda a manos de arquitectos que no nece-
sariamente son expertos en incendios. Y
como el interés de la arquitectura es cumplir

con la reglamentación nacional y allí poco y
nada se dice de humos, entonces los proyec-
tos quedan incompletos en ese punto", ex-
plica Marcial Salaverry.

EN ACCIÓN

Los sistemas de control no funcionan por sí
solos. Son parte de un entramado multidiscipli-
nario que conjuga una serie de factores. De
ahí su complejidad. En el caso de la comparti-
mentación, se hace estrictamente necesario
contar con equipos de ventilación y presuriza-
ción. "Para evitar que el humo ingrese en un
recinto se debe considerar una situación con
las puertas cerradas donde se requiere una
cierta sobrepresión para evitar que el humo
ingrese por las rendijas, y otra situación con
algunas puertas abiertas donde se requiere
una cierta velocidad del aire a través de las
puertas que evite la entrada de humo. De
esta forma se logra una efectiva comparti-
mentación de humos", acota Miguel Pérez.

Acá, la arquitectura juega un rol fundamen-
tal. La tendencia actual en los grandes edificios,
por ejemplo, es dejar una planta libre, un atrio

(vacíos interiores que recorren varios pisos), un
gran núcleo resistente. Estéticamente puede ser
funcional, pero frente a un foco de incendio,
significa tener todo el edificio inundado con
humo. "La compartimentación apunta a gene-
rar recintos cerrados con elementos resistentes
al humo, que tienen que ser herméticamente
sellados y tienen que contar con una cierta re-
sistencia al fuego. Pero la compartimentación
horizontal es clave y en la normativa chilena no
existe (ver recuadro). No hay criterio para hacer
eso. Hay que colocar divisiones intermedias,
pero dónde, cuántas y de qué resistencia. Eso
falta", afirma Salaverry.

PRESURIZACIÓN ESCALERAS

Una de las estrategias estrellas en el control
de humo e incendio, es la presurización de la
caja de escalera. Este mecanismo funciona a
partir de un ventilador que se conecta dentro
de la caja para aumentar la presión del aire,
evitando que ingrese el humo cuando se abran
sus puertas. Así, se obtiene un acceso libre
para la evacuación. Ahora bien, como no hay
una ordenanza que regule de qué forma se

NO DA LO MISMO

un clavo que un Clavo Gerdau AZA



Línea de Trefilados Gerdau AZA

GERDAU AZA
Conciencia de acero.

CLAVOS

ALAMBRES

MALLAS

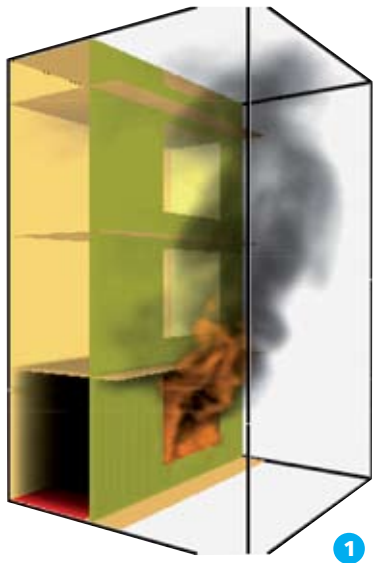
CONSTRUCCIÓN

AGRO

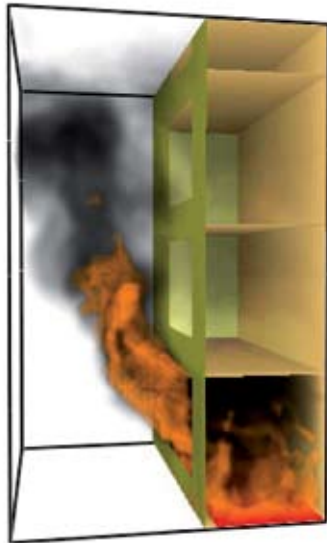
MINERÍA

INDUSTRIA

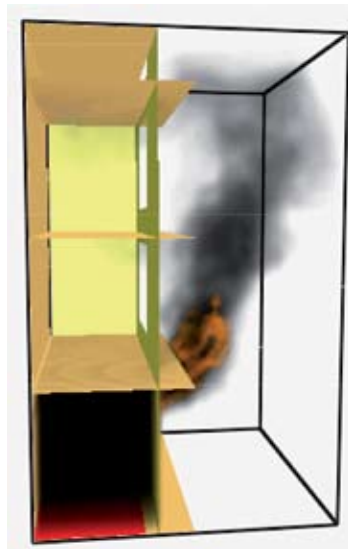
www.gerdauaza.cl



1



2



3

CÓMO EL DISEÑO DEL EDIFICIO AFECTA LA PROPAGACIÓN DEL HUMO Y DEL INCENDIO.

1. Se observa la parte externa de un edificio. Las llamas alcanzan mayor altura y están más cerca de la ventana del piso superior, lo que puede facilitar la propagación del incendio.
2. El segundo caso muestra una mejora del desempeño, por cuanto la losa de cada piso se extiende más allá del muro perimetral.
3. Otra vista del segundo caso.



NORMATIVA

EN CHILE NO HAY UNA NORMATIVA de referencia que indique cuándo se requieren estos sistemas de control, ni cómo se diseñan, supervisan y mantienen, dicen los expertos. La norma consultiva utilizada por los especialistas es la entregada por asociación norteamericana NFPA (National Fire Protection Association), reconocida internacionalmente como la principal fuente de conocimientos técnicos, datos, y consejos sobre la problemática del fuego, la protección y prevención. En camino de hacer una normativa chilena, también se espera crear un reglamento que permita identificar qué tipo de materiales se deben ocupar dentro de un edificio. "En otros países hay materiales que están prohibidos por su toxicidad, por la cantidad de humo que generan. En Chile se podría hacer exactamente lo mismo", opinan en el IDIEM.

debe presurizar, todo queda a medias. Nuevamente la falta de comunicación entre el proyectista y los usuarios finales provoca fallas en el sistema, dicen los expertos. No se definen las pérdidas de aire, un aspecto fundamental para escoger el tipo de ventilador. "Existen infiltraciones por las puertas, por la porosidad de los materiales, pero fundamentalmente cuando las personas del edificio abren las puertas para evacuar. Entonces un punto fundamental del diseño, es definir cuántas puertas voy a tener abiertas al mismo tiempo para definir cuánto aire tengo que ser capaz de inyectar para contar con una caja de escala presurizada. Si abro más puertas de las que originalmente estaban planteadas en el diseño, el flujo de aire que atraviesa las puertas llega bajo los límites mínimos y el humo ingresa a la escala inevitablemente", explica Salaverry.

El problema consiste en que la información de cuántas puertas abiertas se consideraron en el diseño, generalmente no llega a los usuarios y a quien define la estrategia de evacuación. Está claro. La lógica dice que se pueden evacuar pisos simultáneamente, pero el caos y la histeria en un siniestro provocan lo contrario. Un aspecto vital. "En un edificio de 60 pisos, donde el diseño consideró tres puertas abiertas, no se pueden evacuar más de tres pisos. Para ello, hay que asegurar que los 57 pisos restantes no se sientan amenazados por el incendio, para que las personas no hagan ingreso a la caja de escala en forma no controlada. Si todos los pisos poseen humo, es imposible controlar a la gente y evitar que ingresen por su propia cuenta a la caja de escala. Entonces la compartimentación resulta fundamental", explican los expertos del IDIEM. Todo está ligado.

Ahora bien, se entiende que aún hay un largo trecho por recorrer. Orelvis González señala que "la legislación sólo da instrucciones para que las escaleras estén presurizadas, pero no hay exigencias de normas, requisitos o procedimientos de diseño, instalación y mantención, para lo que se exige en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC)".

VENTILACIÓN

La ventilación es fundamental para atacar la propagación del humo en un edificio. Es indispensable. Existen dos formas de realizar una ventilación, puede ser natural o forzada. A saber. La primera se relaciona con la producida en el ambiente por medio de las corrientes de aire que se generan en el espacio. La forzada, en cambio, se aplica a través de tres

medios: extractores, inyectores y el agua. Sí. Se ha comprobado que los rociadores de agua tienen un importante efecto en la reducción del humo. "El agua vertida por el rociador va a reducir la pluma de humo al convertirla en vapor. Habrá mayor visibilidad, la gente no va a morir intoxicada por los contaminantes. Es una gran herramienta, la más económica y la más difundida en países desarrollados", sostiene Grillo.

El humo siempre buscará salir de donde está. En palabras técnicas: el fluido siempre tratará de buscar las pérdidas que le ofrece el sistema, a través de las vías menos resistentes. Sobre esta base, el diseño y manejo de gases y humos debe considerar a los materiales que entran en combustión, y la velocidad de propagación. Luego, es necesario instalar salidas de aire y equipos de extracción e inyección de aire, que puedan distribuir de una mejor manera los gases producidos en el incendio. "Hay un costo asociado. A ello se suma que su instalación responde a lógicas de control complejas, que requieren expertos y ojala modelaciones del fenómeno al interior de la edificación.

Y en Chile hay muy pocos", apunta Grillo.

Estos diseños se realizan por medio de un software computacional, el cual a partir de un sistema de algoritmo, maneja los extractores e inyectores y opera los dampers de los techos, dependiendo de los lugares afectados.

DESAFÍOS

Los principales retos apuntan a idear un plan de control de humo eficiente que conjugue todos los elementos. Éste deberá facilitar la interacción de los diversos actores. Además, se debe incorporar de mejor manera a la legislación nacional los sistemas de control de humo y su aporte a la seguridad. "De nada sirve generar más normas sin entender el problema globalmente y cada día se requiere mayor especialización en el diseño, instalación y mantención de estos sistemas", concluye González.

Prevenir el humo es un tema que va mucho más allá, dice Adolfo Grillo, es un tema cultural. "Hay poco interés y conocimiento para aplicar un control de humo. La cultura de la prevención debe partir en los jardines infantiles, como ocurrió hace tiempo con el

cinturón de seguridad, cuando los hijos le enseñaron a sus padres a usarlo". ■

www.dictuc.cl; www.idiem.cl;
www.bash.cl

ARTÍCULO RELACIONADO

"Sistema de protección activa y control de humos. Las últimas tendencias". Revista BIT N° 63, Noviembre de 2008, pág. 56.

"Sprinklers. Fijación Segura". Revista BIT N° 75, Noviembre de 2010, pág. 44.

■ SÍNTESIS

El humo puede ser mortal. Es el principal responsable de las muertes en incendios. Contar con un sistema de control de humo eficiente es fundamental. Sobre todo en edificios, donde el efecto chimenea ayuda en la propagación de los gases tóxicos. Tampoco puede ser cualquier sistema, debe estar integrado y ser multidisciplinario. Debe considerar una buena ventilación, una compartimentación óptima, una presurización que realmente funcione y un plan de emergencia que vaya en concordancia con su principal objetivo: salvar vidas. Es mejor prevenir que curar.

BIT 76 ENERO 2011 ■ 91



La Solución en Construcción Civil

Los revestimientos y cubiertas termo aislantes Dānica son ideales para edificios comerciales e industriales, shoppings, supermercados, escuelas, campamentos mineros, oficinas y otras soluciones en construcción civil. Los paneles prefabricados en acero prepintado con núcleo aislante en PUR, PIR e EPS resultan en un sistema constructivo de alta calidad y durabilidad con rapidez y flexibilidad en montaje y además ofrecen gran libertad para desarrollar proyectos arquitectónicos.

Dānica
La solución en termo aislantes.

56 2 784 6400 | ventas@danica.cl | www.danicacorporation.com