

# **MANEJO DE HUMO Y CALOR**

## **SISTEMAS DE PRESURIZACION PARA CAJA DE ESCALERAS**

### **OBJETO Y ALCANCE**

Es objeto del presente Informe mencionar los fundamentos y conceptos básicos para el Manejo y/o Control de Humo, así también como criterios de aplicación en Sistemas Diferenciales de Presión en Cajas de Escaleras.

Este documento no pretende cuantificar magnitudes de cálculo o valores de diseño, los cuales el proyectista del sistema los determinará siguiendo los requerimientos de una determinada Norma, sino enumerar aspectos básicos a considerar en el cálculo y diseño del sistema, como por ejemplo, factores que influyen en el movimiento del humo, uso y ocupación del sector, características de la edificación, condiciones ambientales, etc., que pueden incidir en el correcto funcionamiento del mismo.

### **MATERIAL DE CONSULTA**

- Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 19.587, Dto. Reglamentario 351/79.
- Manual de Fundamentos de ASHRAE, edición 2.007.
- International Building Code, edición 2.003.
- Manual SFPE (Society of Fire Protection Engineers), edición 2.002.
- NFPA N°92A “Norma para sistemas de control de humo mediante uso de barreras y diferenciales de presión”, edición 2.006.
- Norma UNE 100.040 “Protección de las vías de evacuación mediante presurización”, edición 1.996. Actualmente reemplazada por Norma EN-UNE 12.101-6.
- Norma EN-UNE 12.101-6 “Sistemas de Control de Humo y Calor – Parte 6: Sistemas y equipos de presurización diferencial”, edición 2.005.
- Informes Técnicos, autor John H. Klote.

## MARCO LEGAL EN LA REPUBLICA ARGENTINA

El sistema de presurización de caja de escaleras se exige en la Ley de HyS N°19.587, Dto. Reglamentario 351/79, anexo VII, Capítulo 18, ítem 3.3.12:

“Las cajas de escaleras que sirvan a seis o más niveles deberán ser presurizadas convenientemente con capacidad suficiente para garantizar la estanqueidad al humo.

Las tomas de aire se ubicarán de tal forma que durante un incendio el aire inyectado no contamine con humo los medios de escape.

En edificaciones donde sea posible lograr una ventilación cruzada adecuada podrá no exigirse la presurización”.

El concepto de presurización se define en el ítem 1.8.

## MANEJO O CONTROL DE HUMO

Humo: mezcla no homogénea de sustancias sólidas carbonizadas en suspensión (hollín), vapores y gases calientes (tóxicos y no tóxicos), productos de un proceso de pirólisis o combustión incompleta, mezclado con el aire presente en el ambiente.

### Objeto del Manejo de Humo:

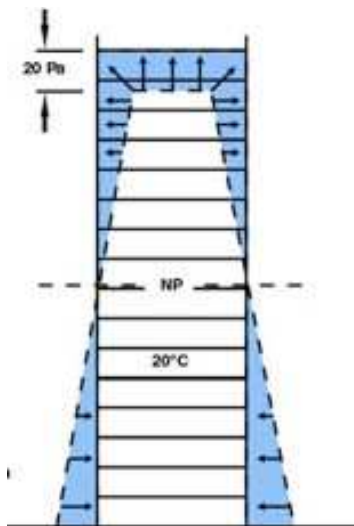
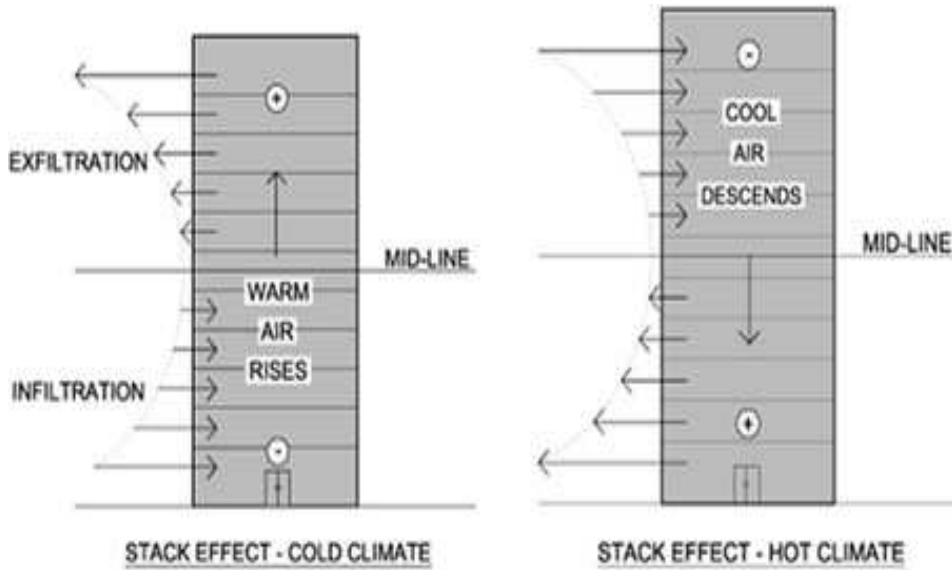
- 1 - Protección Humana: disminuir la concentración de gases tóxicos y mejorar las condiciones de visibilidad.
- 2 - Protección de Bienes: evitar daños materiales por depósitos de residuos de carbón (hollín) y disminuir la temperatura del humo a fin de evitar la combustión súbita o espontánea (flash-over) o explosión de humo (back draft).
- 3 - Combate al fuego: generar vías de circulación libres de humo para Bomberos, a fin de facilitar las tareas de combate al incendio.

### Causas del Movimiento del Humo:

Dentro de una edificación, el humo se desplaza entre zonas debido a:

- 1 - Efecto chimenea (stack effect).

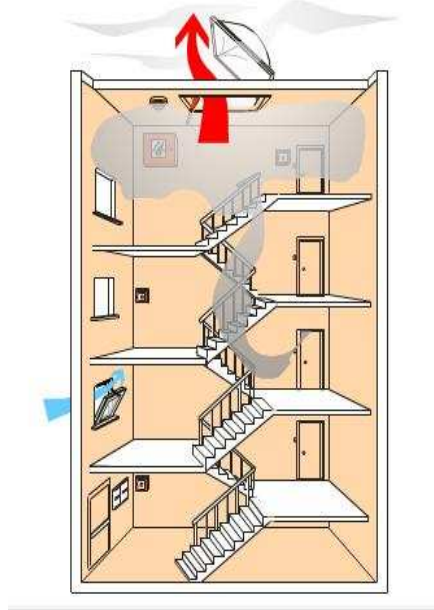
Las diferencias de temperatura interiores y exteriores en un edificio generan movimientos de masas de aire ascendentes (invierno) o descendentes (verano). Este movimiento de masas o volúmenes de aire genera zonas de sobrepresión y depresión variables dentro del edificio, y un plano neutral con un diferencial de presión nulo. Las sobrepresiones y depresiones interactúan con el humo originando desplazamientos.



En esta última grafica se puede observar que, por acción y efecto chimenea, el aire desplazado hacia arriba genera en el nivel superior un diferencial de presión positivo de +20 Pa. De igual manera, en el nivel inferior, el gradiente de presión será negativo (-20 Pa).

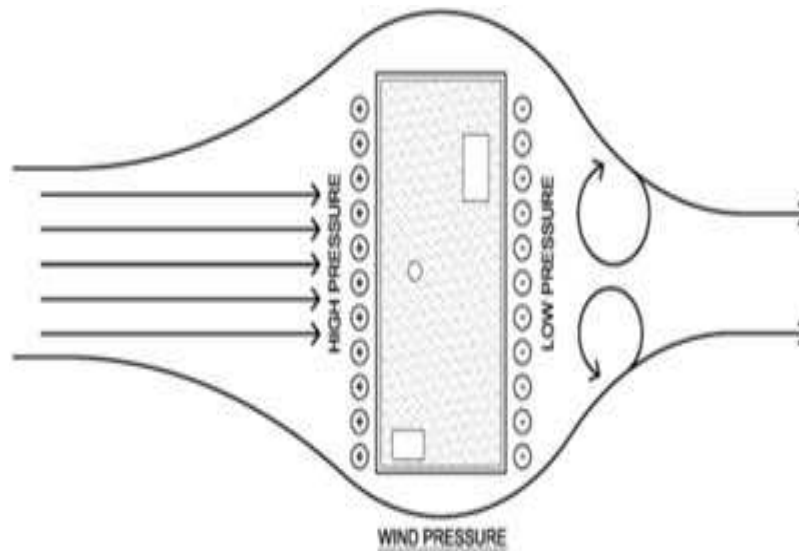
## 2 - Flotabilidad del humo (bouyancy).

Por diferencia de densidad, el humo, al poseer mayor temperatura que el aire del ambiente circundante, posee un movimiento ascendente, acumulándose en las capas superiores del edificio.



### 3 - Presión del viento sobre las paredes exteriores del edificio.

Este efecto genera zonas de sobrepresión sobre la fachada donde incide el viento y zonas de depresión en la fachada posterior, originando que el humo contenido dentro del edificio se desplace, debido a la generación de estos diferenciales de presión externos.



### 4 - Interacción con los sistemas de climatización.

Los sistemas de climatización inyectan y extraen aire de los diferentes sectores de la edificación, originando movimientos de la masa de aire dentro del edificio que influyen sobre el movimiento del humo. Incluso el humo puede ser aspirado por rejillas de retorno, desplazarse dentro del sistema termo mecánico de conductos e inyectarse en otros sectores. Por este motivo, al accionarse un sistema de control de humo, el sistema termomecánico debe detener su funcionamiento.

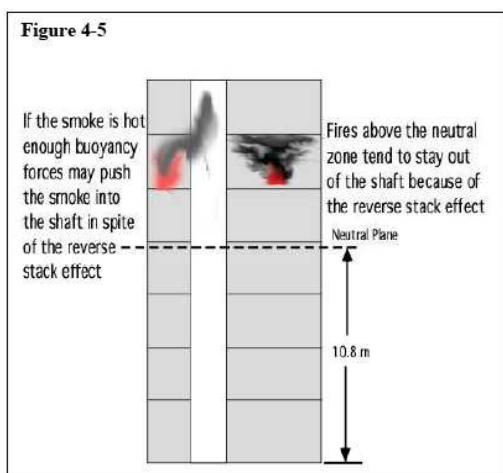
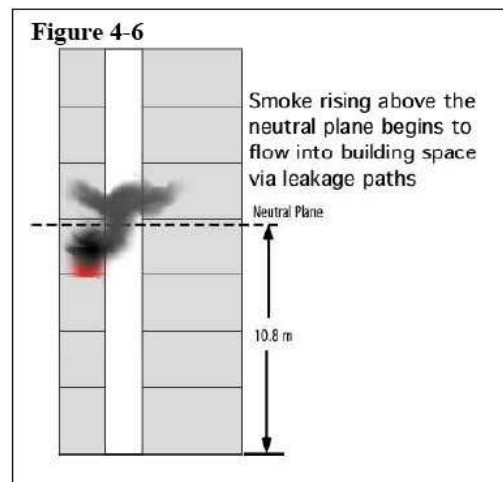
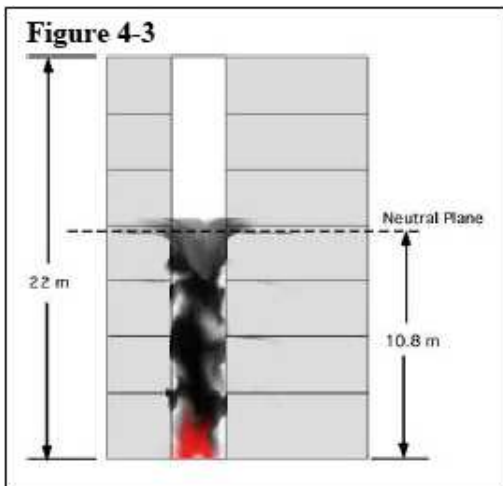
5 - Expansión térmica de los gases calientes en la zona de incendio.

Al aumentar la temperatura del humo, se produce un aumento de volumen generando desplazamiento.

Conclusión:

Un sistema correctamente diseñado debe considerar la influencia de los ítems antes mencionados.

Los siguientes gráficos ilustran las interacciones del humo, flotabilidad del mismo y efecto chimenea sobre un espacio vertical hueco, variando su comportamiento según la posición del incendio respecto al plano neutral.



Se observa que la posición del incendio respecto al plano neutral genera un comportamiento del humo diferente para los tres casos analizados.

### Técnicas de Manejo de Humo:

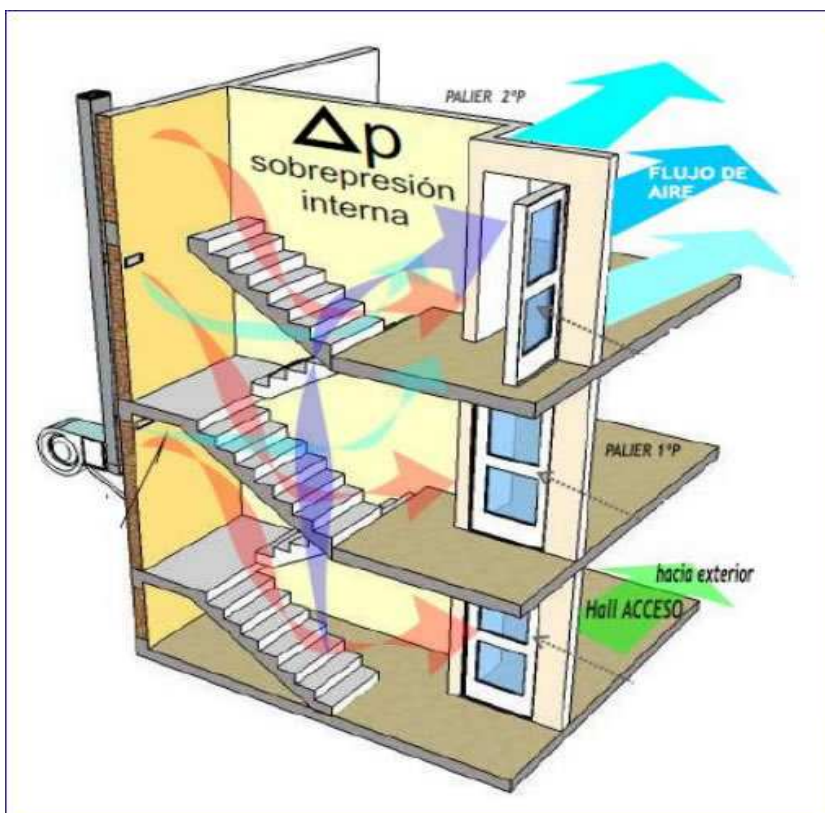
El manejo de Humo se basa en las siguientes técnicas:

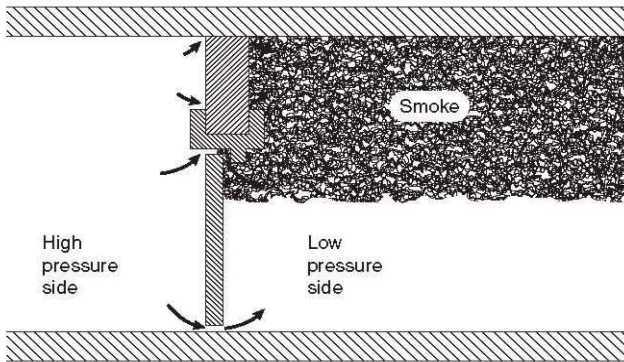
- 1 - Compartimentación física, mediante cerramientos (muros, puertas, pisos, techos).
- 2 - Ventilación para extracción del humo, considerando extinguido el incendio.
- 3 - Ventilación para extracción de humo y calor, considerando presente el incendio.
- 4 - Dilución del humo mediante el agregado de aire fresco.
- 5 - Aplicación de diferenciales de presión, mediante despresurización.
- 6 - Aplicación de diferenciales de presión, mediante sobrepresión.

### Presurización:

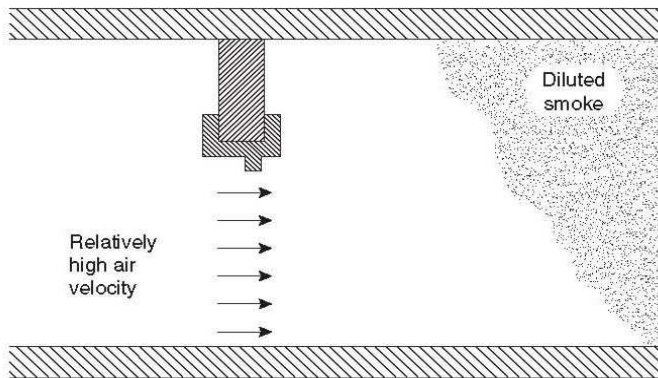
Los sistemas de presurización de caja de escaleras se basan en la combinación de algunos de los métodos antes mencionados:

- 1 - Compartimentación física, mediante cerramientos (muros, puertas, pisos, techos).
- 2 - Aplicación de diferenciales de presión mediante sobrepresión y generación de un caudal de aire (air-flow), que garantice una velocidad mayor a la velocidad crítica para evitar el ingreso del humo dentro del recinto a proteger (back-flow).

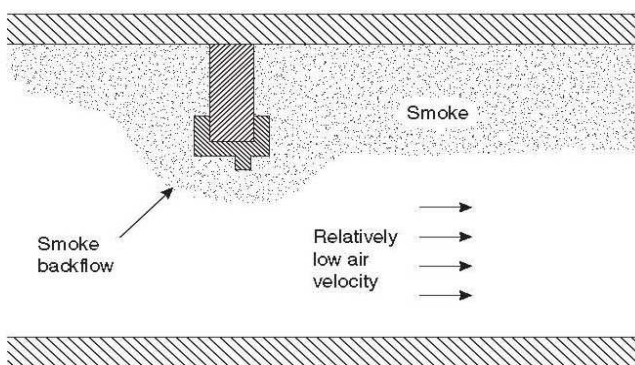




**Figure 4-12.5. Pressure difference across a barrier of a smoke control system preventing smoke infiltration to the high-pressure side of the barrier.**



**Figure 4-12.7. No smoke backflow with high air velocity through an open doorway.**



**Figure 4-12.6. Smoke backflow against low air velocity through an open doorway.**

En la figura 4-12.5 se observa un sistema que mantiene un diferencial de presión positivo a puertas cerradas que garantizan que el humo no ingrese al espacio protegido.

La figura 4-12.7 ilustra la apertura de la puerta donde el humo no ingresa al espacio protegido por la generación de un caudal de aire saliente a una determinada velocidad mayor a la velocidad crítica.

La figura 4-12.6 ilustra la situación anterior, pero con un caudal de aire saliente a una velocidad menor a la velocidad crítica, por lo que el humo ingresa al espacio protegido.

## PRESURIZACION DE CAJA DE ESCALERAS

### Componentes:

Las diferentes Normativas definen los siguientes elementos como básicos de un sistema de presurización:

- 1 - Dispositivos de accionamientos (sensores automáticos y dispositivos manuales).
- 2 - Controlador con doble fuente de alimentación eléctrica, una de red, la otra de grupo electrógeno.
- 3 - Presurizador o ventilador.
- 4 - Conductos de inyección de aire y rejillas de insuflación.
- 5 - Dispositivos de sobrepresión (compuertas de sobrepresión, dámper motorizados, dámper motorizados de by-pass, variadores de velocidad, etc.).

### Criterios de Diseño:

Como pautas generales de diseño para un sistema de presurización, se debe considerar:

- 1 – Uso del edificio (residencial, oficinas, hotel, comercial, hospitalario, etc.).
- 2 - Analizar condiciones presentes (efecto chimenea, acción del viento, interacción con sistemas de climatización, espacios internos de la edificación, altura de techo, tipos de cerramientos, protección con rociadores, etc.).
- 2 - Definir aplicación:
  - Evacuación simultánea.
  - Evacuación retardada, como en caso de hospitales o edificios con gran afluencia de público, etc.
  - Evacuación más combate al fuego (para Bomberos).
- 3 - Definir espacios a presurizar.
  - Caja de escaleras, vestíbulos, corredores, huecos de ascensores o una combinación de estos.



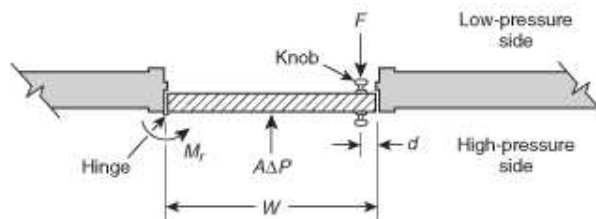
4 – Determinar la cantidad de puertas abiertas simultáneamente, número que surgirá de un estudio y análisis del tipo y uso de la edificación, cantidad de personas a evacuar, tiempos de evacuación, etc.

5 - Definir diferenciales de presión a puertas cerradas, diferenciales de presión a puertas abiertas, velocidad crítica, fuerza de apertura de puertas, etc. Las Normas de diseño poseen los mismos conceptos generales, pero cada una de estas tiene sus particularidades y enfoques de diseño propios.

Consideración de Diseño:

Un sistema subdimensionado no evita que ingrese humo al espacio a proteger.

Un sistema sobredimensionado genera diferenciales de presión que originan que la fuerza requerida para la apertura de puertas sean muy elevadas, dificultando y a veces hasta impidiendo su apertura, además de impedir que la puerta de evacuación de Planta Baja (batiente hacia afuera) cierre, quedando permanentemente abierta y originando fluctuaciones del gradiente de presión interno.



6 - Calcular el presurizador requerido, determinar P y Q a puertas cerradas, P y Q a puertas abiertas. Se deberá considerar: caudales de fugas, velocidad crítica, pérdidas de presión en conductos y accesorios, diferenciales de presión según niveles de la edificación y temperaturas exteriores, puntos de inyección de aire, dispositivos de sobrepresión, etc.

7 – Definir la cantidad de puntos de suministros de aire para lograr una distribución uniforme en todo el espacio, verificar las distancias mínimas a respetar desde rejillas de inyección a las puertas, distancias máximas entre rejillas de inyección, y posicionamiento adecuado de persiana de sobrepresión. Un sistema de distribución de aire mal diseñado puede generar un flujo de aire vertical dentro de la caja de escaleras importante, que conllevará a pérdidas de presión significativas dentro de estas. Este ítem es variable según Norma de diseño aplicada.