



Requisitos reglamentarios para protección frente al humo de escaleras protegidas y especialmente protegidas

CTE – Exigencias básicas

11.3. Exigencia básica SI 3: Evacuación de ocupantes

El edificio dispondrá de los medios de evacuación adecuados para facilitar que los ocupantes puedan abandonarlo o alcanzar un lugar seguro dentro del mismo en condiciones de seguridad

11.5. Exigencia básica SI 5: Intervención de bomberos

Se facilitará la intervención de los equipos de rescate y de extinción de incendios

CTE – DB SI Seguridad en caso de incendio

Sección SI 3 - Evacuación de ocupantes

Tabla 5.1. Protección de las escaleras

Uso previsto ⁽¹⁾	Condiciones según tipo de protección de la escalera		
	No protegida	Protegida ⁽²⁾	Especialmente protegida
Escaleras para evacuación descendente			
<i>Residencial Vivienda</i>	$h \leq 14$ m	$h \leq 28$ m	
<i>Administrativo</i>	$h \leq 14$ m	$h \leq 28$ m	
<i>Docente</i>			
En general	$h \leq 14$ m	$h \leq 28$ m	
Escuelas infantiles 0-3 años	No se admite	$h \leq 14$ m	
<i>Comercial, Pública concurcencia</i>	$h \leq 10$ m	$h \leq 20$ m	Se admite en todo caso
<i>Residencial Público</i>	Baja más una	$h \leq 28$ m ⁽³⁾	
<i>Hospitalario</i>			
zonas de hospitalización o de tratamiento intensivo	No se admite	$h \leq 14$ m	
otras zonas	$h \leq 10$ m	$h \leq 20$ m	
<i>Aparcamiento</i>	No se admite	No se admite	
Escaleras para evacuación ascendente			
<i>Uso Aparcamiento</i>	No se admite	No se admite	
Otro uso: $h \leq 2,80$ m	Se admite en todo caso	Se admite en todo caso	Se admite en todo caso
$2,80 < h \leq 6,00$ m	$P \leq 100$ personas	Se admite en todo caso	
$h > 6,00$ m	No se admite	Se admite en todo caso	



Modificación propuesta en información pública

CTE – DB SI Seguridad en caso de incendio

Sección SI 3 - Evacuación de ocupantes

Escalera especialmente protegida

Escalera que reúne las condiciones de escalera protegida y que además dispone de un vestíbulo de independencia diferente en cada uno de sus accesos desde cada planta.

La existencia de dicho vestíbulo de independencia no es necesaria cuando se trate de una escalera abierta al exterior, ni en la planta de salida del edificio, cuando se trate de una escalera para evacuación ascendente, pudiendo la escalera en dicha planta carecer de compartimentación.

Escalera protegida

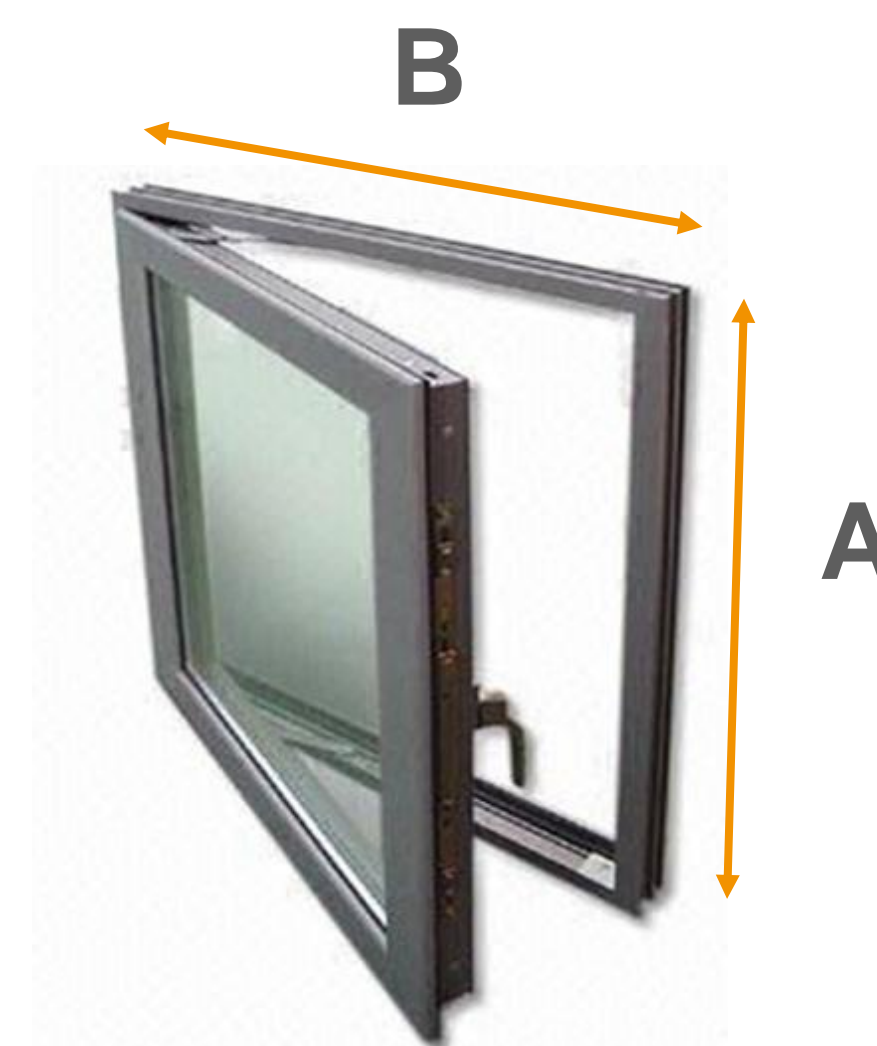
Escalera de trazado continuo desde su inicio hasta su desembarco en planta de salida del edificio que, en caso de incendio, constituye un recinto suficientemente seguro para permitir que los ocupantes puedan permanecer en el mismo durante un determinado tiempo. Para ello debe reunir, además de las condiciones de seguridad de utilización exigibles a toda escalera (véase DB-SUA 1-4) las siguientes:

- 4 El recinto cuenta con protección frente al humo, mediante una de las siguientes opciones:

CTE – DB SI Seguridad en caso de incendio

Sección SI 3 - Evacuación de ocupantes

a) Ventilación natural mediante ventanas practicables o huecos abiertos al exterior con una superficie útil de ventilación de al menos 1 m² en cada planta.



$$A \times B \times C_v \geq 1 \text{ m}^2$$

CTE – DB SI Seguridad en caso de incendio

Sección SI 3 - Evacuación de ocupantes

a) Ventilación natural mediante ventanas practicables o huecos abiertos al exterior con una superficie útil de ventilación de al menos 1 m² en cada planta.

¿ QUIEN ABRE LAS VENTANAS ?

¿ CÓMO PUEDE INFLUIR LA ALTURA DEL EDIFICIO?

¿ COMO PUEDEN INFLUIR LAS CONDICIONES AMBIENTALES?

¿ VIENTO EN CONTRA ?

CTE – DB SI Seguridad en caso de incendio

Sección SI 3 - Evacuación de ocupantes

b) Ventilación mediante dos conductos independientes de entrada y de salida de aire, dispuestos exclusivamente para esta función y que cumplen las condiciones siguientes:

- La superficie de la **sección útil total es de 50 cm² por cada m³ de recinto en cada planta**, tanto para la entrada como para la salida de aire; cuando se utilicen conductos rectangulares, la **relación entre los lados mayor y menor no es mayor que 4**;

- Las **rejillas tienen una sección útil de igual superficie y relación máxima entre sus lados que el conducto al que están conectadas**;

- En cada planta, la parte superior de las rejillas de entrada de aire está situada a una altura sobre el suelo menor que 1 m y las de salida de aire están enfrentadas a las anteriores y su parte inferior está situada a una altura mayor que 1,80 m.



CTE – DB SI Seguridad en caso de incendio

Sección SI 3 - Evacuación de ocupantes

b) Ventilación mediante dos conductos independientes de entrada y de salida de aire, dispuestos exclusivamente para esta función y que cumplen las condiciones siguientes:

¿ CONDUCTOS COMPLETAMENTE VERTICALES O SE PERMITEN TRAMOS HORIZONTALES ?

¿ SÓN POSIBLES CODOS, REDUCCIONES DE SECCIÓN o DERIVACIONES ?

¿ QUE PERDIDA DE CARGA MÁXIMA PUEDEN TENER LOS CONDUCTOS ?

¿ COMO PUEDE INFLUIR LA ALTURA DEL EDIFICIO ?

¿ COMO PUEDEN INFLUIR LAS CONDICIONES AMBIENTALES ?

¿Conductos independientes por planta o conducto común para todas las plantas?

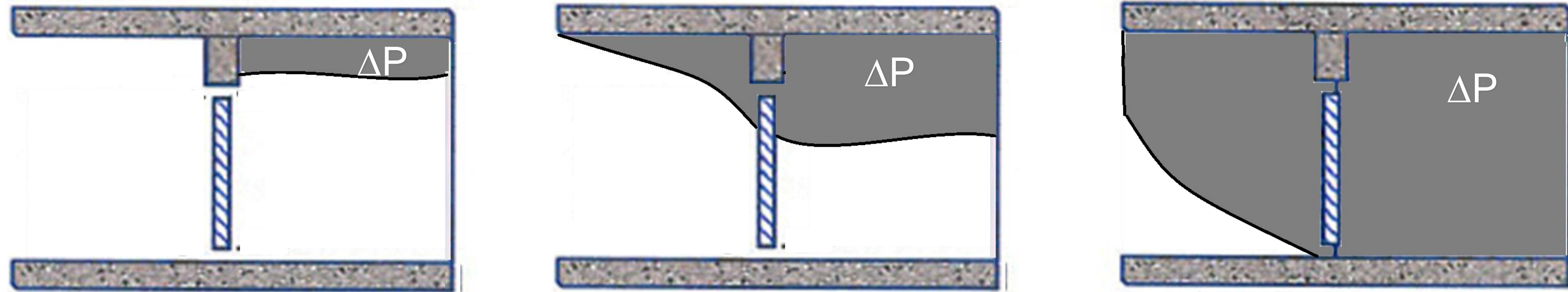
Respuestas oficiales a las dudas que se consideren de interés para el colectivo planteadas al Ministerio sobre los documentos DB-SE, DB-SI y DB-SUA:

“Los conductos de evacuación de humos de incendio de una escalera protegida (o de sus vestíbulos de independencia, en caso de una especialmente protegida) **no precisan ser tipo “shunt”**, sino que pueden tener conexión directa en cada planta con sus rejillas.”

“Conviene tener en cuenta que el sistema de evacuación de humo de incendio no se resuelve con un conducto, sino con dos, situados con sus rejillas enfrentadas en el recinto de la escalera (o de los vestíbulos de independencia) de forma que se favorezca la ventilación cruzada de dicho recinto. Para ello, el conducto que aporta aire limpio debe tener toma de **aire exterior en su extremo inferior**, mientras que su extremo superior no debe tener salida al exterior. En cambio, el otro conducto, el de **salida de humos**, debe arrancar de la rejilla de la planta más baja, sin aportación de aire exterior y, a diferencia del otro conducto, **descargar al exterior por su extremo superior**. Los conductos **no deben tener tramos horizontales con una longitud superior a 5 m.**”

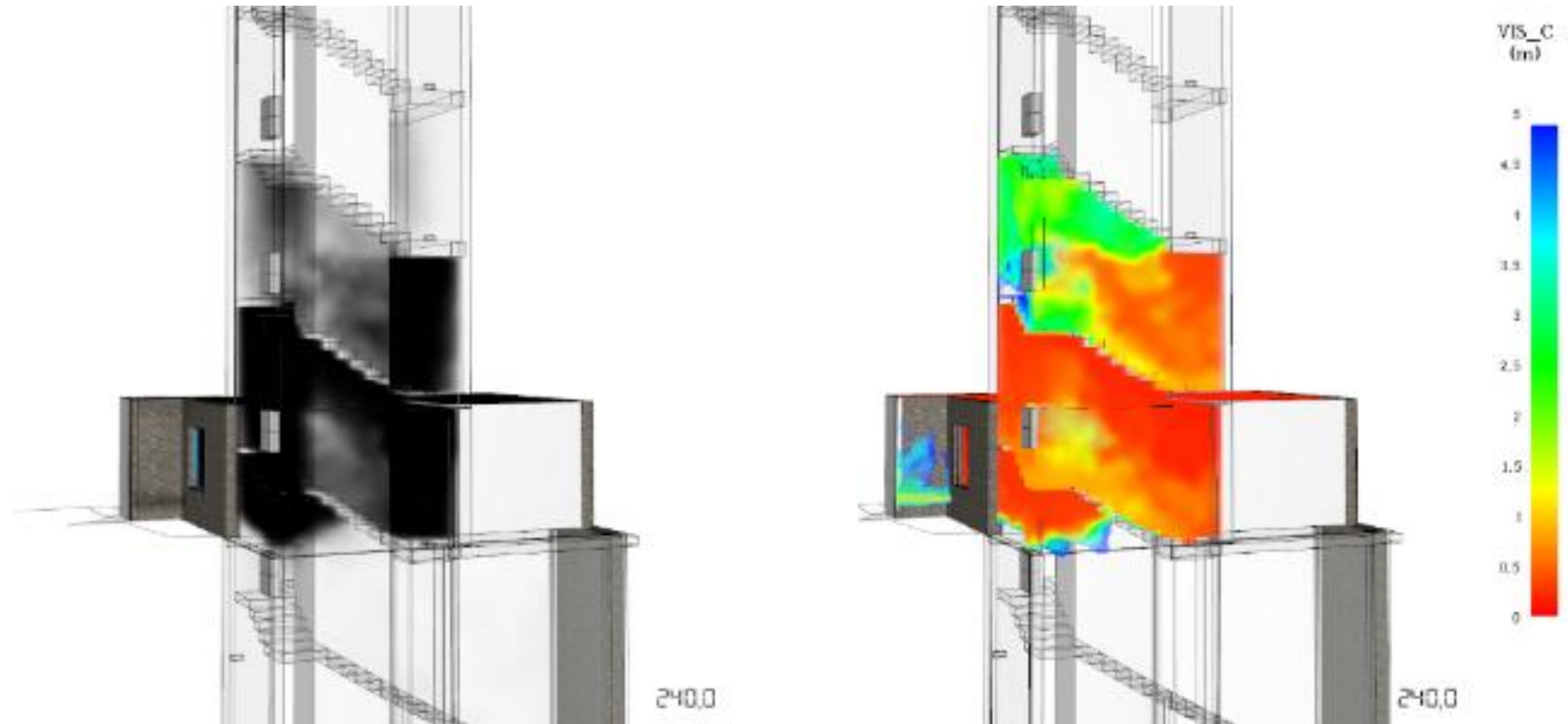
Presión inducida por el incendio

El incendio genera una sobrepresión entre el espacio en que se genera y la escalera.



Presión inducida por el incendio

La propia sobrepresión generada por el fuego puede provocar la entrada de humo en la escalera, teóricamente protegida.





STAIRCASE NATURAL VENTILATION



SFPE 2020 13th Conference on Performance-Based Codes Design Conference & Explo 2020

Performance-based analysis of a deemed-to-satisfy solution for smoke ventilation of protected stairwells in Spanish regulation.

Luis Molinell / Borja Rangel

No hay estudios publicados que soporten esta metodología, por tanto, el rendimiento del sistema en caso de incendio es desconocido.

El sistema de ventilación por conductos se basa en un principio de dilución, introduciendo aire del exterior a través de un conducto de entrada y evacuando la mezcla de aire limpio y humo a través del conducto de salida.

Performance-based analysis of a deemed-to-satisfy solution for smoke ventilation of protected stairwells in Spanish regulation

El movimiento del aire en los conductos se producirá si hay suficiente presión diferencial entre la escalera y el exterior del edificio. En ausencia de fuego, el flujo de aire se verá condicionado por dos factores principales.

1. La diferencia de temperatura entre el exterior y el interior.
2. La diferencia de altura en la cubierta entre las bocas de expulsión y de aspiración de los dos conductos.

Si no hay diferencia térmica no habrá movimiento de aire en los conductos.

Incluso si la temperatura de la escalera es distinta a la ambiental, el flujo de aire será negligible si las bocas de ambos conductos están a la misma altura.

Performance-based analysis of a deemed-to-satisfy solution for smoke ventilation of protected stairwells in Spanish regulation.

Influencia de la temperatura interior / exterior

La presión diferencial induce flujo de aire en los conductos cuando existe diferencia entre la temperatura exterior y la interior.

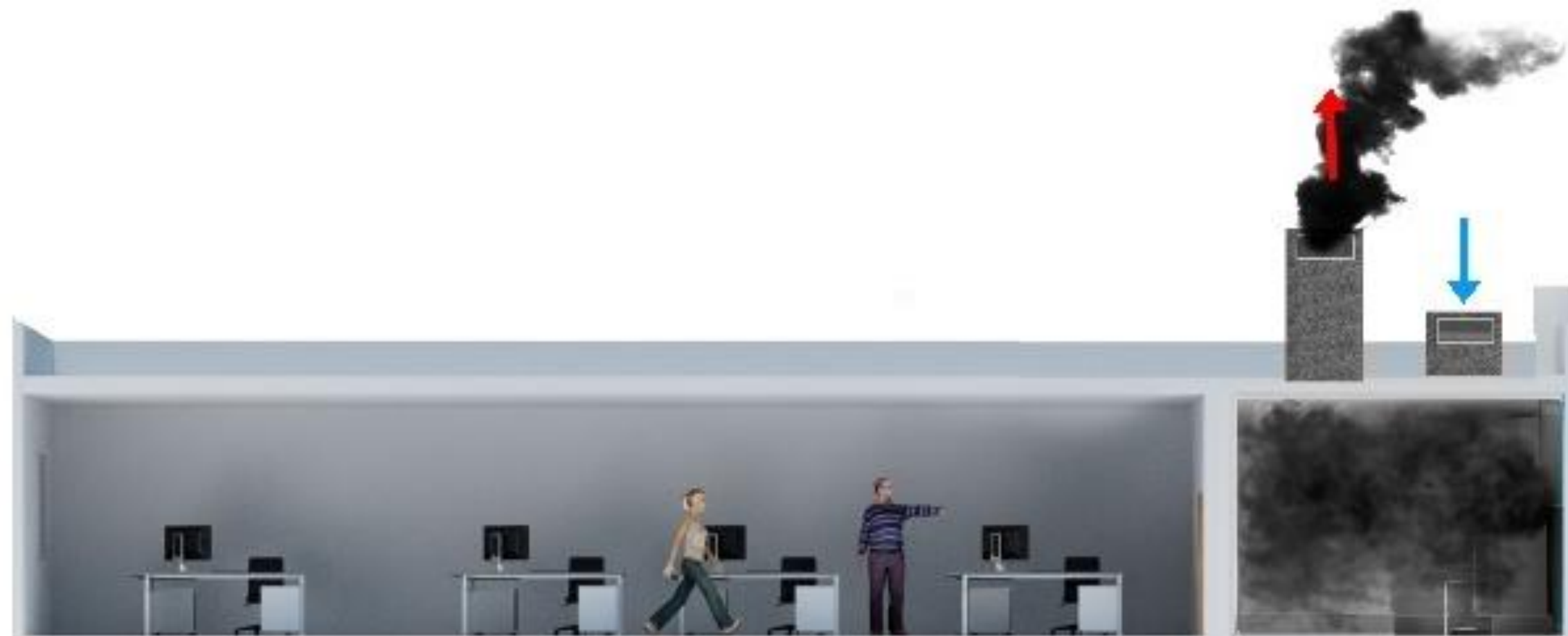
Se espera que ambos conductos operen como salida / entrada simultáneamente cuando las bocas están a la misma altura.

Performance-based analysis of a deemed-to-satisfy solution for smoke ventilation of protected stairwells in Spanish regulation.

Influencia de la diferencia de alturas entre bocas

La ubicación de las rejillas de entrada / salida a diferentes alturas en la escalera tiene poca influencia en el flujo inducido.

La ventilación natural mejora cuando se incrementa la diferencia de altura entre las bocas de los conductos.



Performance-based analysis of a deemed-to-satisfy solution for smoke ventilation of protected stairwells in Spanish regulation.

Presión generada por el incendio

El flujo inducido por la sobrepresión con las puertas cerradas es del mismo orden que el flujo generado por la diferencia de presiones entre las bocas de los conductos.

Pero cuando la puerta entre la planta de incendio y la escalera se abre, la magnitud del flujo generado por el fuego es dominante, y ambos conductos operan como salida de humos.

Cómo la sobrepresión generada en la escalera por el fuego es mayor que la atmosférica, se espera que ambos conductos se llenen de humo.

Performance-based analysis of a deemed-to-satisfy solution for smoke ventilation of protected stairwells in Spanish regulation.

Presión generada por el incendio

Cuando se cierra la puerta y la presión en la escalera recupera su valor regular, el humo en el interior de los conductos puede revocar a la escalera en todos los niveles, empeorando las condiciones de seguridad en la vía de evacuación "protegida".

Este efecto adverso puede ser crítico en el caso de los vestíbulos si se utiliza un único conducto comunicando todos los vestíbulos.

Una forma de reducir este efecto adverso puede ser limitar la presión en la planta de incendio previniendo un escape de aire, como el requerido para los sistemas de sobrepresión..

SFPE 2020 13th Conference on Performance-Based Codes Design Conference & Explo 2020

Conclusiones

Un análisis preliminar del sistema de ventilación natural por conductos muestra que esta solución puede no funcionar como se pretende.

Sistema de conductos de entrada y salida



Sistema de presurización

FINAL MASTER THESIS

Erasmus Mundus Master's Degree in Fire Safety Engineering (IMFSE)

ANALYSIS OF SMOKE CONTROL SYSTEMS FOR EVACUATION ROUTES

Author: Carme Gil Garcia



Este trabajo analiza los requisitos de seguridad contra incendios para escaleras protegidas en edificios de oficinas, con especial atención al documento normativo español CTE DB SI-3. El objetivo principal ha sido evaluar la idoneidad de las soluciones actualmente recogidas en la normativa mediante el uso de herramientas de dinámica de fluidos computacional (CFD).

Para los 3 tipos de sistemas de “protección frente al humo” referidos en el CTE DB SI-3 se estudia el impacto en el funcionamiento del sistema de:

- Altura del edificio
- Condiciones climáticas
- Existencia o no de vestíbulo de independencia.
- Existencia o no de sistema de rociadores.

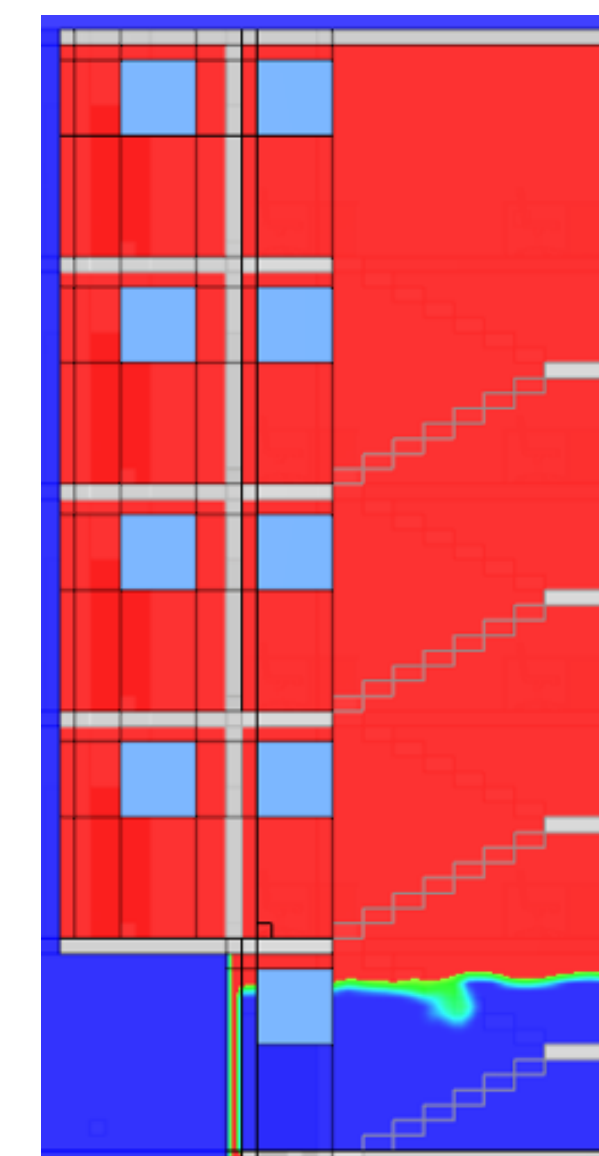


Figure 19. Smoke propagation for F10 without lobby and without sprinklers where there is windows protection (left), ducts protection (middle) and pressurisation (right), at 800s.

Los resultados indican que, aunque el CTE no exige sistemas de protección para edificios de menos de 14 m, dichos edificios aún pueden experimentar humo propagado en la escalera incluso con las puertas cerradas, lo que sugiere que la ausencia de la protección requerida podría plantear riesgos significativos. Por lo tanto, **se recomienda que incluso los edificios de poca altura incorporen algún tipo de protección de escaleras.**

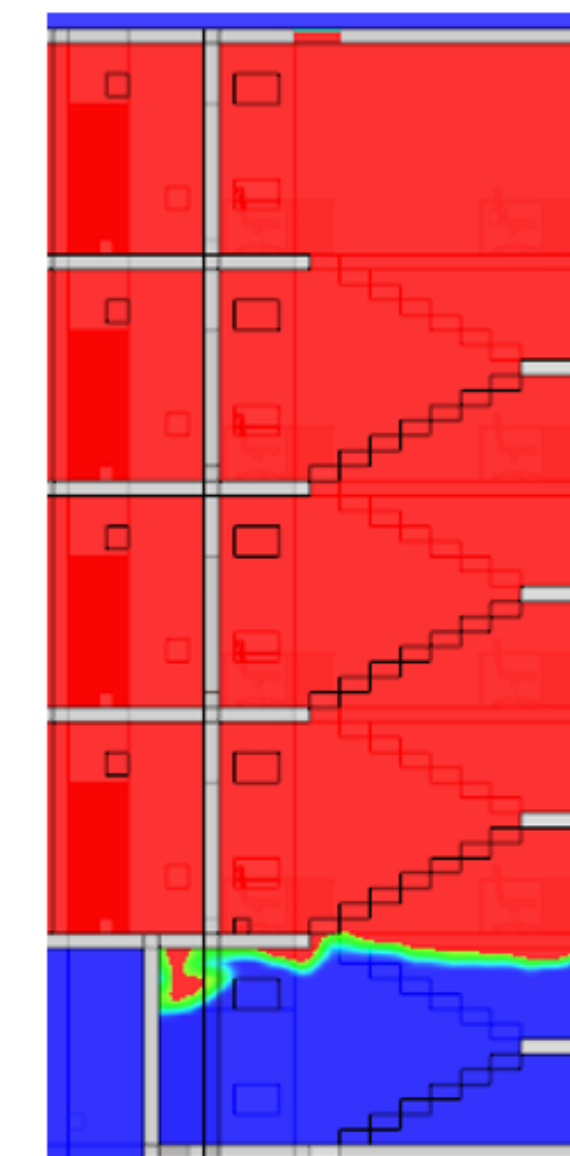
Entre todos los sistemas evaluados, la presurización fue la única solución que mantuvo constantemente la visibilidad por encima de los 10 m y las temperaturas por debajo de los 60 °C, en línea con los estándares de rendimiento definidos en la DP 7974-6:2019.

También fue el único sistema que **evitó por completo la propagación del humo a las escaleras**, asegurando una salida segura para los ocupantes y un acceso despejado para los servicios de emergencia.



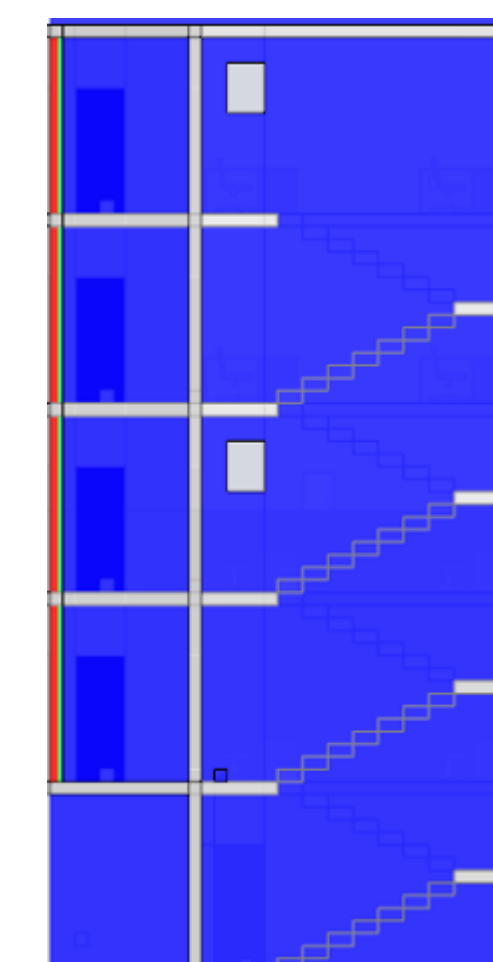
780,0

Ventanas



780,0

Conductos

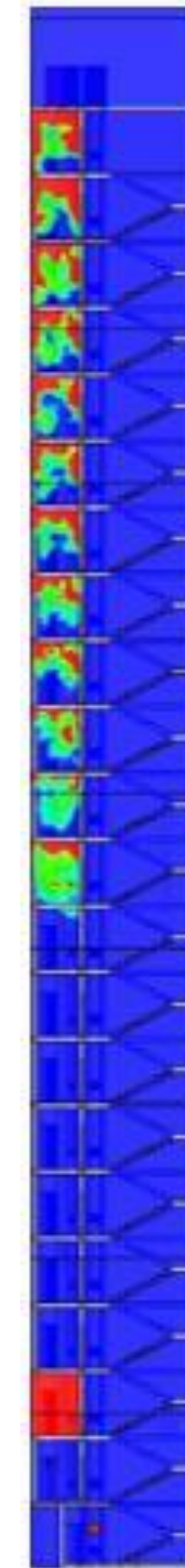


780,0

Presurización

Finalmente, en edificios de gran altura, el estudio confirmó investigaciones anteriores que indicaban **que las estrategias de ventilación natural pueden verse afectadas por factores ambientales como el efecto chimenea**. Estas influencias pueden interferir o incluso revertir la dirección prevista del movimiento del humo, lo que hace que los sistemas de ventilación natural no sean confiables bajo ciertas condiciones.

Como resultado, la presurización se destaca como el único método consistentemente confiable y efectivo para mantener condiciones de evacuación seguras y controlar la propagación del humo en edificios altos.

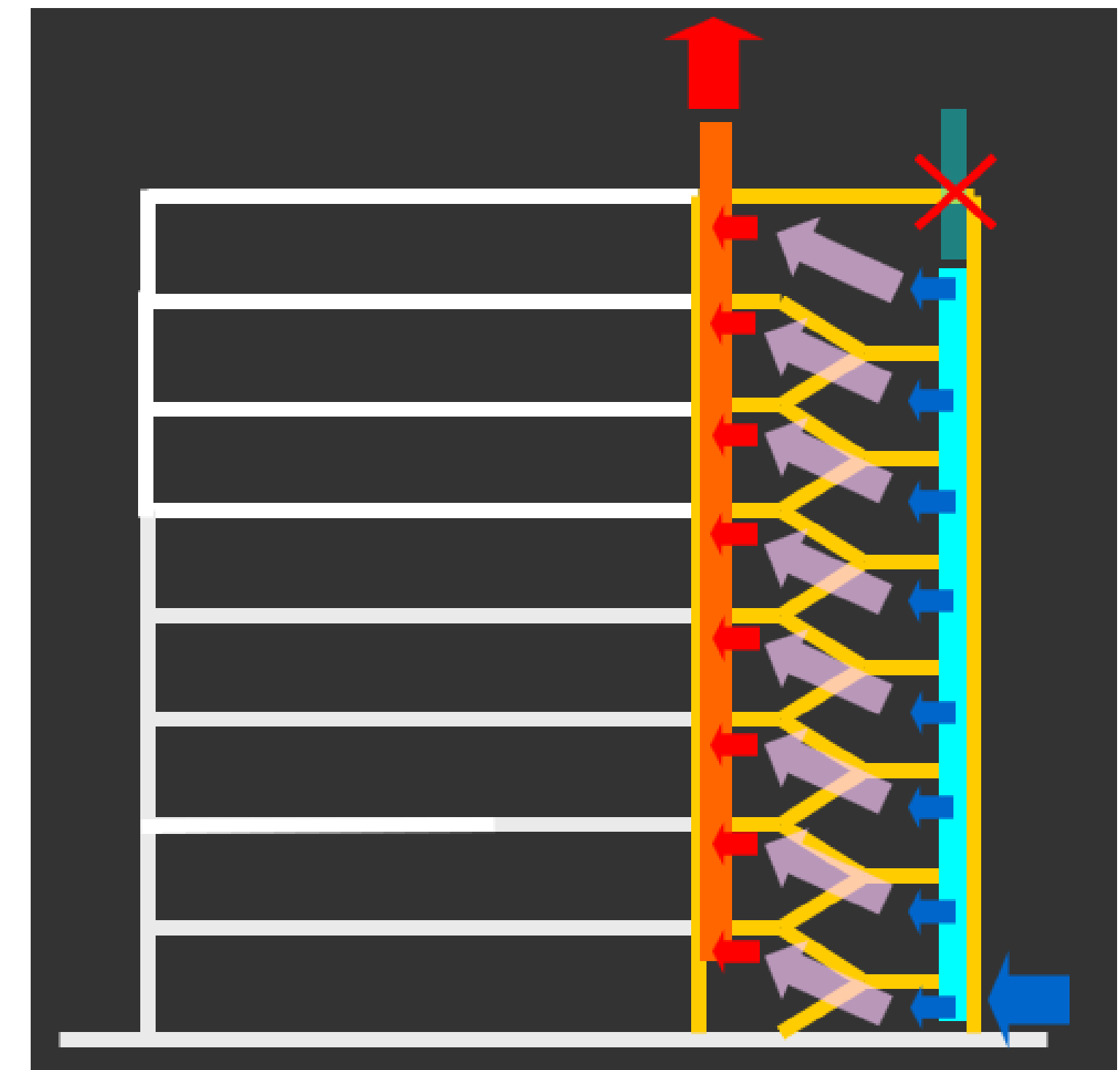


780,0

CTE – DB SI Seguridad en caso de incendio

Sección SI 3 - Evacuación de ocupantes - Modificación propuesta en información pública

- Las rejillas están enfrentadas en el recinto de la escalera de forma que se favorezca la ventilación cruzada de dicho recinto;
- El conducto que aporta **aire limpio** debe tener **toma de aire exterior en su extremo inferior**, mientras que su extremo superior no debe tener salida al exterior;
- El conducto de **salida de humo** debe arrancar de la rejilla de la planta más baja, sin aportación de aire exterior y **descargar al exterior por su extremo superior**;
- Los conductos no deben tener tramos horizontales con una longitud superior a 5 m.



CTE – DB SI Seguridad en caso de incendio

Sección SI 3 - Evacuación de ocupantes

c) Sistema de presión diferencial conforme a EN 12101-6:2005.

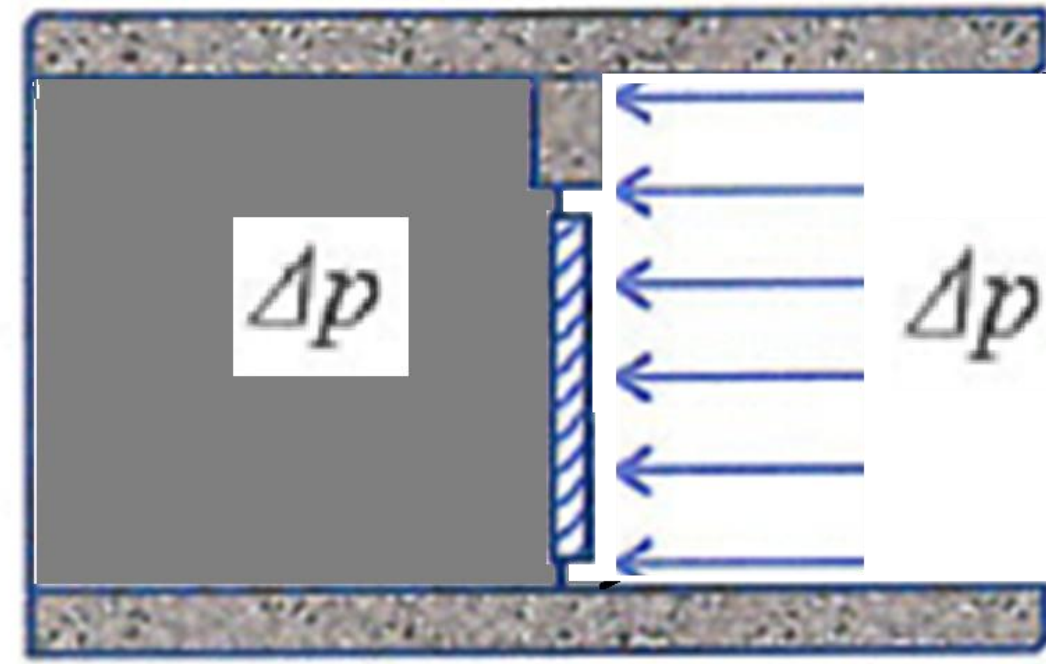


Modificación propuesta en información pública

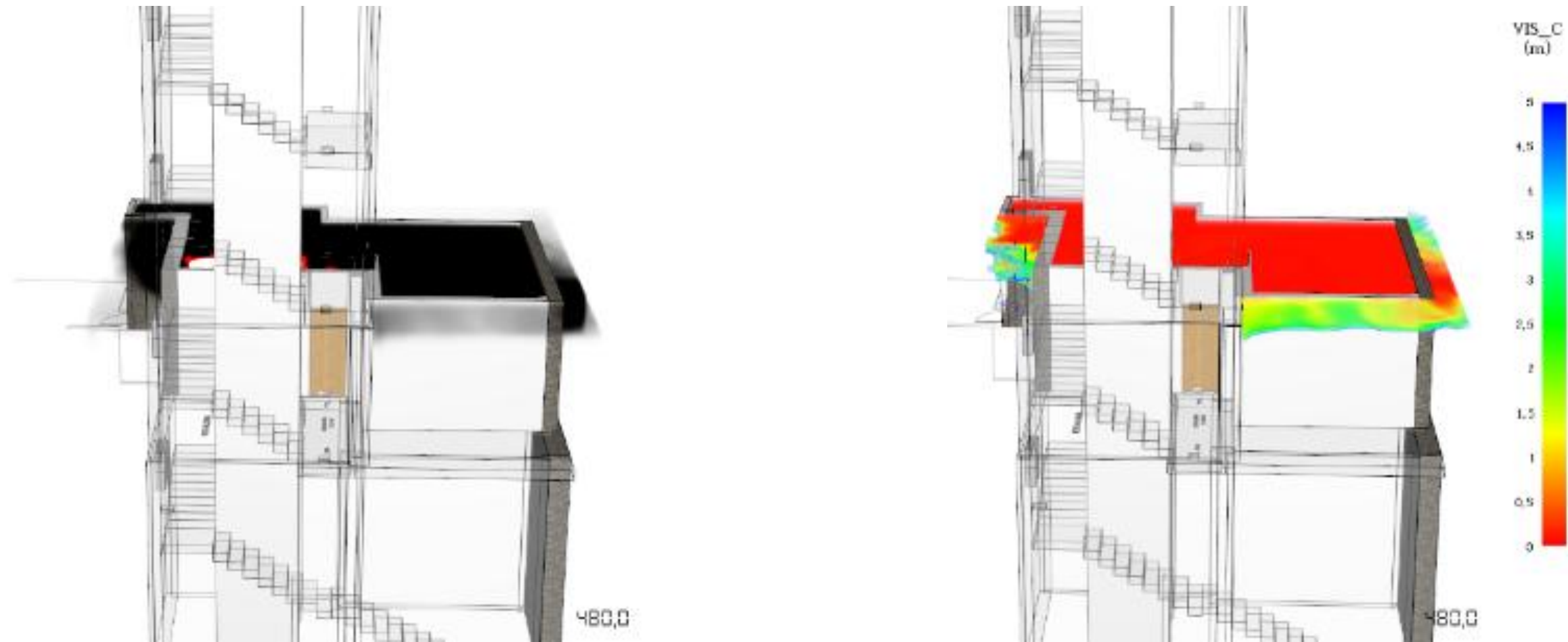
RIPCI – 13.1.b



UNE-EN 12101-6
Sistemas para el control de humo
y de calor. Parte 6: Especificaciones
para los sistemas de diferencial de
presión.



El sistema de presurización diferencial se diseña para evitar la entrada de humos en la escalera protegida.



EN 12101:2005

Sistemas para el control de humo y calor - Parte 6: Especificaciones para los sistemas de diferencial de presión.

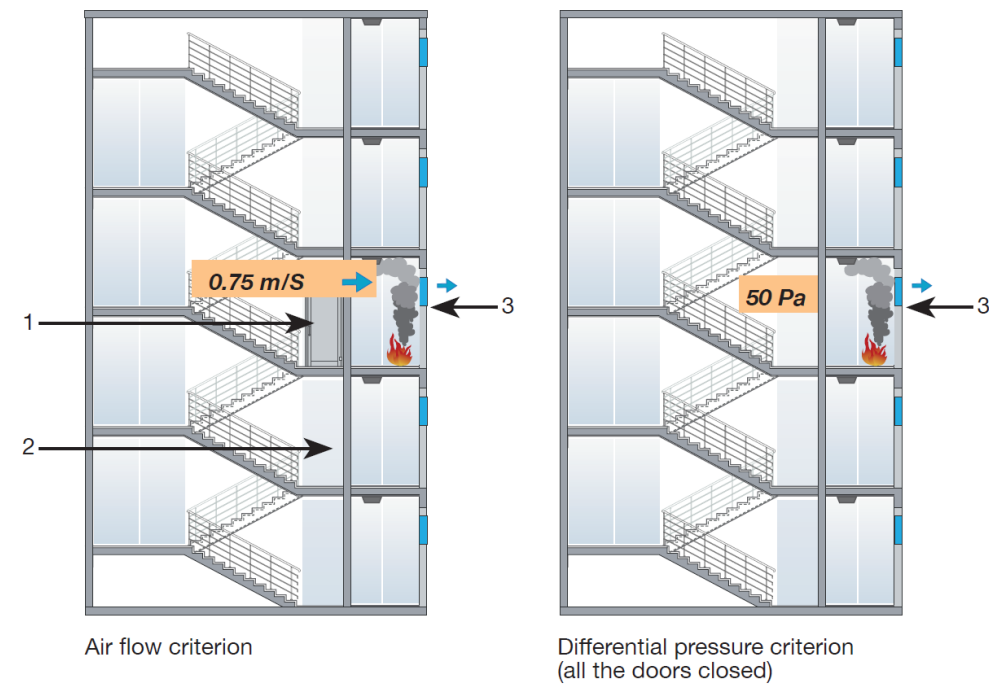
Norma para el diseño, instalación, puesta en marcha y mantenimiento de los sistemas de presión diferencial, para protección frente al humo de vías de evacuación.



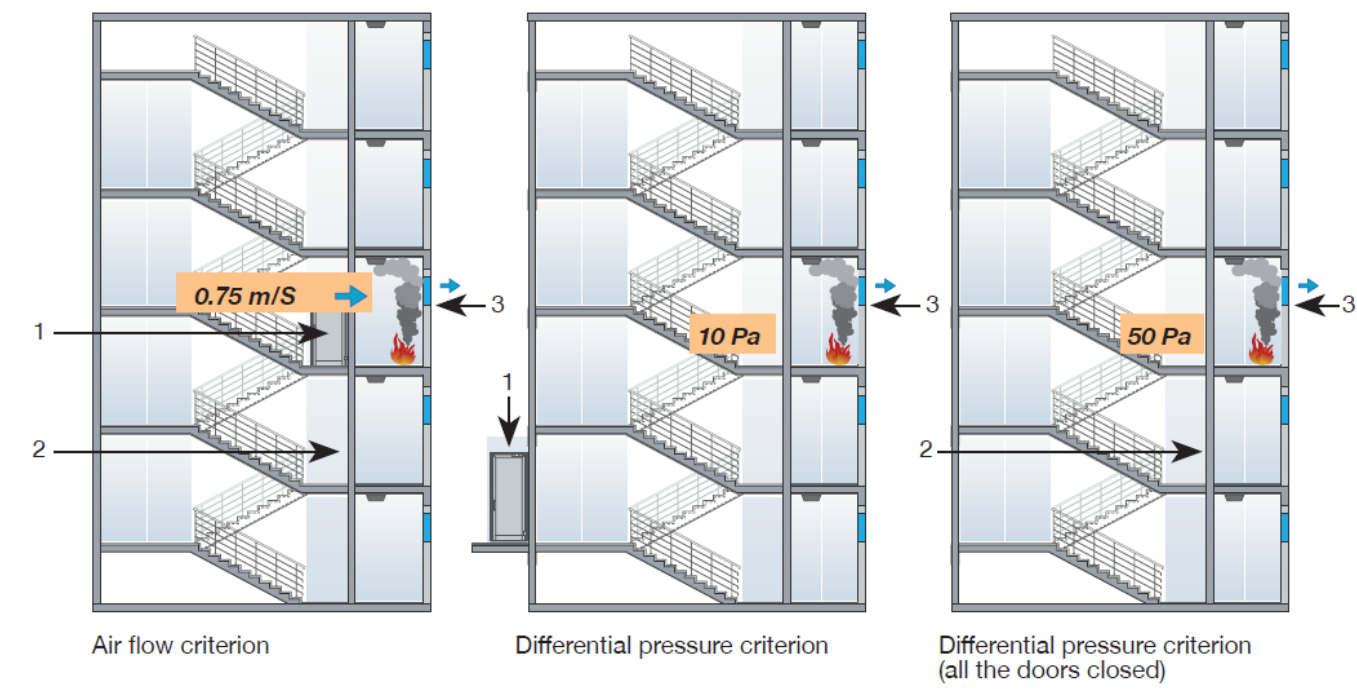
- 6 clases de sistema diferentes: clases A a F.
- Dependiendo del uso del edificio y del nivel de riesgo asociado.

Para medios de evacuación

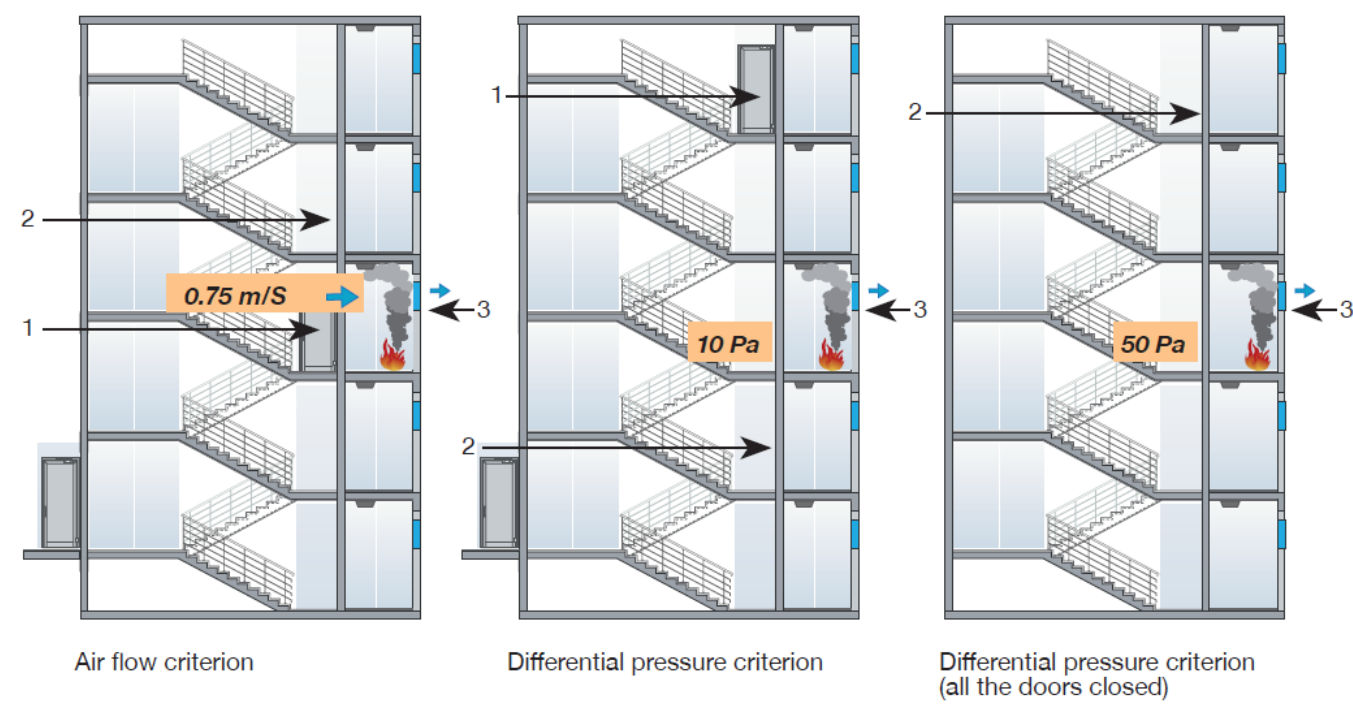
Sistema Clase A: Defensa in situ



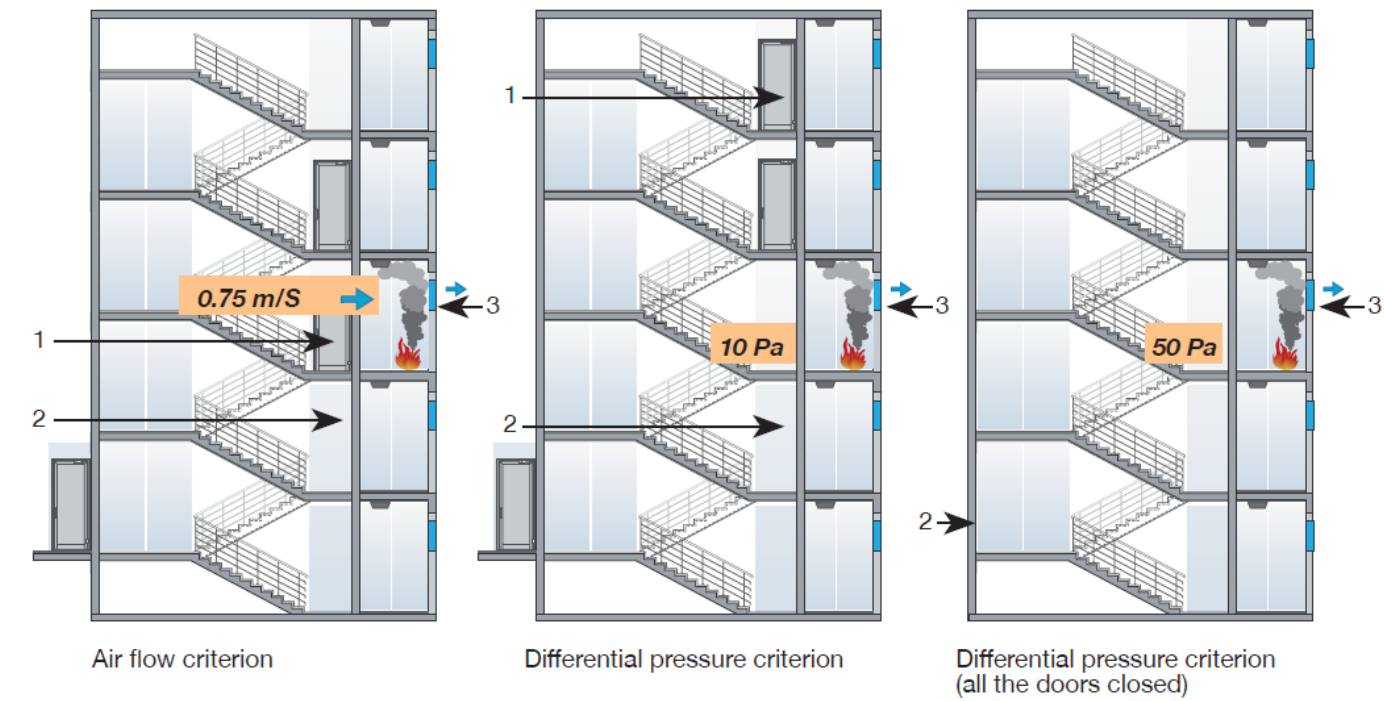
Sistema Clase C: Evacuación simultánea



Sistema Clase D: Riesgo personas dormidas

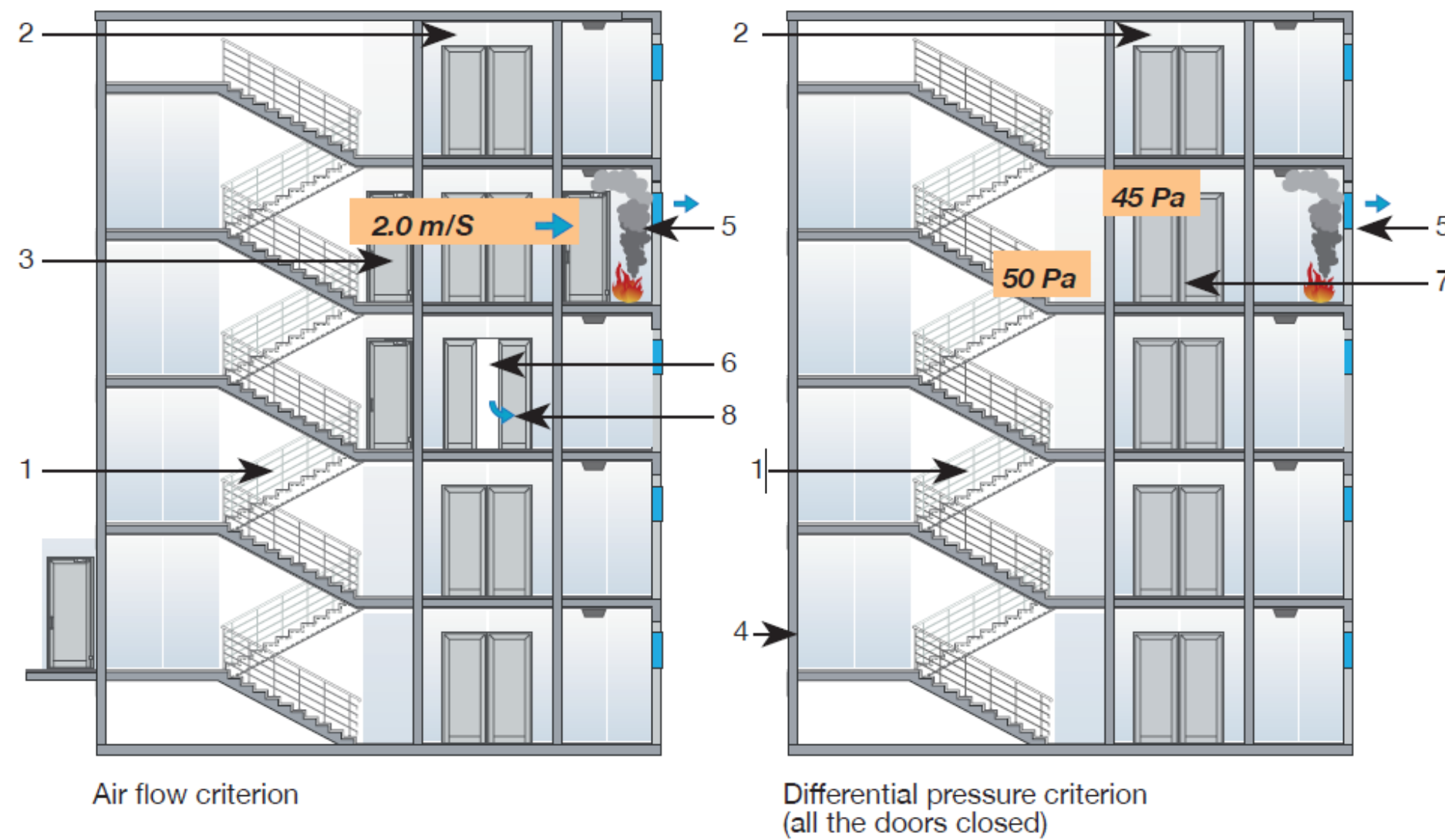


Sistema Clase E: Evacuación por fases

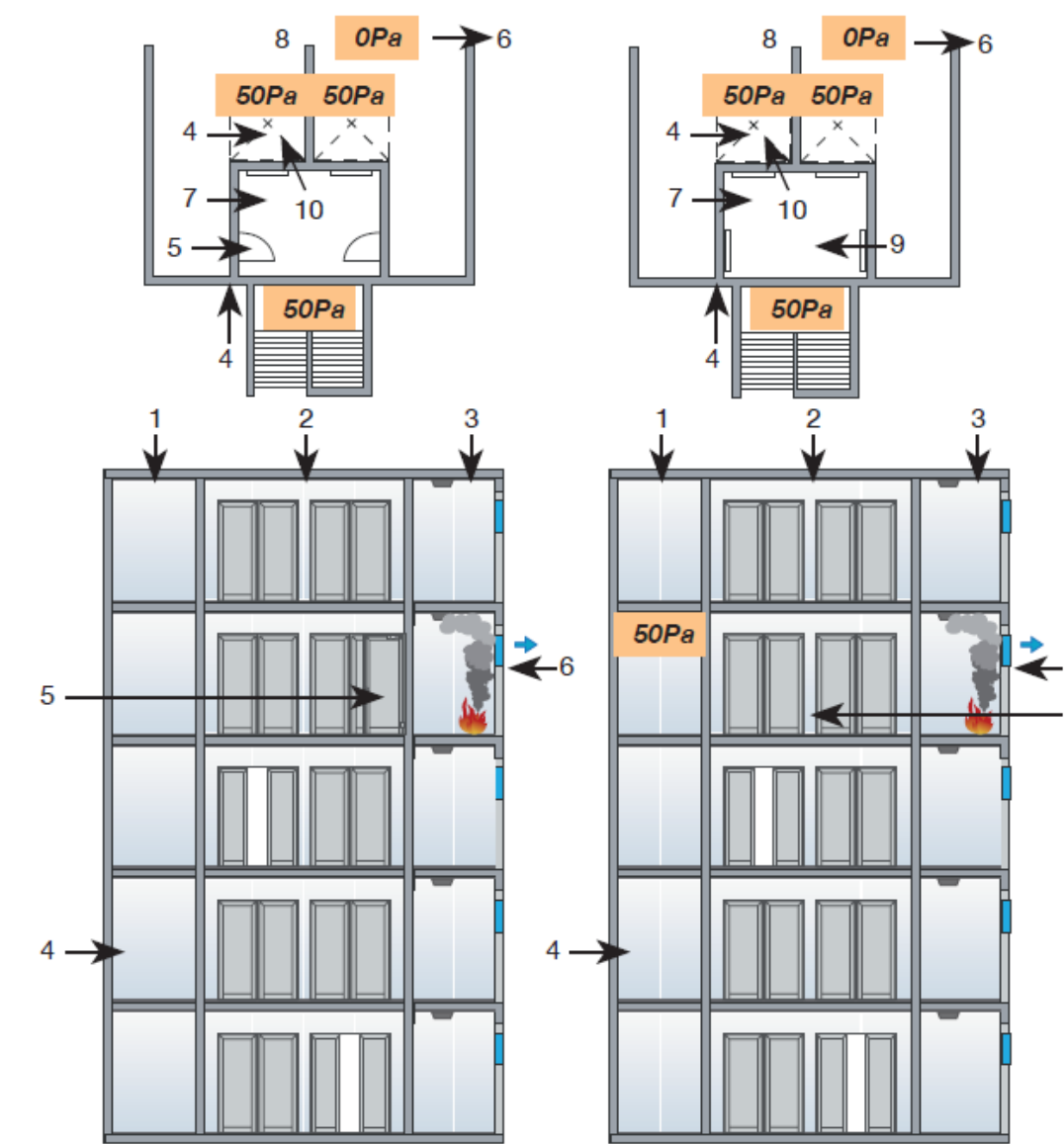


Para medios de evacuación y lucha contra incendios

Sistema Clase B: Evacuación y acceso bomberos

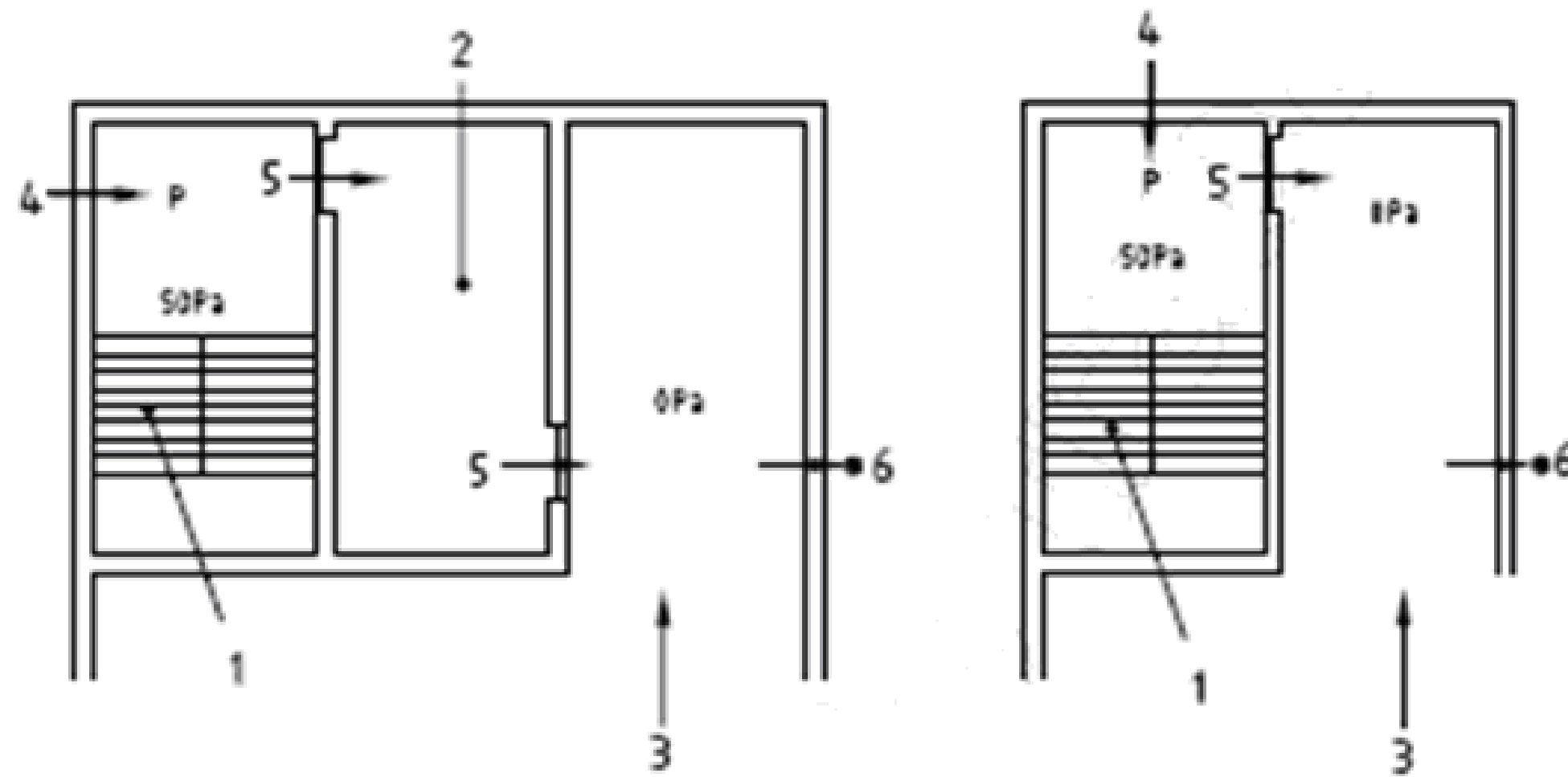


Sistema Clase F: Acceso bomberos y evacuación

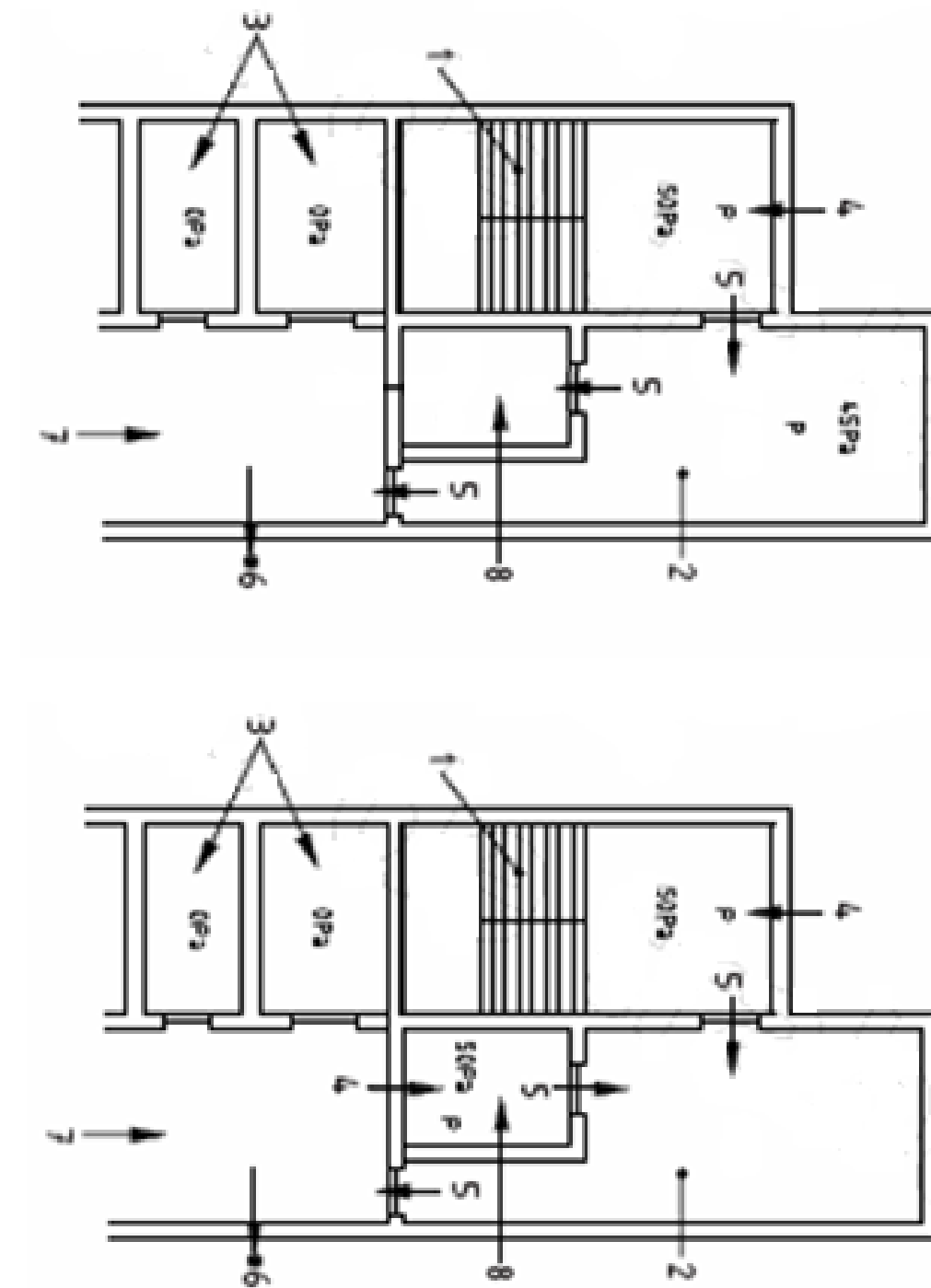


Espacios a presurizar

Solo la escalera



Escalera y vestíbulos



Espacios a presurizar

- a) Presurizar la escalera y todos los vestíbulos al mismo tiempo
- b) Presurizar la escalera y solo el vestíbulo en la planta de incendio



Entrada de aire

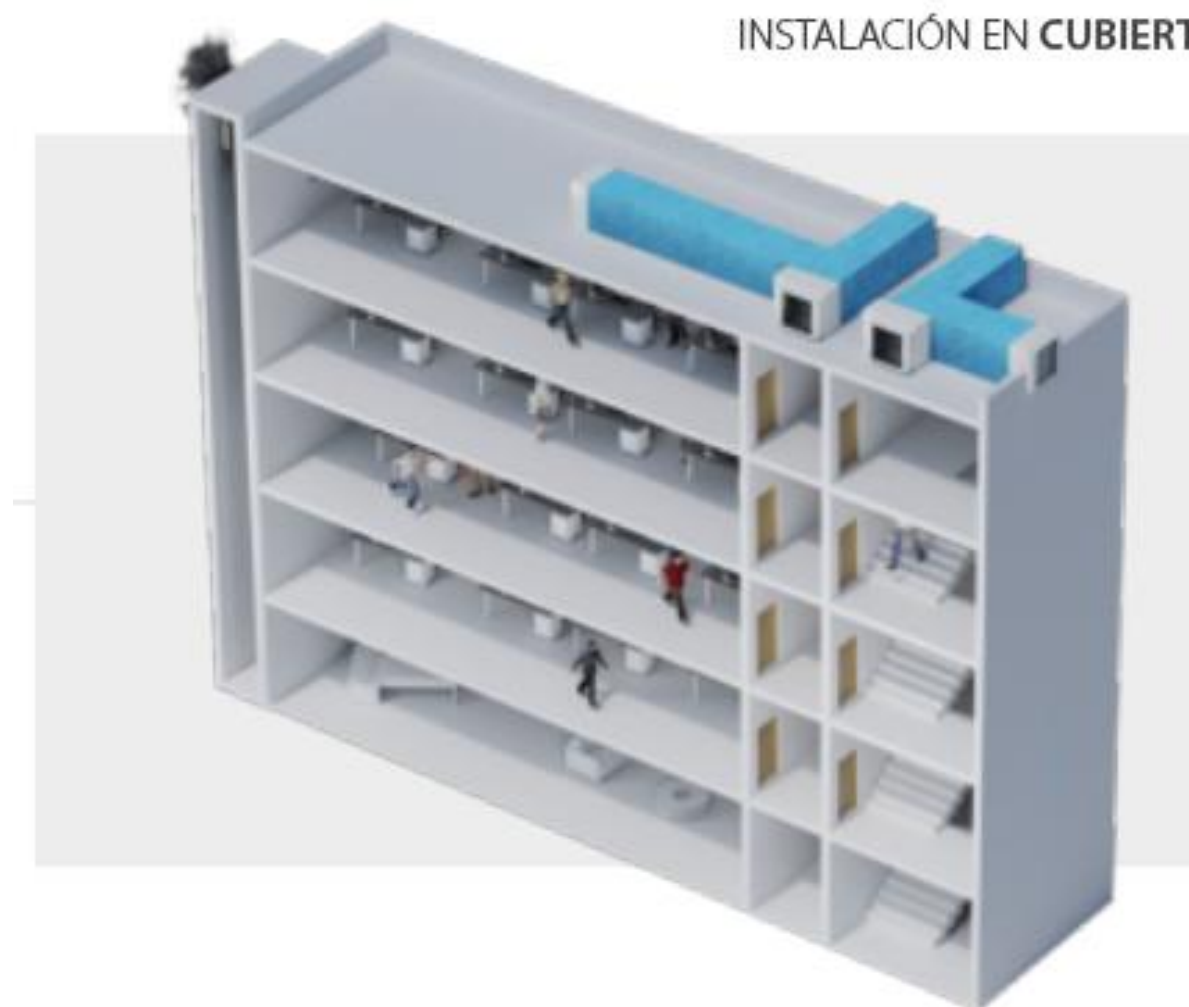
La toma de aire exterior debe estar lejos de zonas con riesgo de incendio para asegurar la entrada de aire limpio a través del sistema de presurización. En caso de que la instalación sea en cubierta, serán necesarias dos tomas de aire alejadas entre sí y dirigidas a distintas direcciones, equipándolas con una compuerta motorizada provista de detector de humos, a fin de proceder al cierre de la toma de aire con presencia de humo.

Si por lo contrario la instalación es en planta baja, será necesaria una única toma de aire, equipándola igualmente con compuerta motorizada provista de detector de humos.

INSTALACIÓN EN INTERIORES



INSTALACIÓN EN CUBIERTA



Puntos de alivio/escape de aire

El alojamiento en la planta de incendios debe tener disposición específica para la liberación de aire para el caudal previsto en el espacio.

Esto es esencial para poder mantener la presión diferencial entre el espacio presurizado y el no presurizado en situación de puertas cerradas, y para asegurar la velocidad del aire en situación de puerta abierta.



INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTÁRIA SP 138 :2017

Las justificaciones de la protección frente al humo de las escaleras especialmente protegidas con la opción de sistema de presión diferencial en cumplimiento de la norma UNE-EN 12101-6 se deben hacer en los términos que establece la propia norma y **no se admitirán soluciones que combinen** este sistema de protección frente al humo con las otras opciones previstas por el CTE DB SI, en una misma escalera especialmente protegida.

En el caso de edificios de gran altura (EGA) con altura de evacuación superior a 50 metros, el sistema de protección frente al humo de las escaleras especialmente protegidas, atendiendo a la especial importancia de esta condición para la Seguridad de los ocupantes, se podrá realizar **únicamente con la opción de sistemas de presión diferencial diseñados e instalados en cumplimiento de la norma UNE-EN 12101-6**. En estas tipologías de edificios no se admitirán soluciones de protección basadas en ventilación natural o mediante conductos independientes de entrada y salida.



Gracias



www.sodeca.com