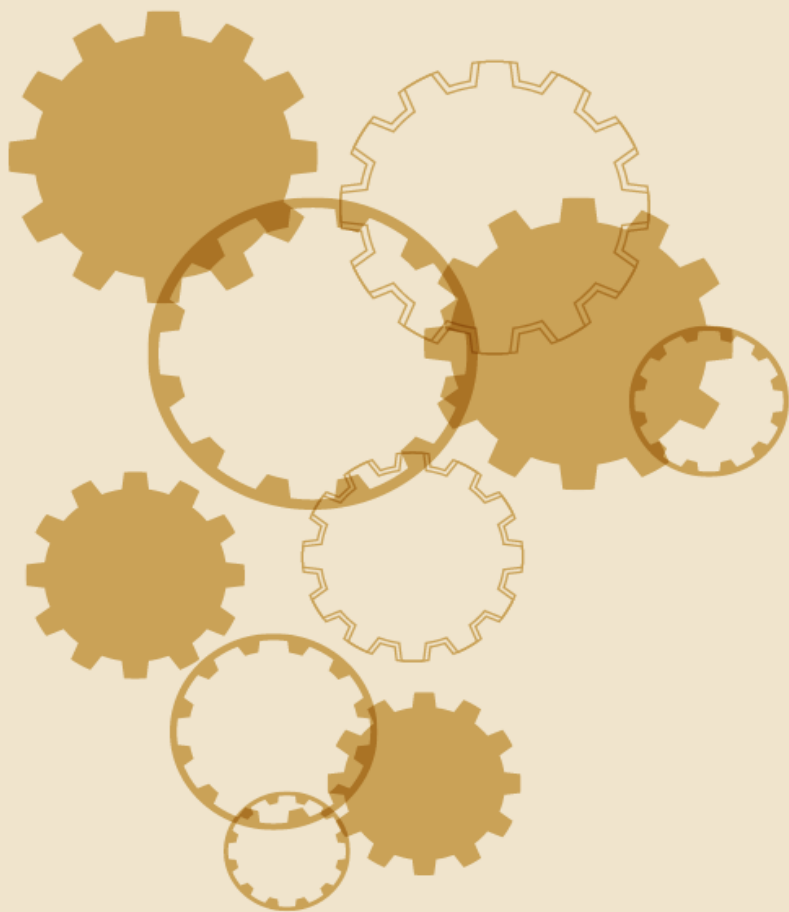




SISTEMAS DE CONTROL DE HUMOS

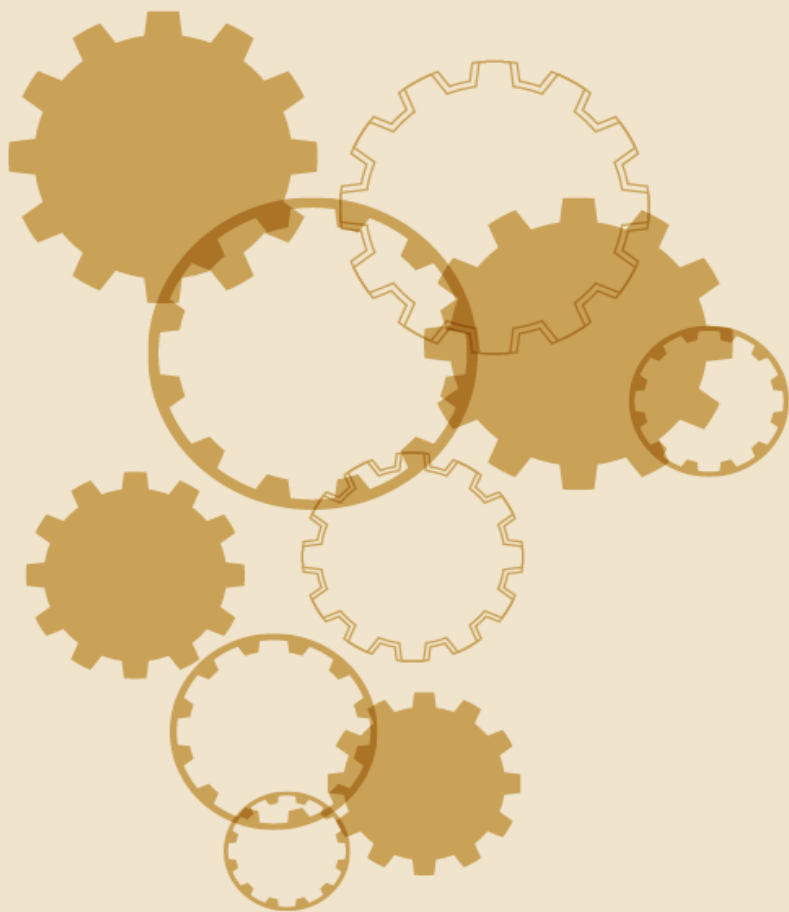
¿Qué dice la normativa Nacional e Internacional?

Ing. Alfredo Jara Munar



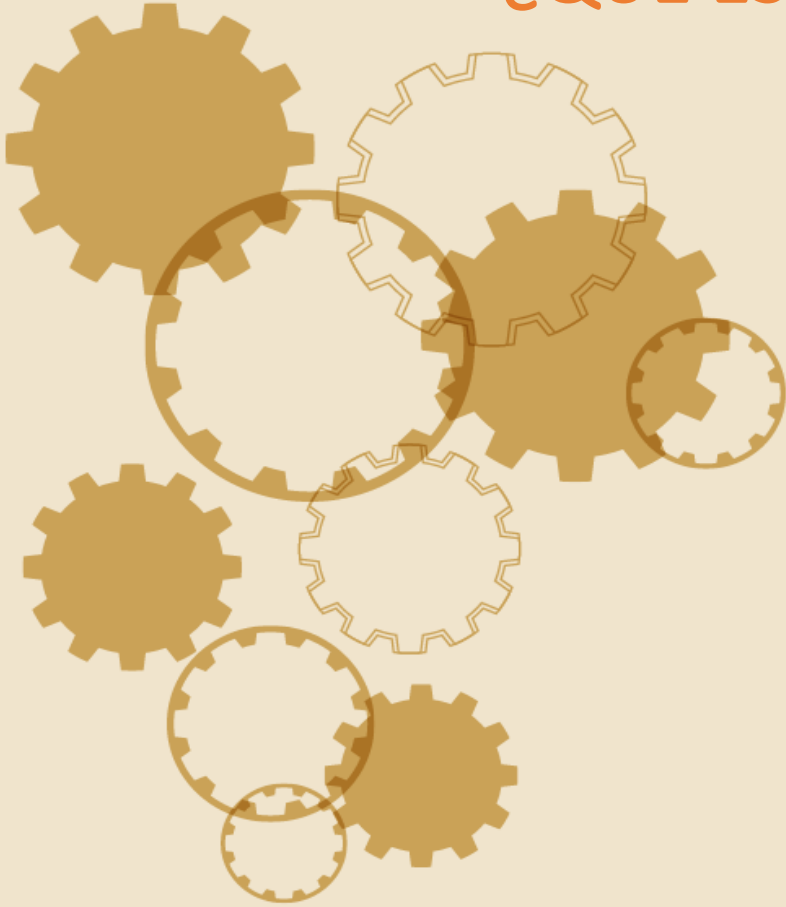
AGENDA

1. ¿Qué es la administración de humos?
2. ¿Por qué es importante la administración de humos?
3. ¿Qué nos dice la normativa nacional e internacional sobre estos sistemas?
4. ¿Cuáles son los equipos principales que integran un sistema de control de humos?
5. ¿Qué herramientas nos permiten desarrollar una ingeniería de control de humos?
6. Conclusiones

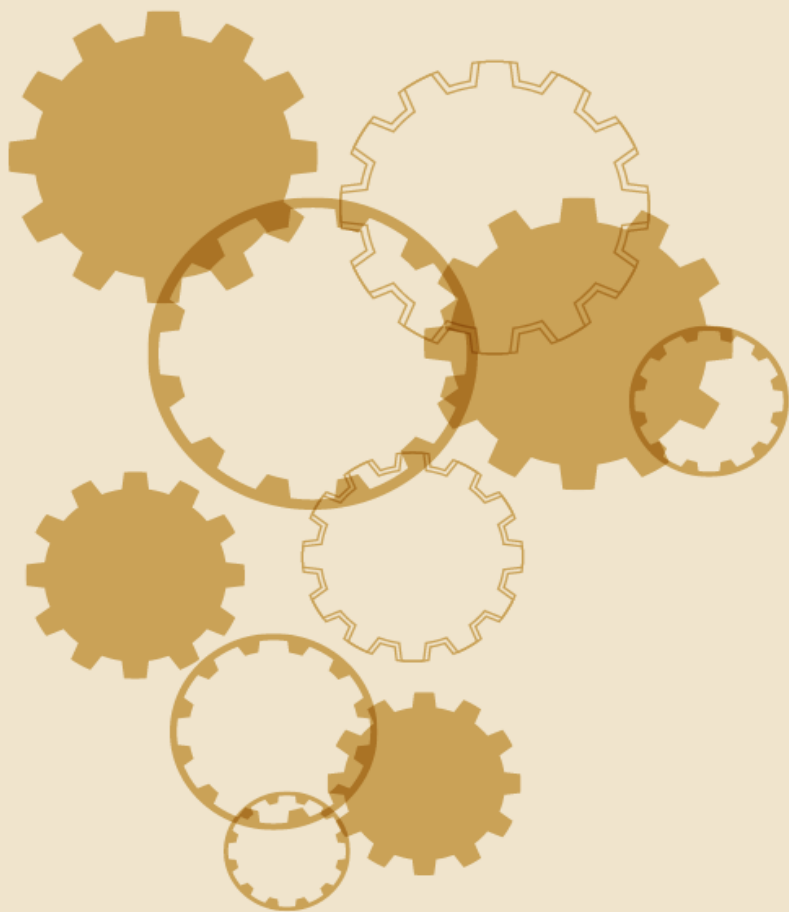


1. **¿Qué es la administración de humos?**
2. ¿Por qué es importante la administración de humos?
3. ¿Qué nos dice la normativa nacional e internacional sobre estos sistemas?
4. ¿Cuáles son los equipos principales que integran un sistema de control de humos?
5. ¿Qué herramientas nos permiten desarrollar una ingeniería de control de humos?
6. Conclusiones

¿QUÉ ES LA ADMINISTRACIÓN DE HUMOS?

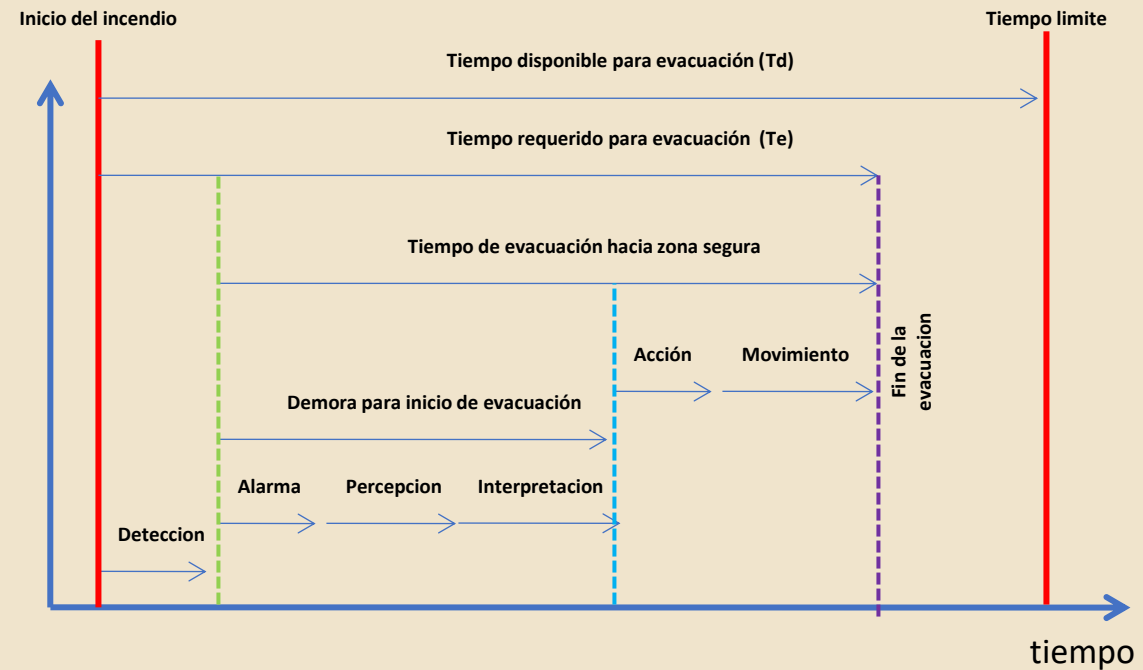
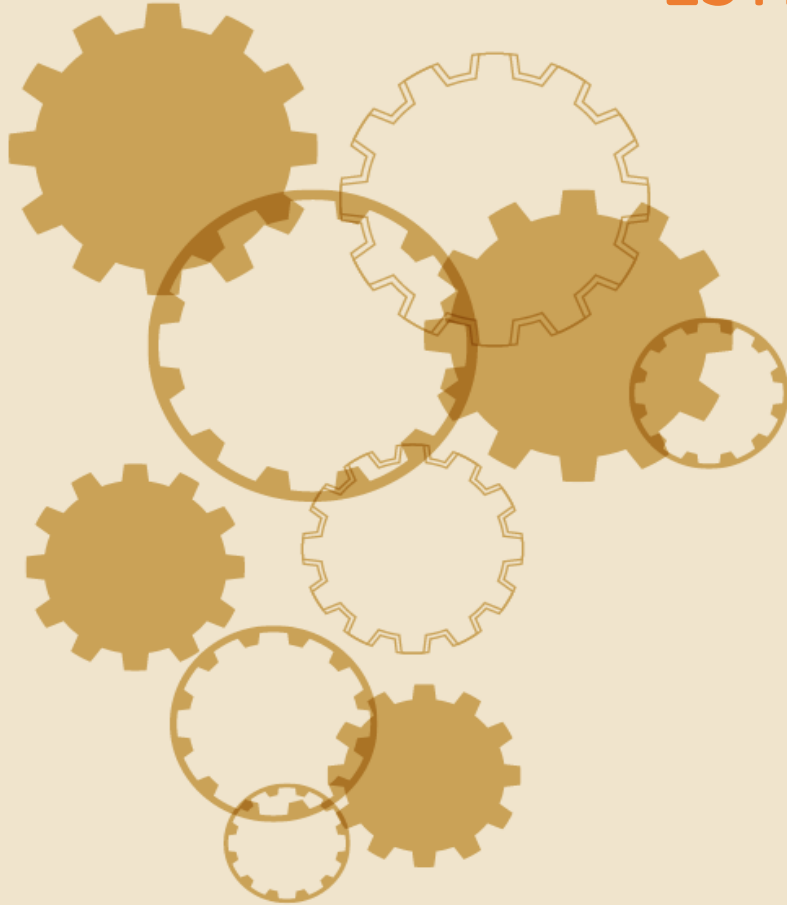


NFPA 92 3.3.19. *Método para controlar el humo de un incendio, en un espacio de gran tamaño, mediante un sistema mecánico o natural con la finalidad de mantener seguras las vías de evacuación, o para controlar y reducir la propagación de humo entre el ambiente del incendio y espacios adyacentes.*



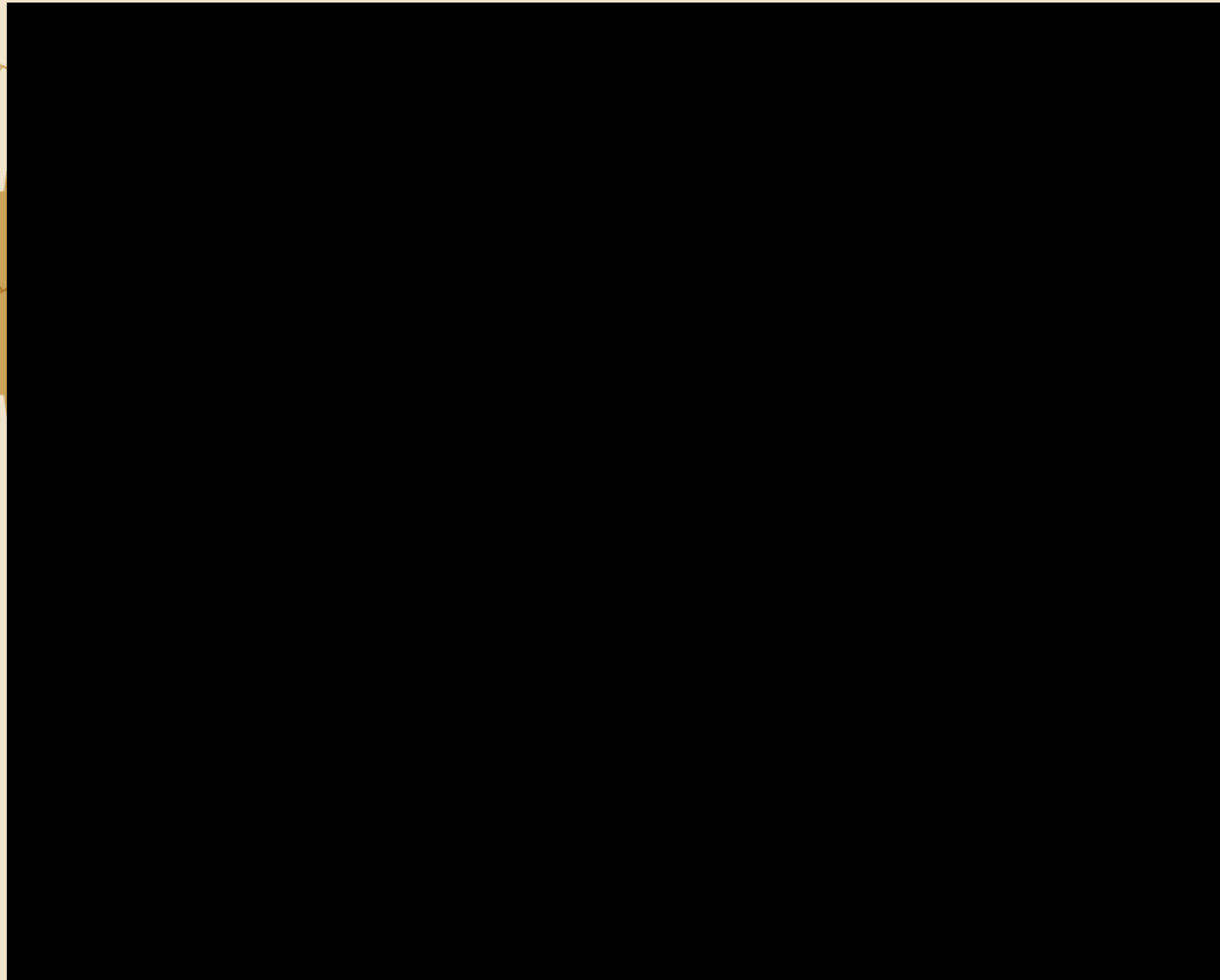
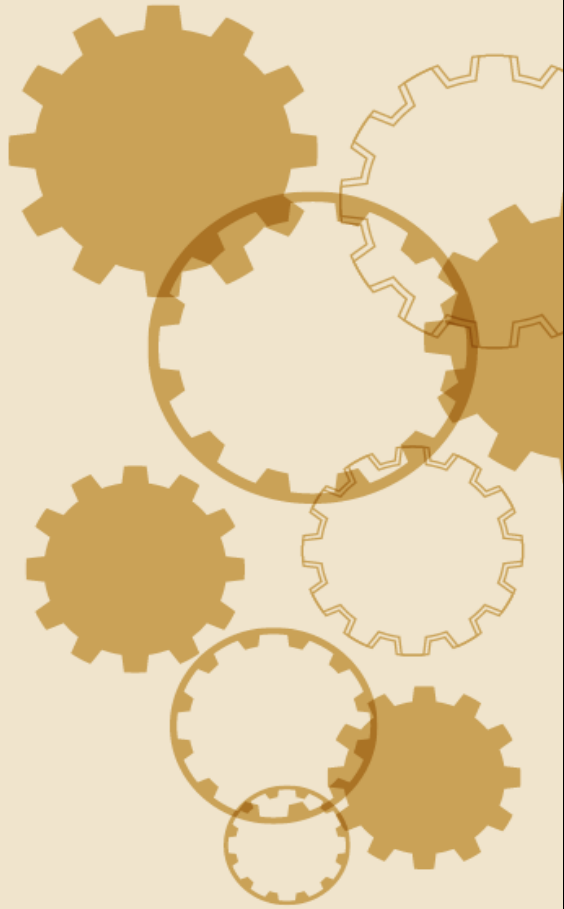
1. ¿Qué es la administración de humos?
- 2. ¿Por qué es importante la administración de humos?**
3. ¿Qué nos dice la normativa nacional e internacional sobre estos sistemas?
4. ¿Cuáles son los equipos principales que integran un sistema de control de humos?
5. ¿Qué herramientas nos permiten desarrollar una ingeniería de control de humos?
6. Conclusiones

ESTRATEGIA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS



$$\text{Factor de seguridad} = \frac{\text{Tiempo disponible para evacuar}}{\text{Tiempo requerido para evacuar}}$$

EVACUACIÓN



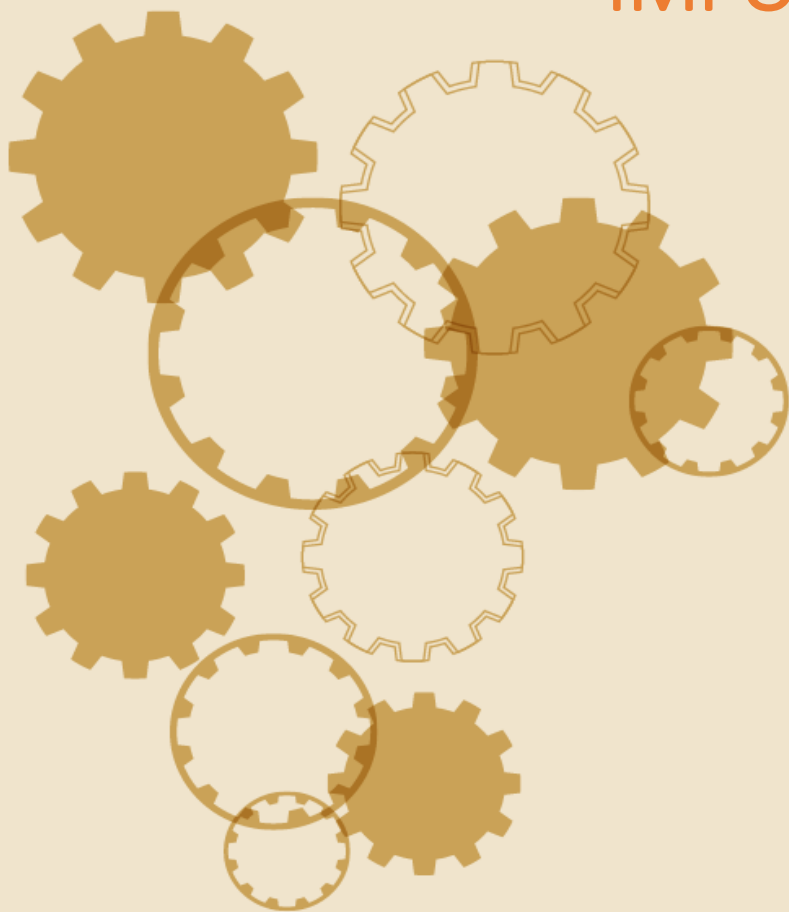
IMPORTANCIA DE LA ADMINISTRACIÓN DE HUMOS



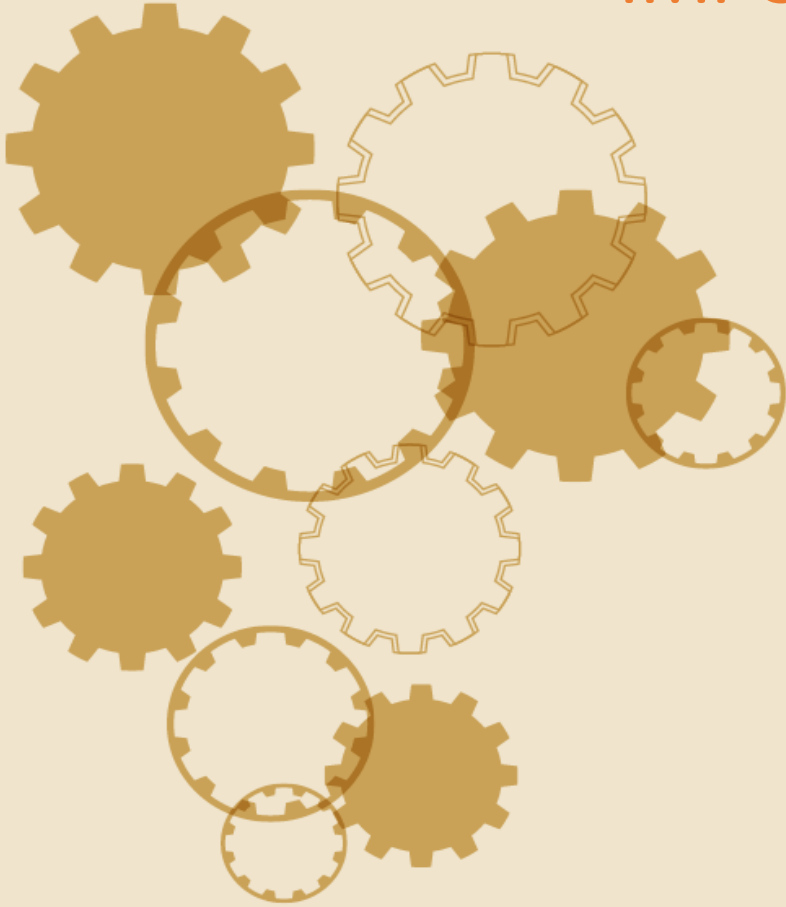
IMPORTANCIA DE LA ADMINISTRACIÓN DE HUMOS



IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS DE ADH



IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS DE ADH



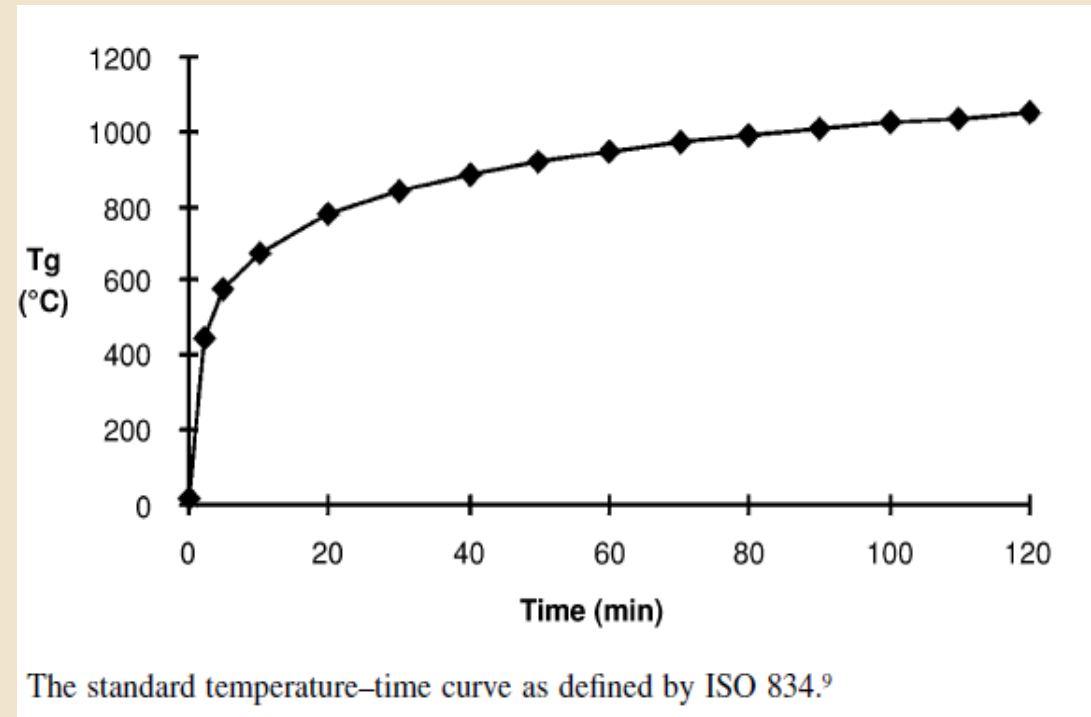
1. Temperatura (Transferencia de calor)
2. Visibilidad para evacuación y acceso de bomberos
3. Trabajos de extinción

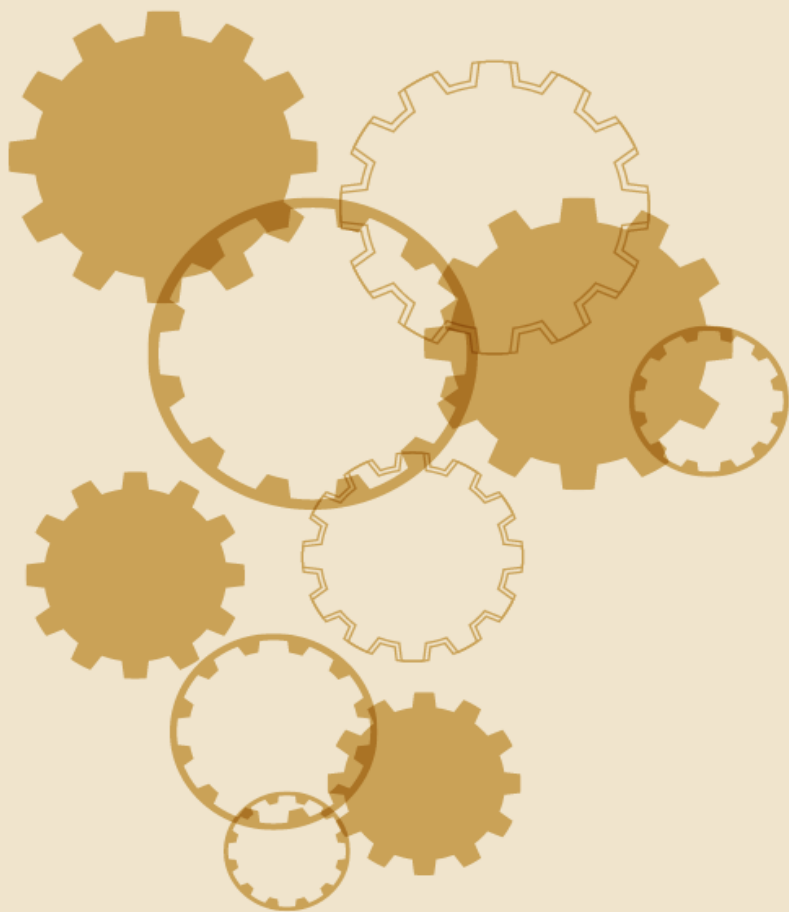


IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS DE ADH



TEMPERATURA (LÍMITES
ESCENCIALES)

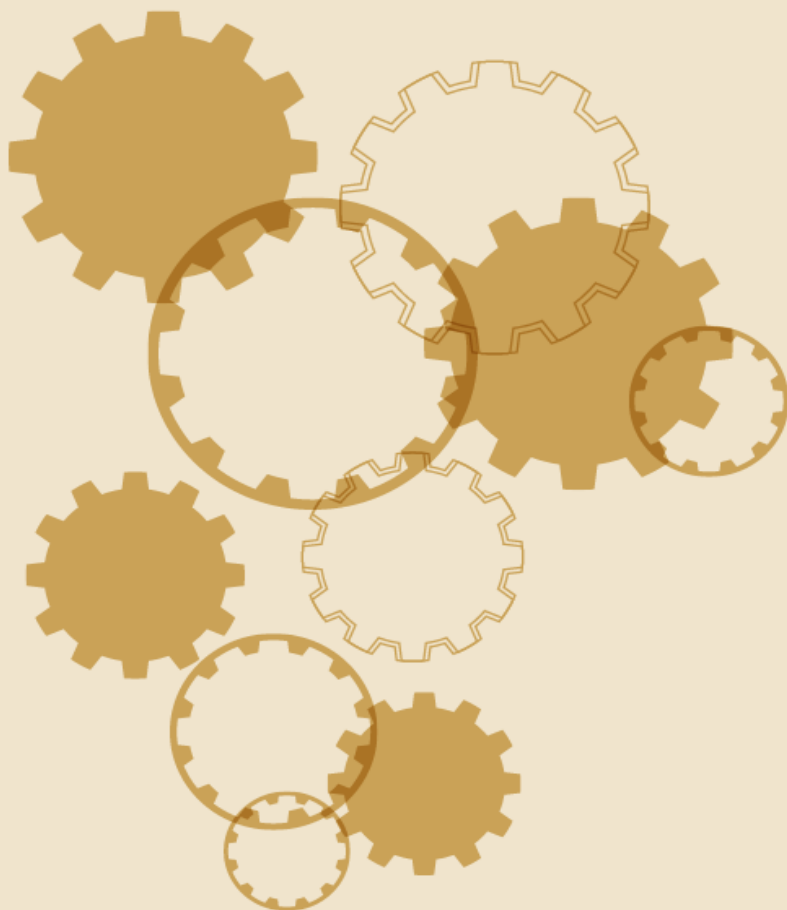




1. ¿Qué es la administración de humos?
2. ¿Por qué es importante la administración de humos?
- 3. ¿Qué nos dice la normativa nacional e internacional sobre estos sistemas?**
4. ¿Cuáles son los equipos principales que integran un sistema de control de humos?
5. ¿Qué herramientas nos permiten desarrollar una ingeniería de control de humos?
6. Conclusiones



NORMATIVA NACIONAL - RNE



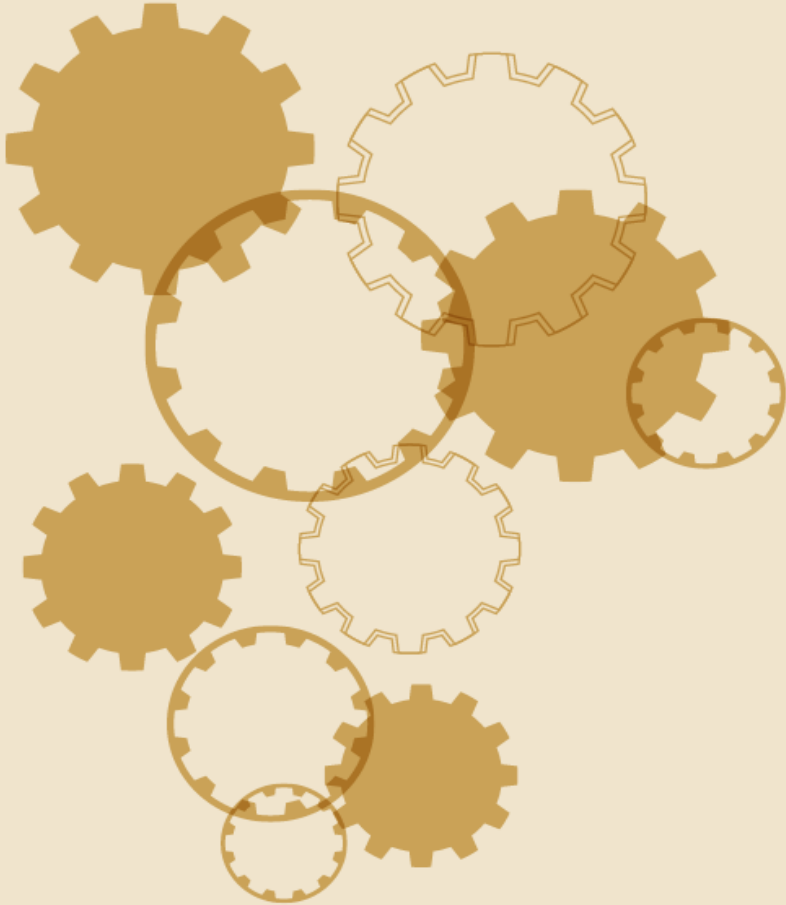
- A 010 – artículo 8.2 y 8.3. La evacuación de humos de incendio puede ser a nivel de piso (retiros frontales, laterales y posteriores).
- A 010 – artículo 25.1. Las escaleras protegidas son a prueba de fuego y humos constituyendo un lugar seguro.
- A 010 – artículo 27.2 Vestíbulo previo con ventilación mecánica.
- A 010 – artículo 44. Se debe evitar que el incendio se propague por los ductos de ventilación con dispositivos que eviten la propagación de humo en pisos superiores al incendio.



NORMATIVA NACIONAL - RNE

- A 130 – artículo 14. Para evacuación horizontal se requiere crear zonas de humos.
- A 130 – artículo 29. Los requisitos de presurización están basados en la NFPA 92.
- A 130 – artículo 56. Interconexión con el sistema de detección y alarma de incendios.
- A 130 – artículo 80. En caso se decida el uso de un sistema de humos se debe cumplir con NFPA 92 y NFPA 101.
- A 130 – artículo 94. En centros comerciales se puede ampliar la distancia de recorrido en caso se tenga administración de humos (NFPA 92)

NORMATIVA NACIONAL - RNE

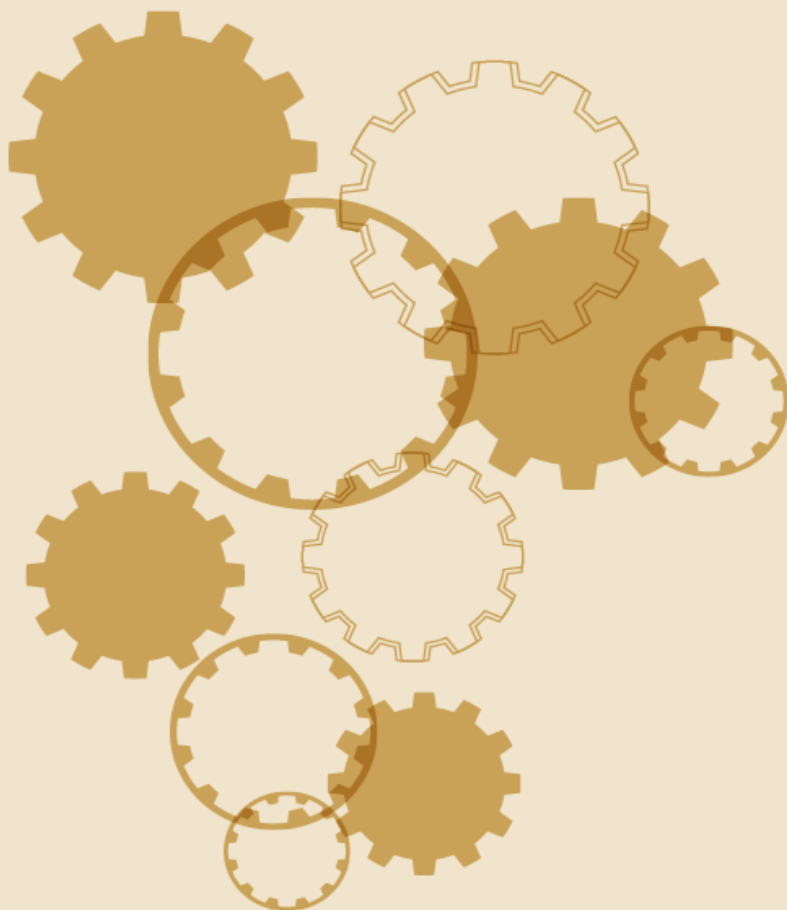


**Modifican la Norma Técnica EM.030
Instalaciones de Ventilación del Reglamento
Nacional de Edificaciones y dictan otras
disposiciones**

**RESOLUCION MINISTERIAL
N° 232-2020-VIVIENDA**

Lima, 22 de setiembre de 2020

NORMATIVA NACIONAL - RNE



14.8 En edificaciones con uso diferente a estacionamientos y que se ubiquen en sótanos, se deben cumplir las siguientes disposiciones:

14.8.1 Contar con un sistema de extracción de humos por medio de ventilación mecánica.

14.8.2 El proyecto debe sustentarse mediante una simulación por medio de un modelamiento matemático apoyado en un software o en estudios logarítmicos, a fin de tener la mejor configuración para la extracción del humo e inyección de aire fresco, que permita elevar la altura del humo y se facilite la rápida evacuación de las personas que se encuentran en el interior.

NORMATIVA NACIONAL - RNE

Tabla N° 06

Condiciones de Diseño para Estacionamientos

Ubicación de estacionamiento	Ventilación Natural	Ventilación Mecánica
Primer sótano y segundo sótano	Solo cuando se cumplan los siguientes requisitos: - Proveer de una ventilación que produzca como mínimo una renovación de aire cada 12 minutos, $12\text{m}^3/\text{h.m}^2$ y una concentración máxima de 50 ppm. El Proyectista debe presentar los tres cálculos respectivos y optar por el valor mayor. - La ventilación natural debe ser cruzada. - Deben disponerse aberturas hacia el medio ambiente exterior por lo menos en dos muros opuestos, de tal forma que su reparto sea uniforme y que la distancia a lo largo del recorrido mínimo libre de obstáculos entre cualquier punto del local y la abertura más próxima a él sea como máximo igual a 25 m. Si la distancia entre las aberturas opuestas más próximas es mayor que 30 m debe disponerse otra equidistante de ambas hacia el medio ambiente exterior.	

NORMATIVA NACIONAL - RNE

Tabla N° 06

Condiciones de Diseño para Estacionamientos

Ubicación de estacionamiento	Ventilación Natural	Ventilación Mecánica
	d. El proyecto de ventilación debe sustentarse mediante una simulación por medio de un modelamiento matemático apoyado en un software o en estudios logarítmicos a fin de tener la mejor configuración para la extracción del humo e inyección de aire fresco que permita elevar la altura del humo y se facilite la rápida evacuación de las personas que se encuentren en el interior En caso contrario debe aplicarse ventilación mecánica	
Tercer sótano y siguientes		Obligatorio el cumplimiento de lo indicado en la presente norma.

NORMATIVA NACIONAL - RNE



SISTEMAS ESPECIALES DE VENTILACIÓN MECÁNICA

Artículo 15.- Sistemas especiales de ventilación mecánica

Todos los sistemas de extracción de humos, presurización de escaleras, vestíbulos previos ventilados, extracción de grasas en cocinas industriales y otros vinculados con la seguridad de las personas, seguridad en caso de siniestros y seguridad en el uso cotidiano en condiciones normales, deben considerar lo establecido en una norma internacional y tener certificación UL y/o FM o equivalente.

NORMATIVA NACIONAL - RNE

Artículo 16.- Extracción de humos

16.1 Los ventiladores deben cumplir con lo establecido en una norma internacional y tener certificación UL y/o FM o equivalente, para soportar temperaturas de 400°C por 2 horas o más.

16.2 Los ductos para extracción de humos deben ser fabricados en hierro negro y estar bridados y/o soldados.

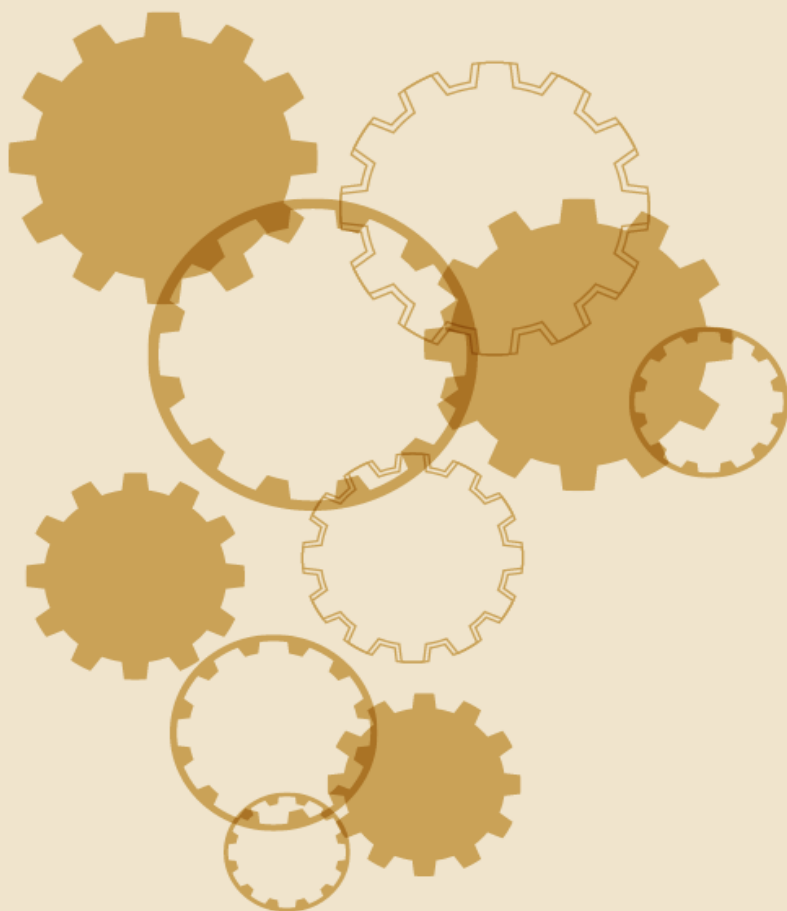
16.2.1 En caso de ser bridados, éstos deben llevar una junta cortafuego.

16.2.2 En caso de ser soldados, se debe considerar lo establecido en las normas de la Sociedad Americana de Soldadura (AWS por sus siglas en inglés).

16.3 En caso de incendios, se recomienda que la inyección de aire fresco en los sótanos se mantenga prendida, ya que esto es parte del sistema de extracción de humos.

16.4 El estudio sustentatorio para el diseño del proyecto de un sistema de extracción de humos de incendio debe realizarse por medio de un modelamiento matemático apoyado en un software o en estudios de métodos numéricos.

16.5 Los humos provenientes de la extracción de grasas de cocina, son evacuados conforme a lo indicado



NORMATIVA NACIONAL - RNE



Artículo 16.- Extracción de humos

16.1 Los ventiladores deben cumplir con lo establecido en una norma internacional y tener certificación UL y/o FM o equivalente, para soportar temperaturas de 400°C por 2 horas o más.

16.2 Los ductos para extracción de humos deben ser fabricados en fierro negro y estar bridados y/o soldados.

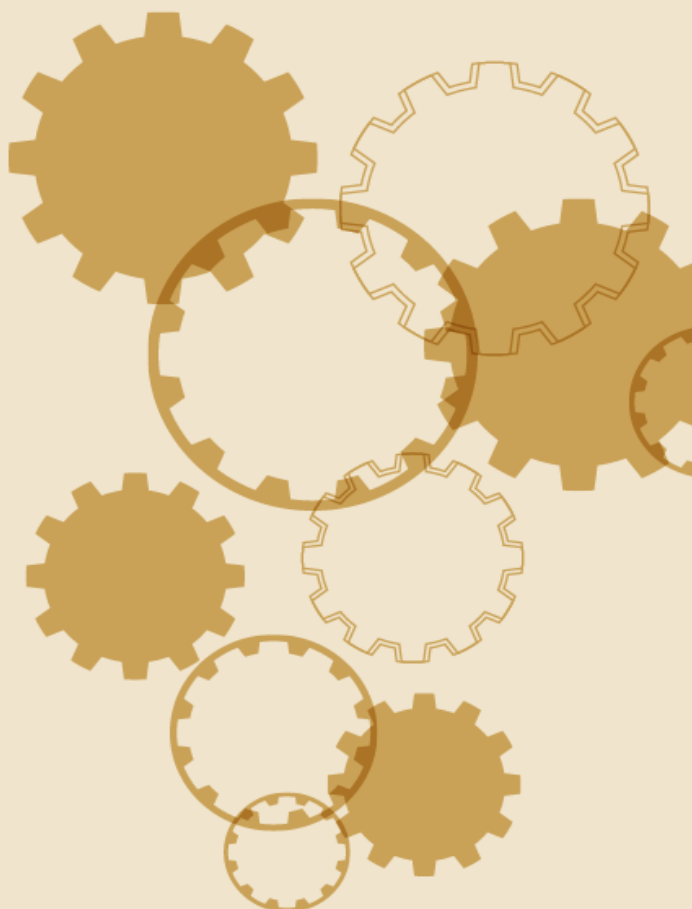
16.2.1 En caso de ser bridados, éstos deben llevar una junta cortafuego.

16.2.2 En caso de ser soldados, se debe considerar lo establecido en las normas de la Sociedad Americana de Soldadura (AWS por sus siglas en inglés).

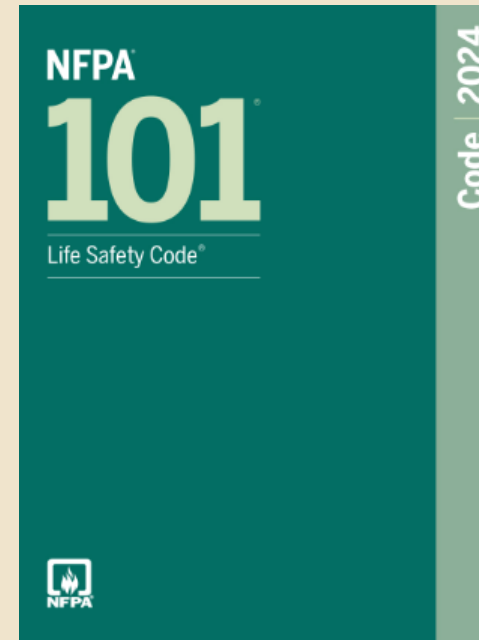
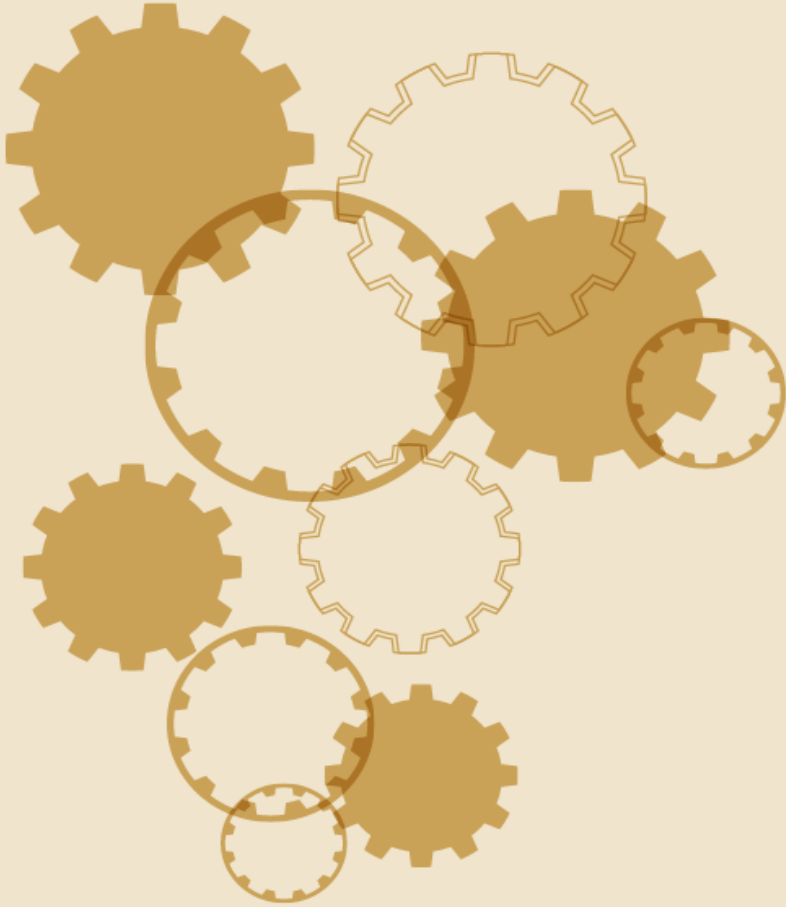
16.3 En caso de incendios, se recomienda que la inyección de aire fresco en los sótanos se mantenga prendida, ya que esto es parte del sistema de extracción de humos.

16.4 El estudio sustentatorio para el diseño del proyecto de un sistema de extracción de humos de incendio debe realizarse por medio de un modelamiento matemático apoyado en un software o en estudios de métodos numéricos.

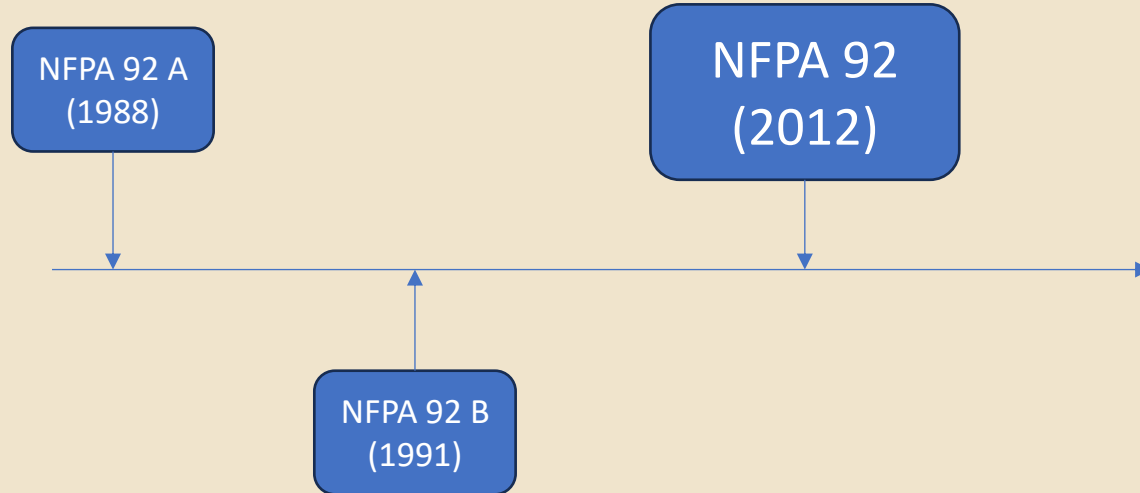
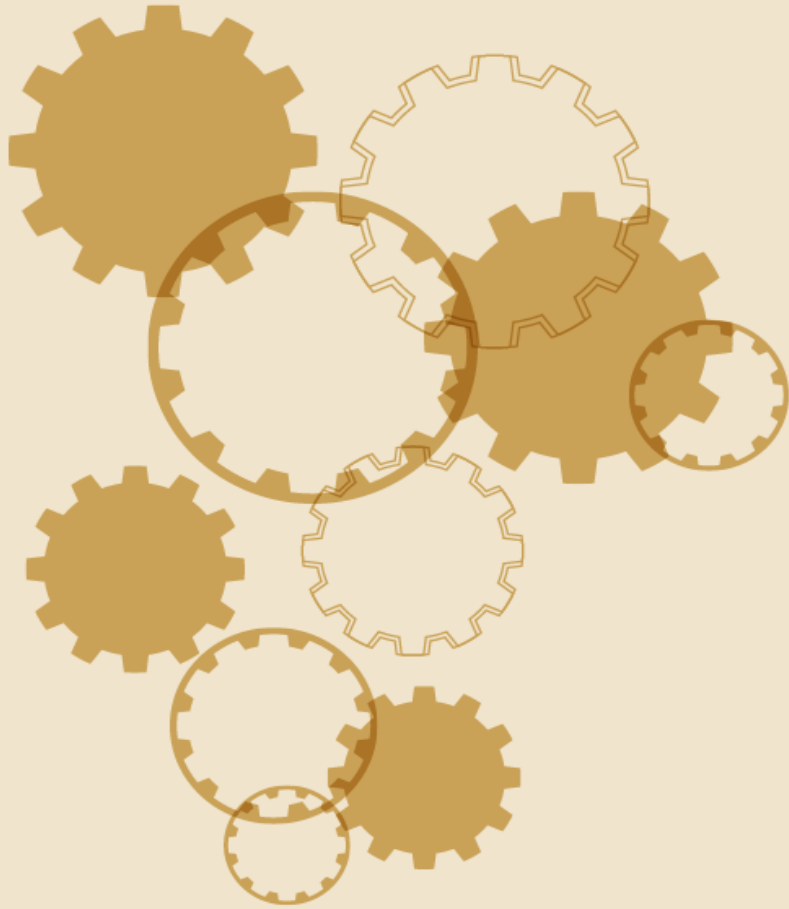
16.5 Los humos provenientes de la extracción de grasas de cocina, son evacuados conforme a lo indicado en la Norma Técnica EM.060 Chimeneas y hogares del Reglamento Nacional de Edificaciones.



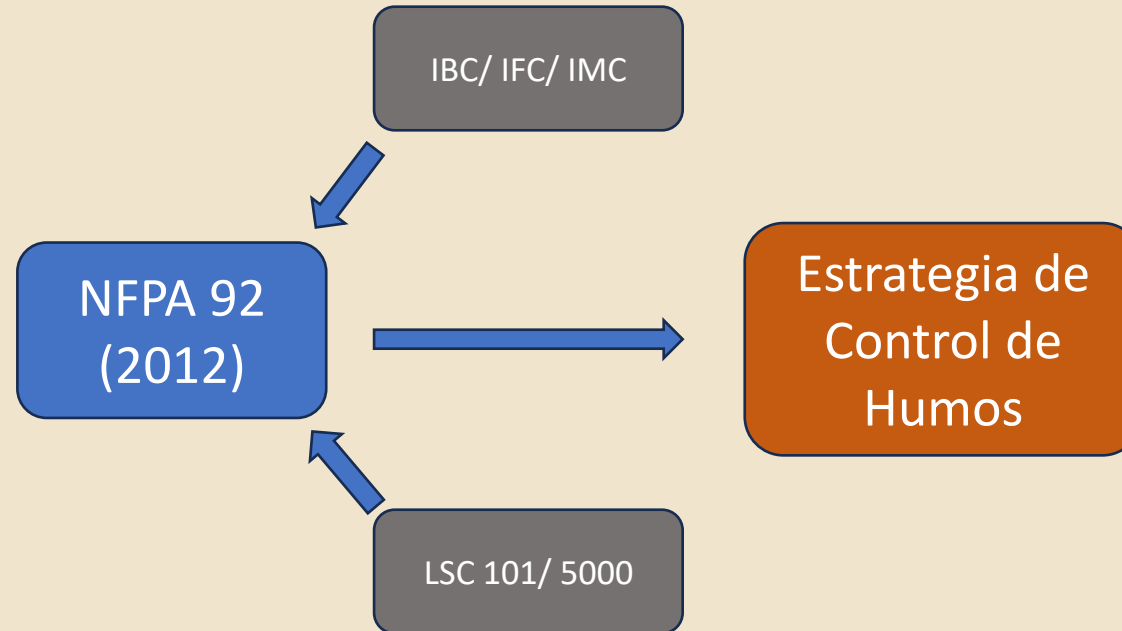
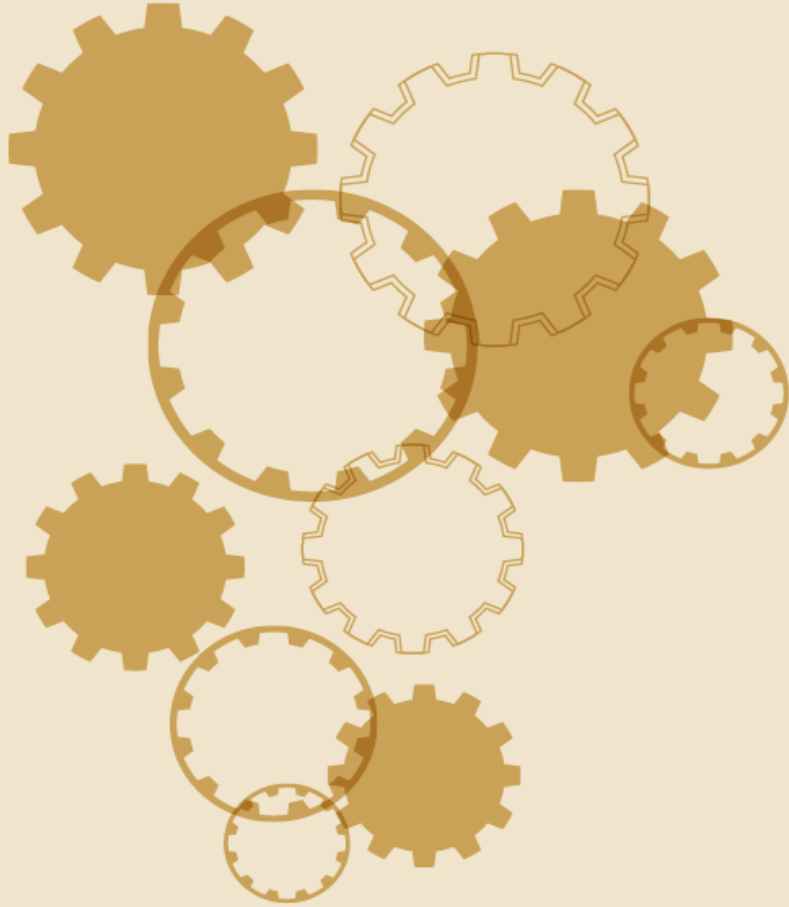
NORMATIVA INTERNACIONAL



NORMATIVA INTERNACIONAL



NORMATIVA INTERNACIONAL



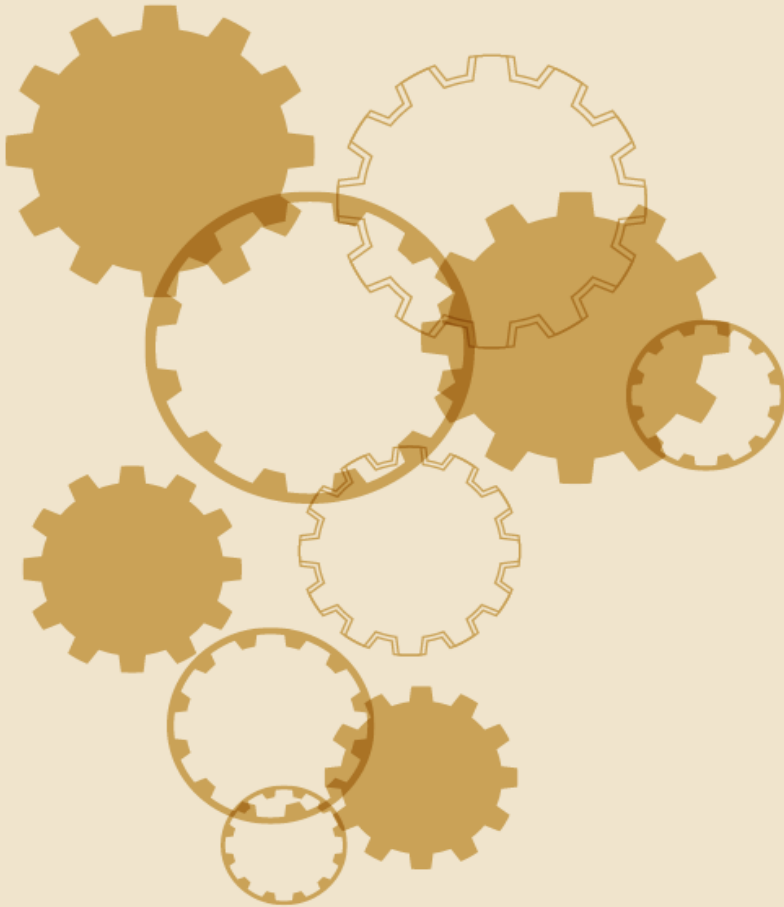


NORMATIVA INTERNACIONAL

LSC NFPA 101

Atrium Spaces (8.6.7)	Detention – Limited Access (No-sprinkler) (22.4)
Malls (24.4.4.9)	Detention (Use V: Contained) (22.3.8)
Stages (other means) (12.4.6)	Underground Buildings (11.7.4)
Life Safety Evaluation (12.4.1)	High-rise Stairs (11.8.2)
Underground Building Stairs (11.7.4)	ATCT Stairs (11.3.4.4)

NORMATIVA INTERNACIONAL

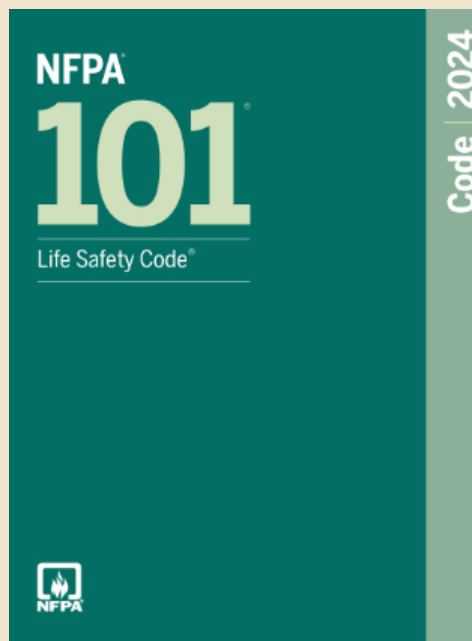
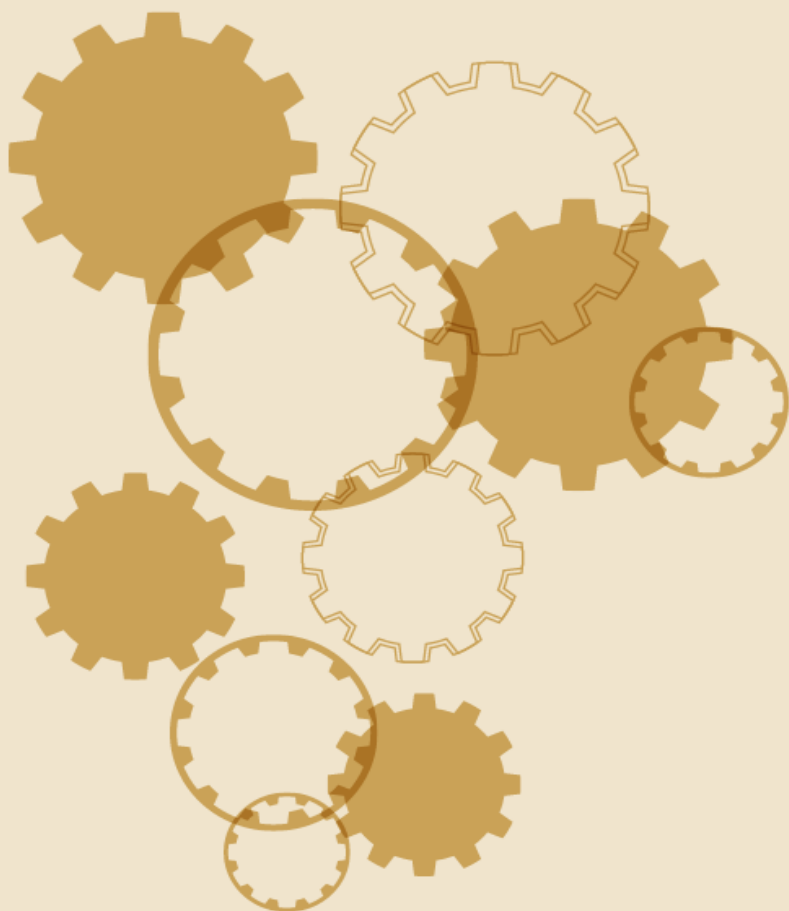


IBC

Covered Mall Buildings (402.7.2)	Smoke Protected Assembly Seating (1029.6.2)
Atrium Spaces (404.5)	ATCT Stairways (412.3)
Stages (410.3.7)	Underground Building Stair Protection (405.7.2)
Underground Buildings (405.5)	High-rise Stair Protection (403.5.4)
Windowless Buildings (I-3) (408.6)	Elevator pressurization (3006.3)



CRITERIOS DE PROTECCION



Método 1

Método 2

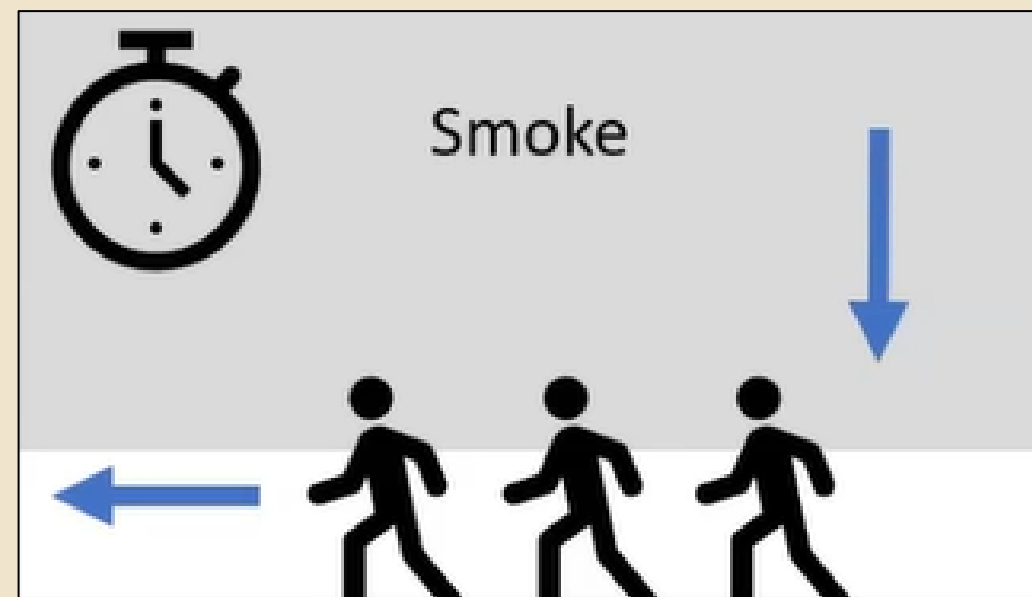
Método 3

Método 4

CRITERIOS DE PROTECCION

Método 1: FED (*Fractional Effective Dose*)

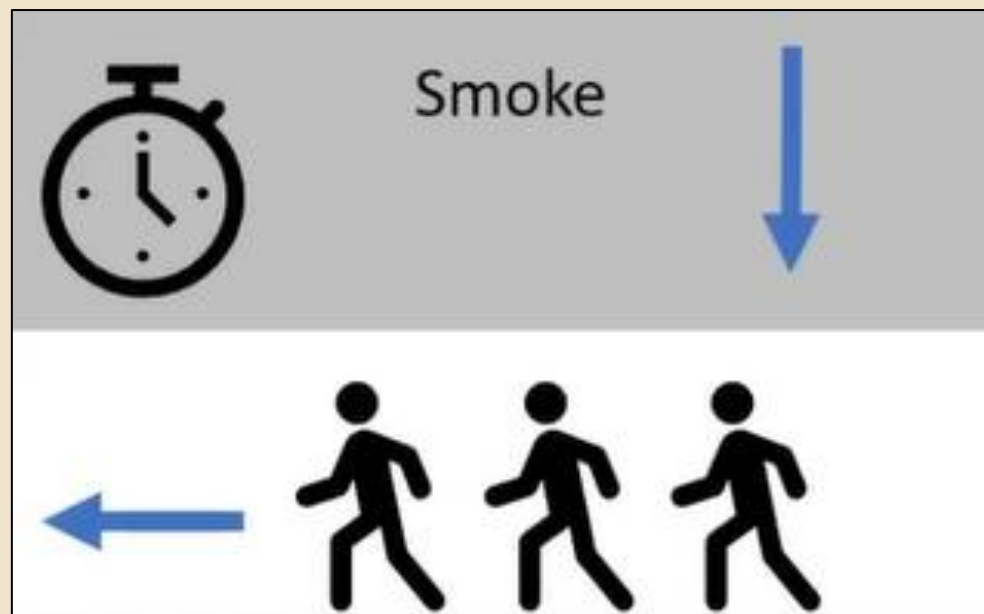
- CO
- HCN
- CO₂
- HCl
- HBr
- O₂





CRITERIOS DE PROTECCION

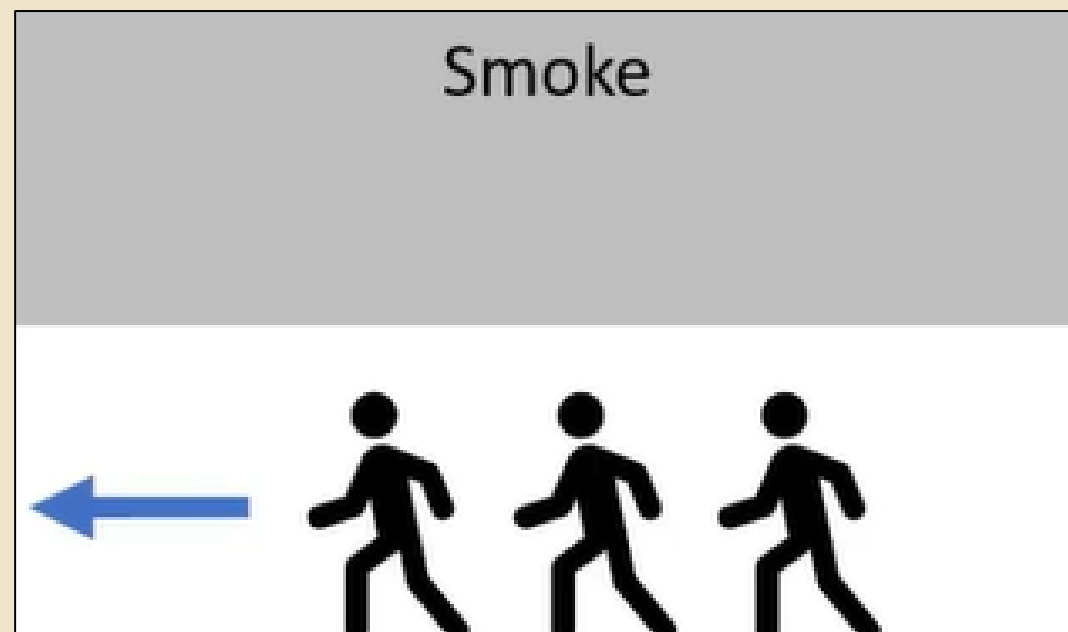
Método 2: La evacuación de personas se ha realizado antes de que el humo y gases tóxicos lleguen a 1.83 m sobre el nivel de evacuación. En algunos casos puede llegar a 1.5 m, evaluando el movimiento de evacuación.





CRITERIOS DE PROTECCION

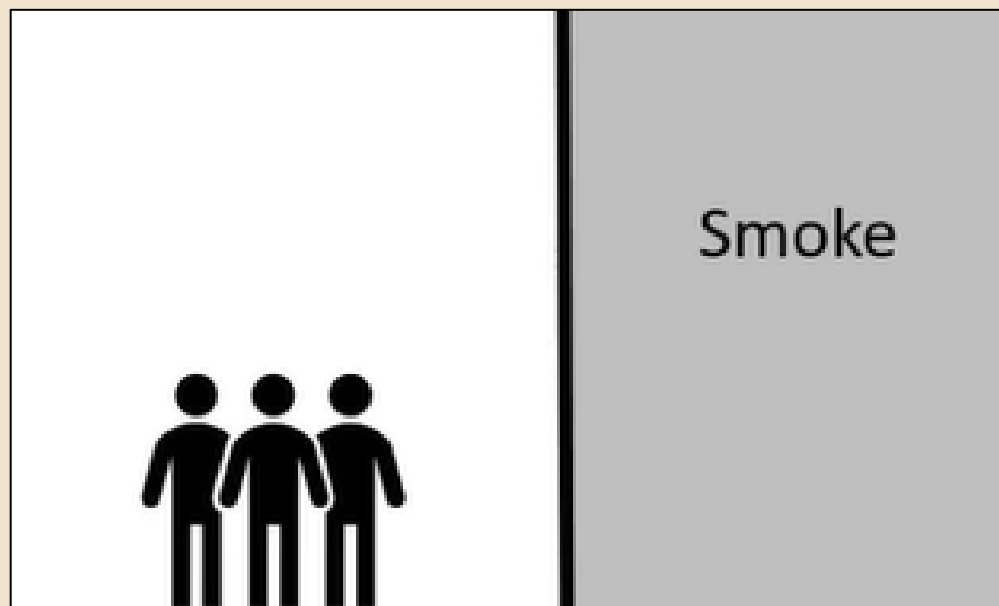
Método 3: Mantener una altura libre de humo a 1.83 m sobre el nivel de evacuación.

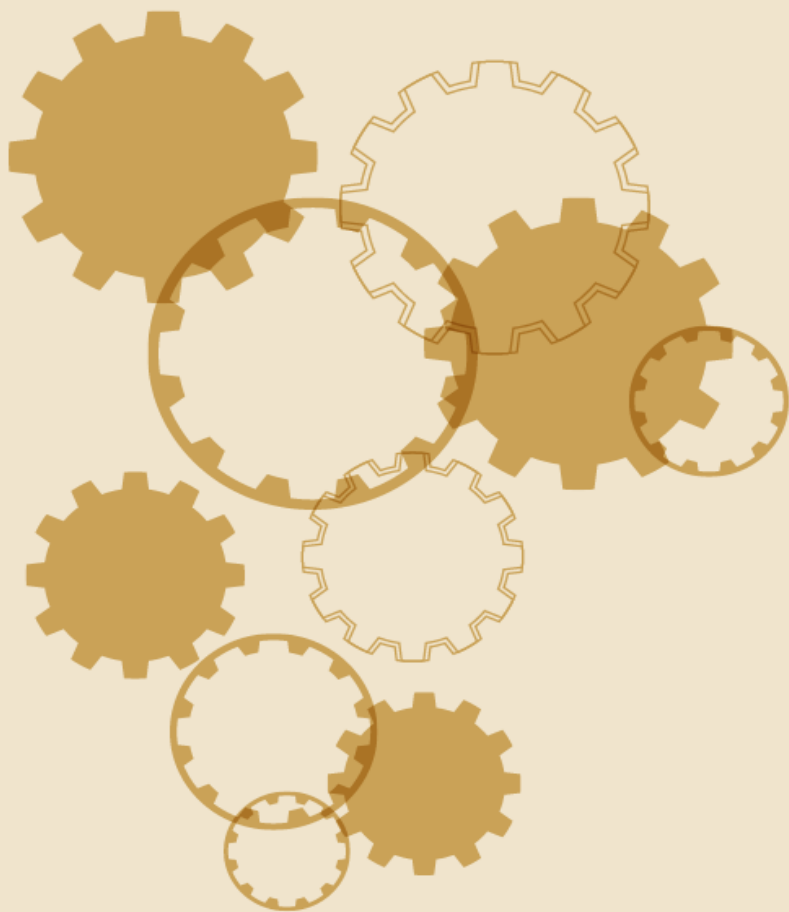




CRITERIOS DE PROTECCION

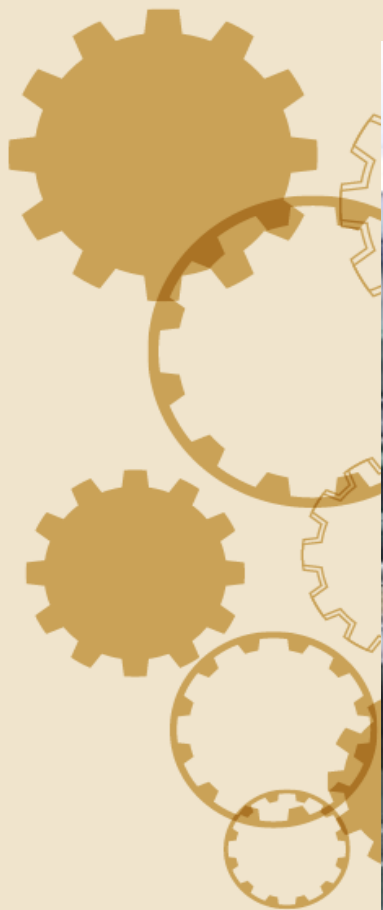
Método 4: Para cada escenario de incendio, se pueda demostrar que el fuego no tendrá efecto sobre cualquier ambiente ocupado. No requiere cálculo de movimiento de ocupantes ni reacciones al incendio.



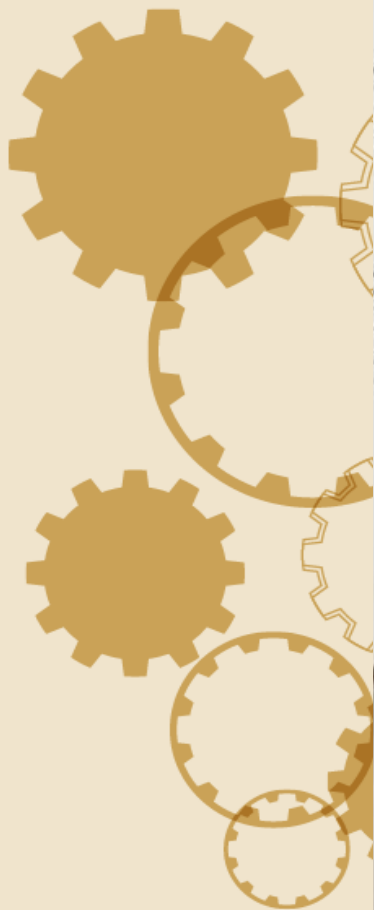
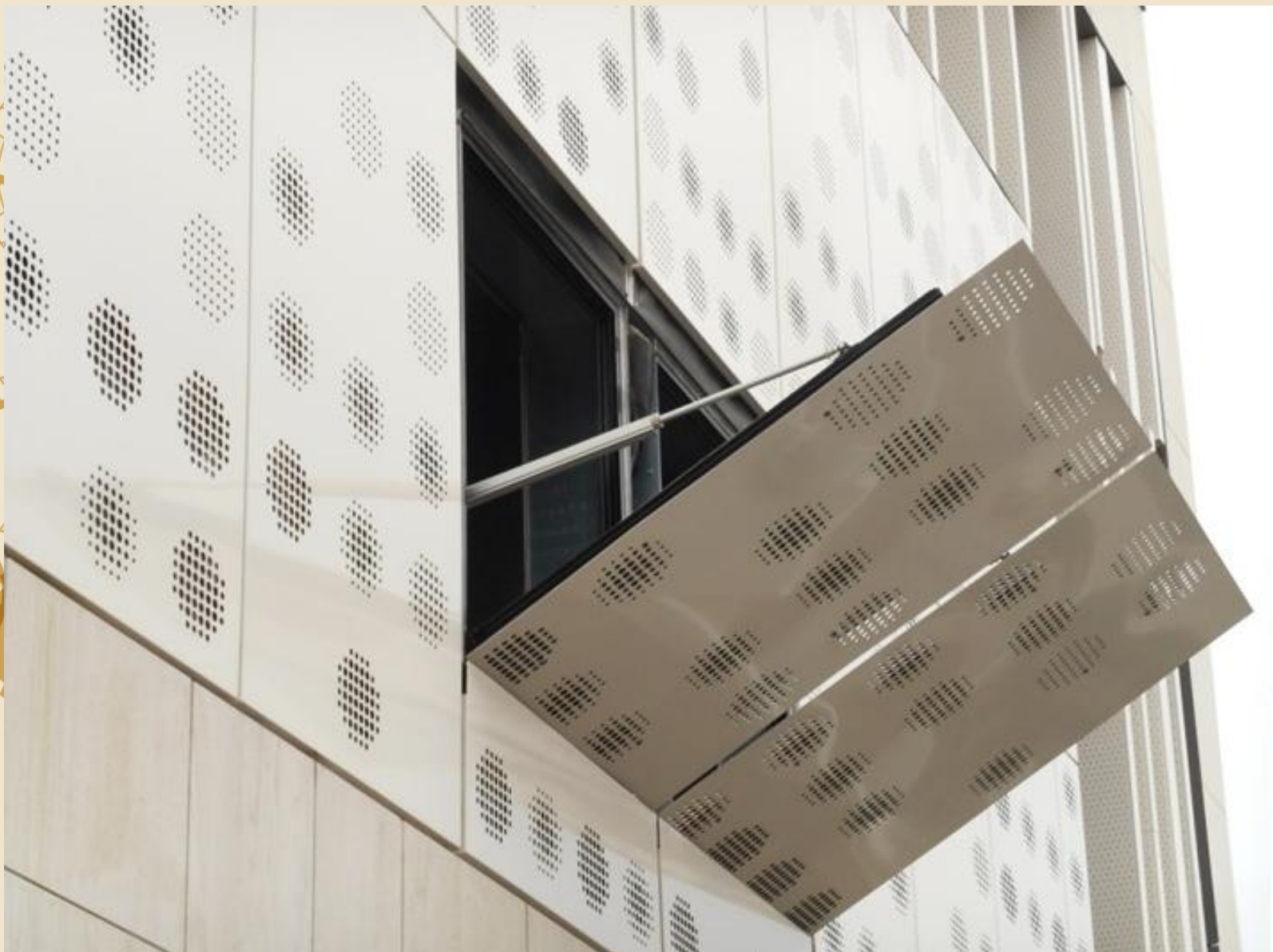


1. ¿Qué es la administración de humos?
2. ¿Por qué es importante la administración de humos?
3. ¿Qué nos dice la normativa nacional e internacional sobre estos sistemas?
- 4. ¿Cuáles son los equipos principales que integran un sistema de control de humos?**
5. ¿Qué herramientas nos permiten desarrollar una ingeniería de control de humos?
6. Conclusiones

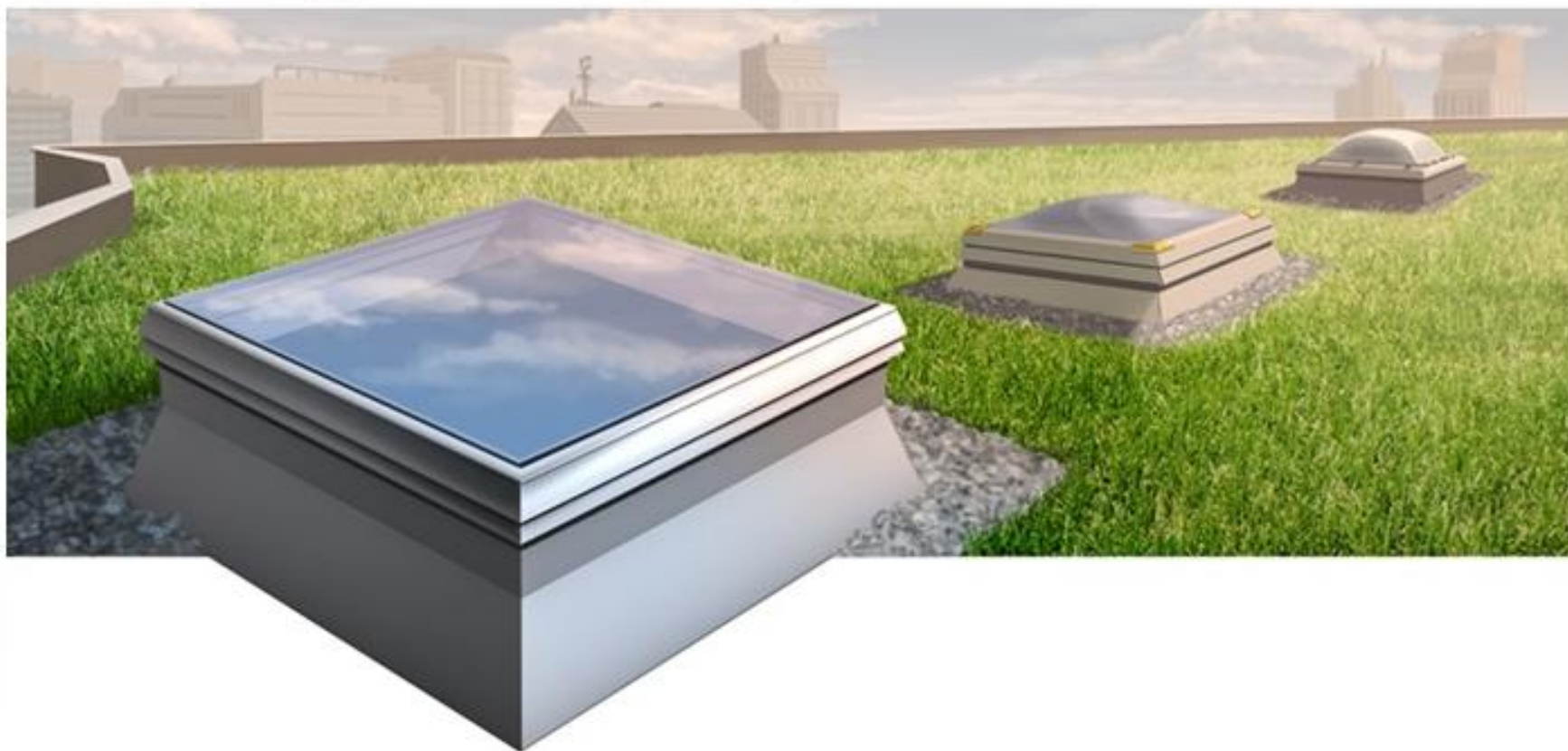
EQUIPOS DE ADH



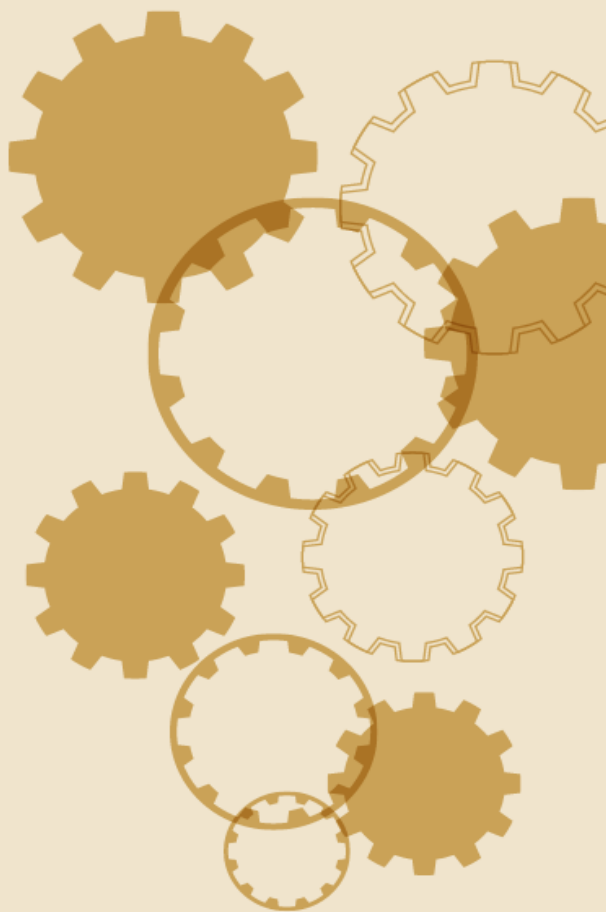
EQUIPOS DE ADH



EQUIPOS DE ADH



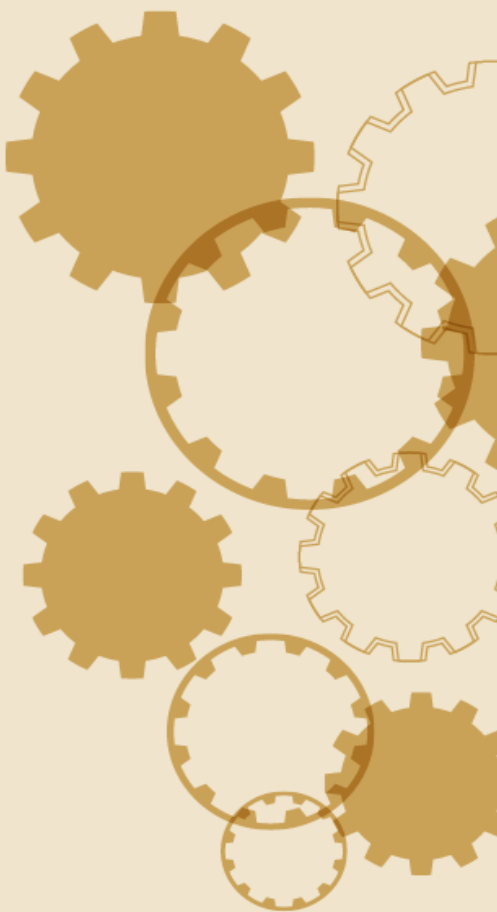
EQUIPOS DE ADH



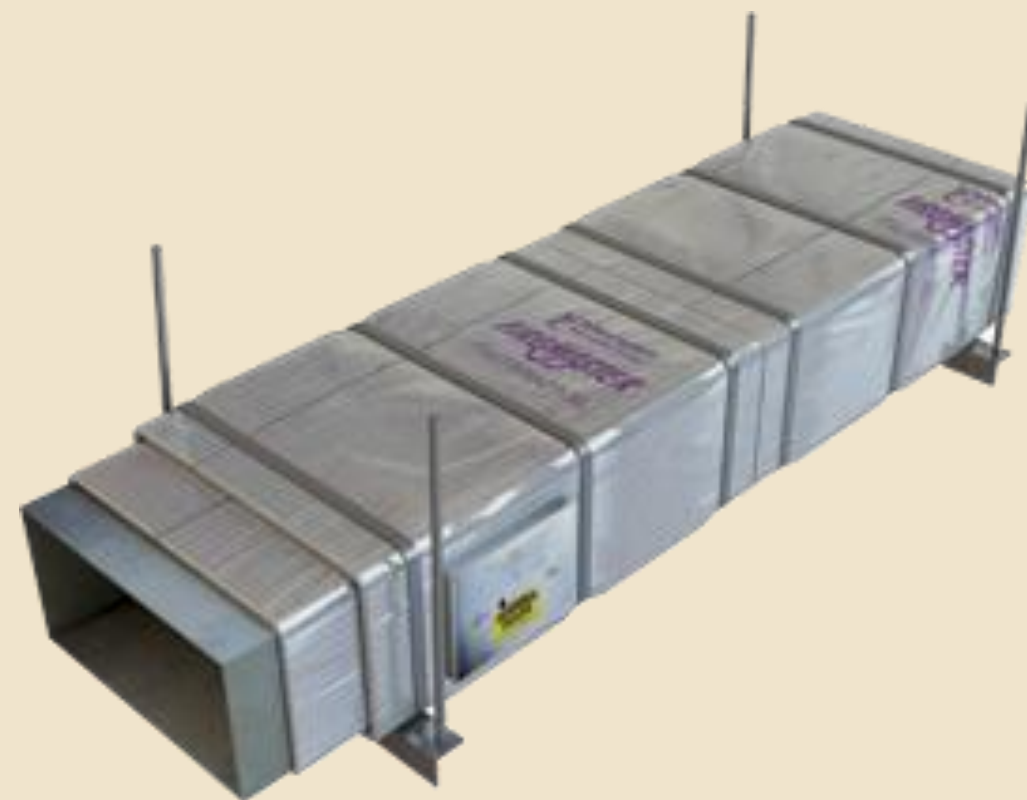
EQUIPOS DE ADH



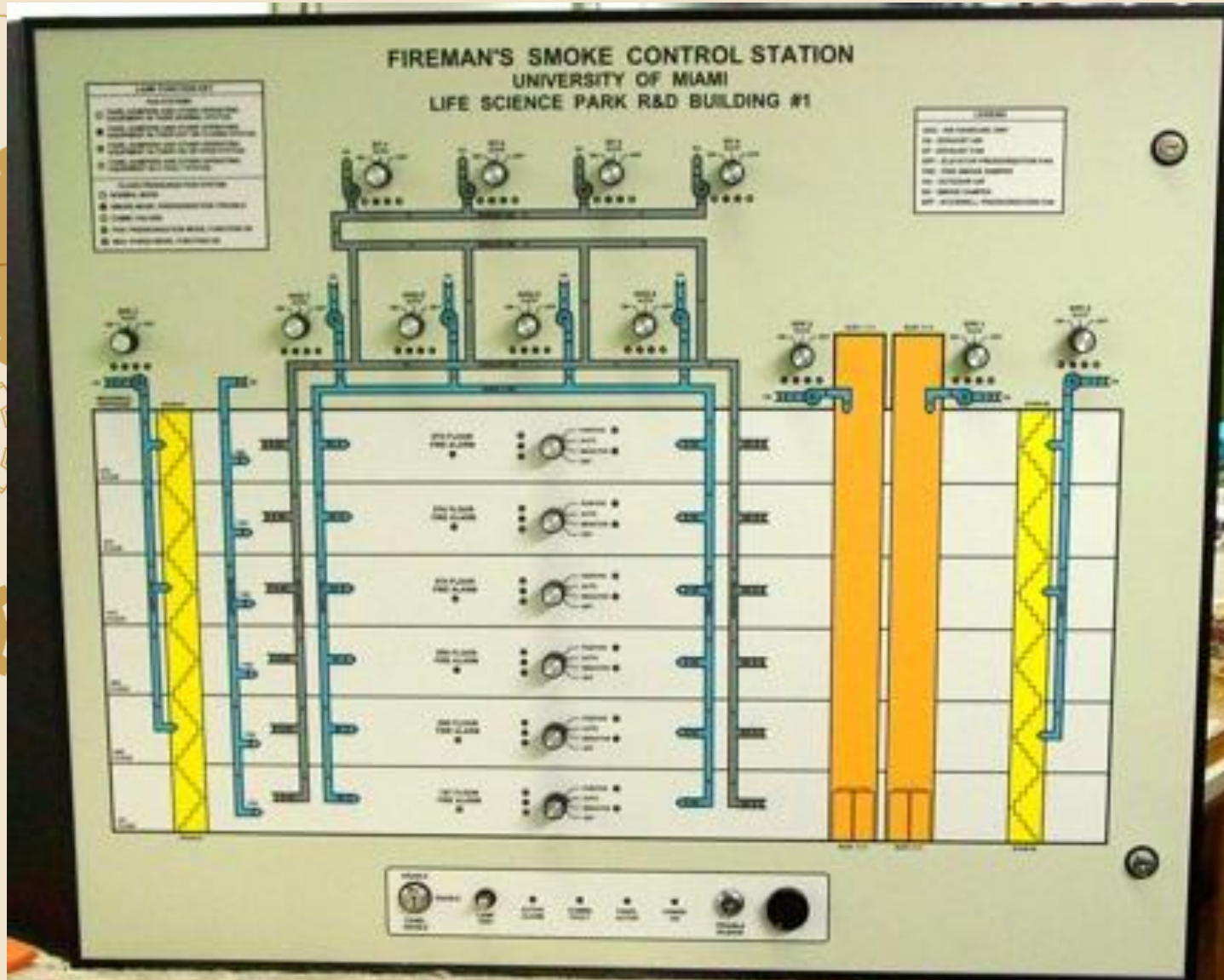
EQUIPOS DE ADH



EQUIPOS DE ADH

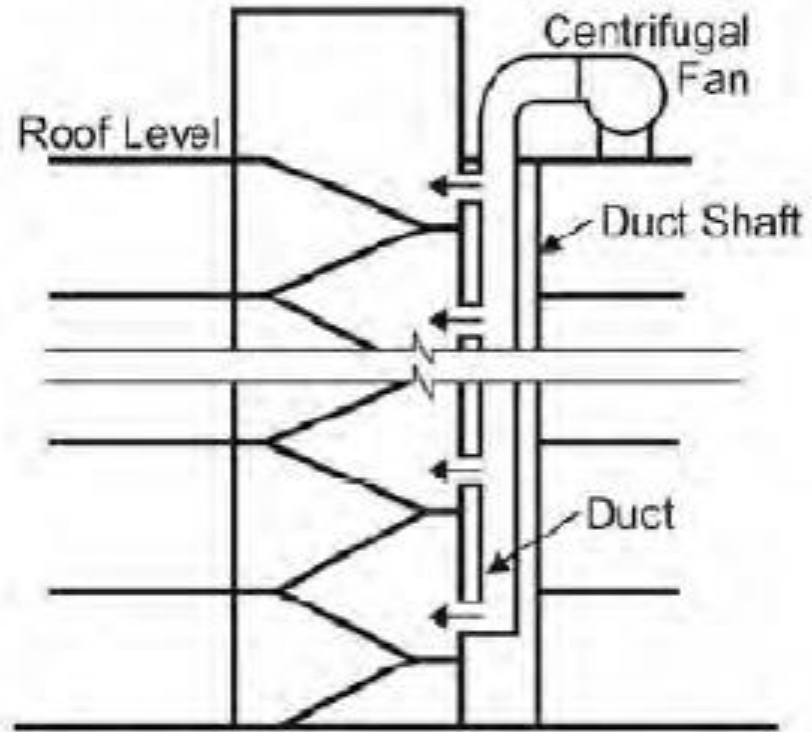


EQUIPOS DE ADH

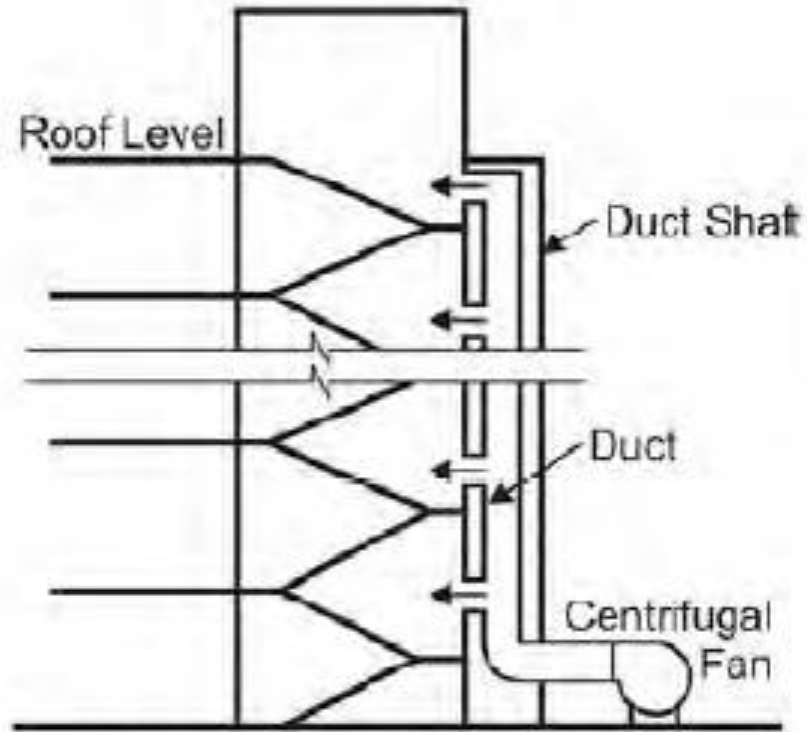




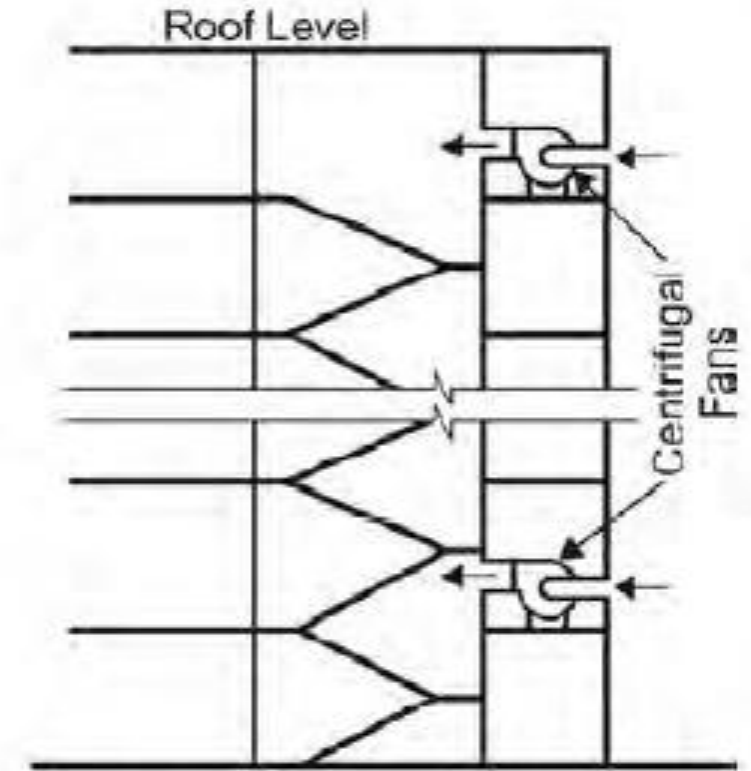
EQUIPOS DE ADH



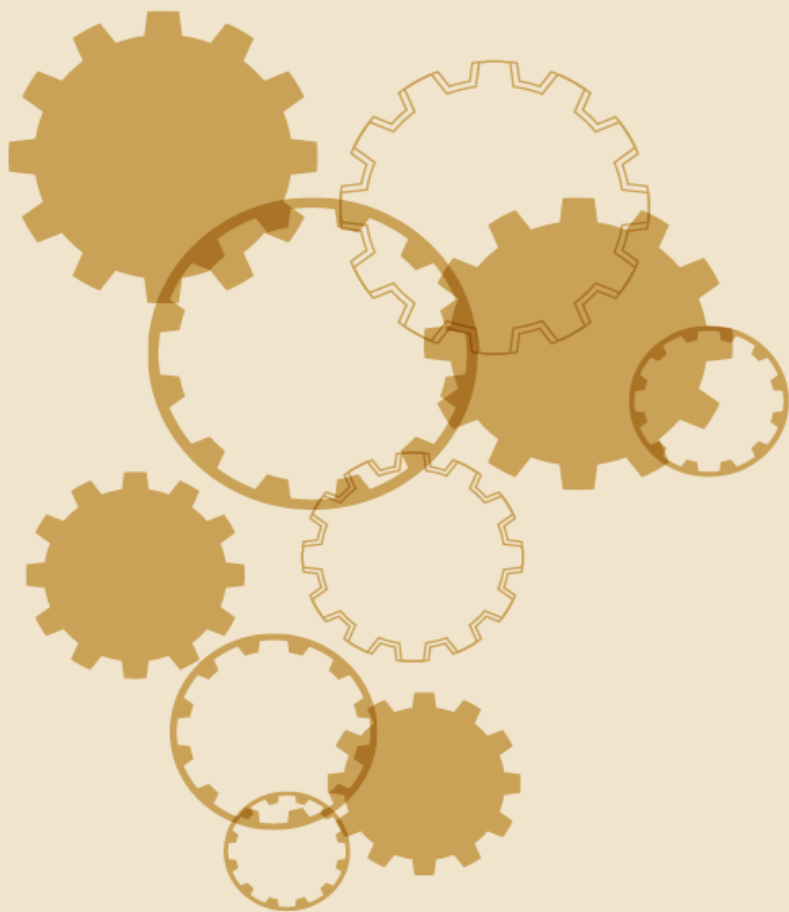
(a) Ducted system with roof mounted fan



(b) Ducted system with ground level fan

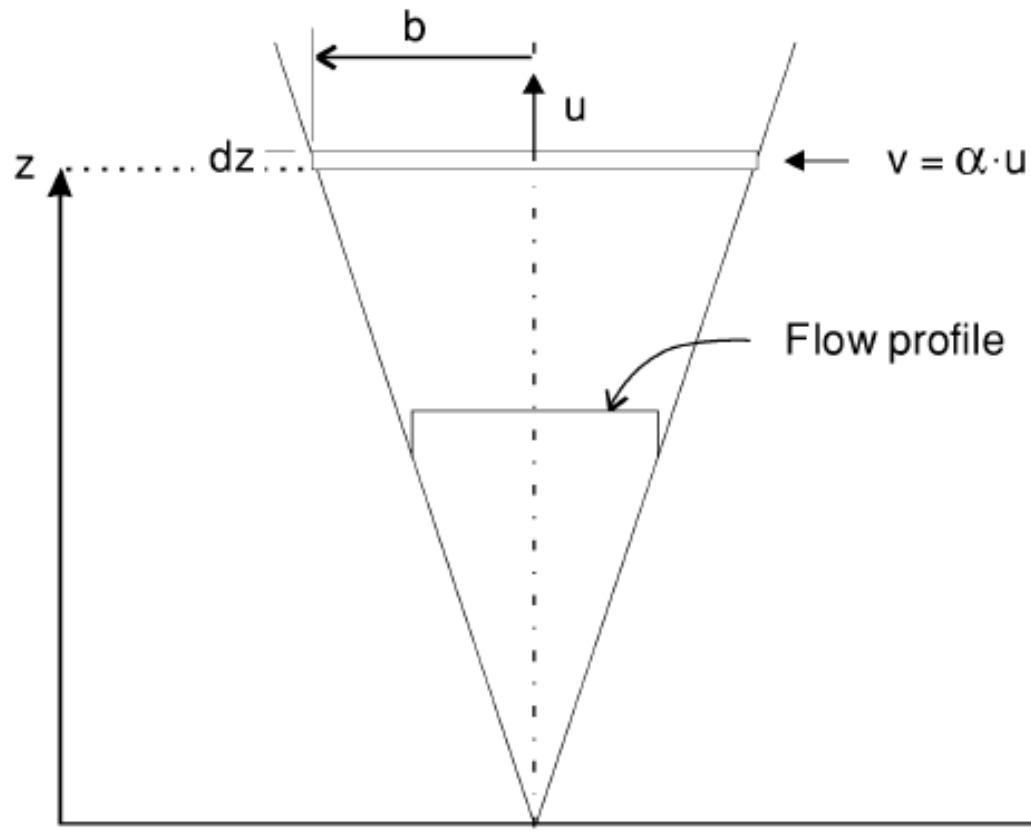


(c) System with multiple fans



1. ¿Qué es la administración de humos?
2. ¿Por qué es importante la administración de humos?
3. ¿Qué nos dice la normativa nacional e internacional sobre estos sistemas?
4. ¿Cuáles son los equipos principales que integran un sistema de control de humos?
- 5. ¿Qué herramientas nos permiten desarrollar una ingeniería de control de humos?**
6. Conclusiones

CORRELACIONES ALGEBRAICAS



$$\dot{m}_p = 0.20 \left(\frac{\rho_\infty^2 g}{c_p T_\infty} \right)^{1/3} \dot{Q}^{1/3} \cdot z^{5/3}$$

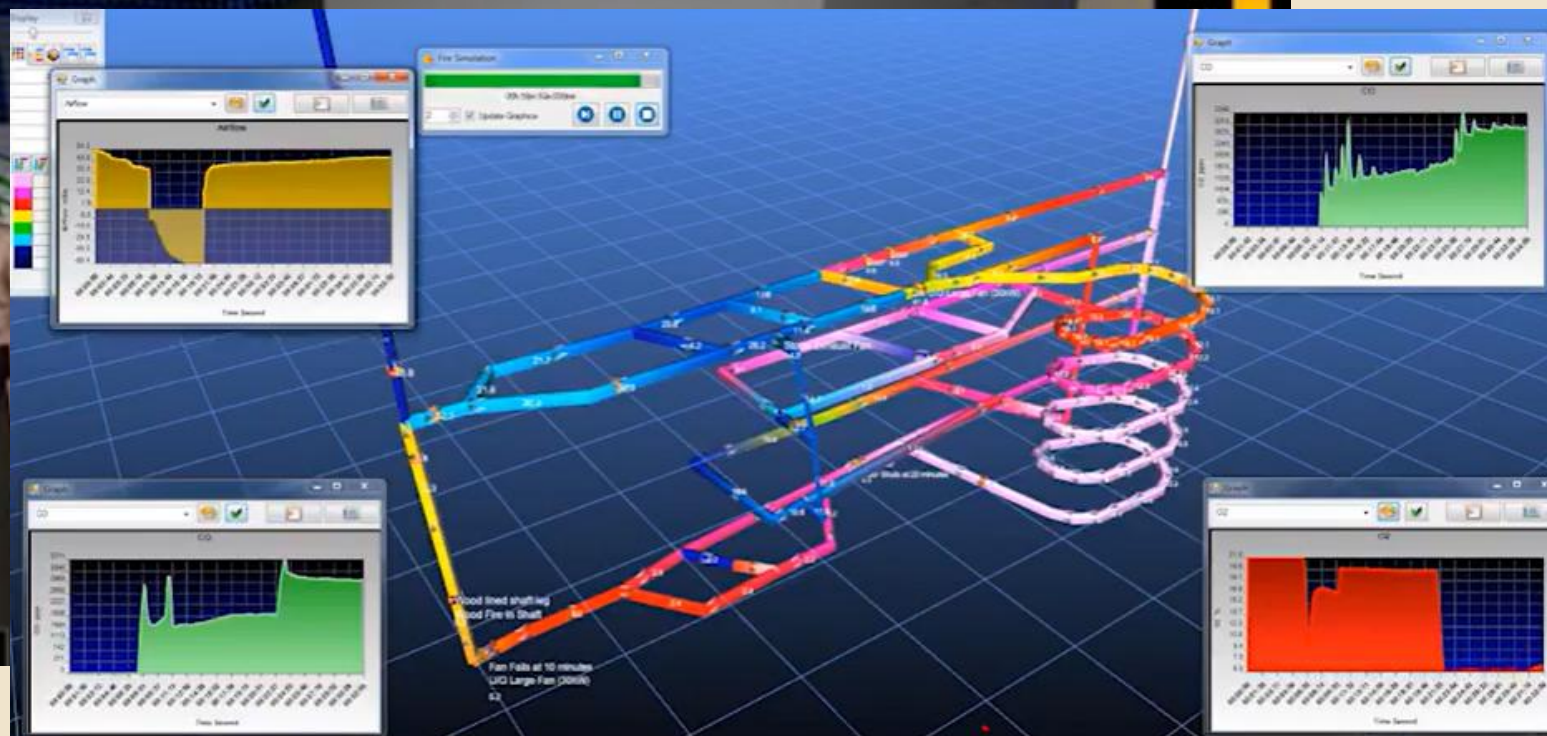
$$\dot{m}_p = 0.071 \dot{Q}^{1/3} \cdot z^{5/3}$$

$$\dot{m}_p = 0.071 \dot{Q}_c^{1/3} \cdot (z - z_0)^{5/3} + 1.92 \cdot 10^{-3} \cdot \dot{Q}_c$$

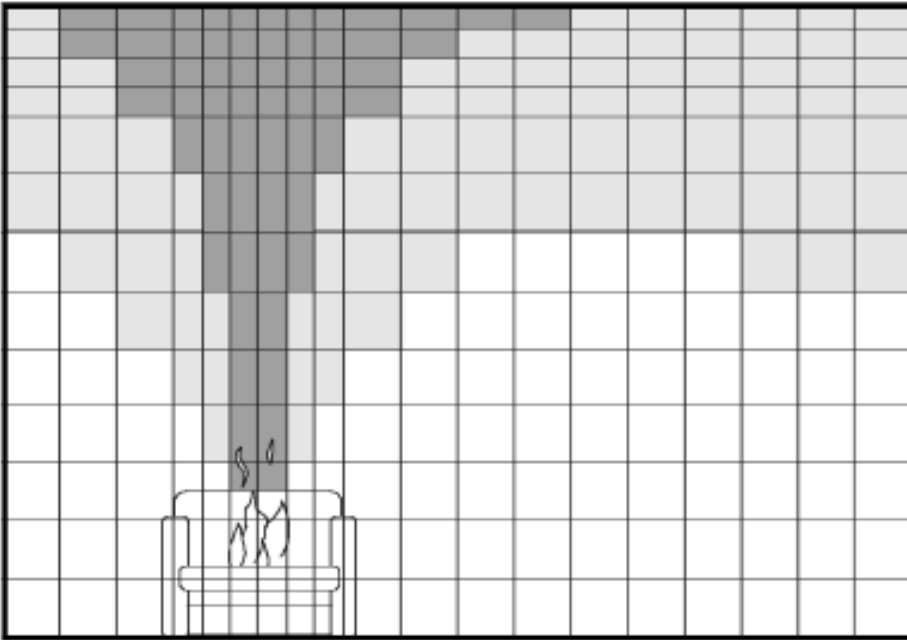
$$\Delta T_0 = \left(\frac{\kappa}{0.9 \cdot \sqrt{2g}} \right)^2 \left(\frac{z}{\dot{Q}^{2/5}} \right)^{2\eta-1} \cdot T_\infty$$

$$u_0 = \kappa \left(\frac{z}{\dot{Q}^{2/5}} \right)^\eta \dot{Q}^{1/5}$$

Smoke, fire, 2D/3D slices,
boundaries, Plot3D, particles, &

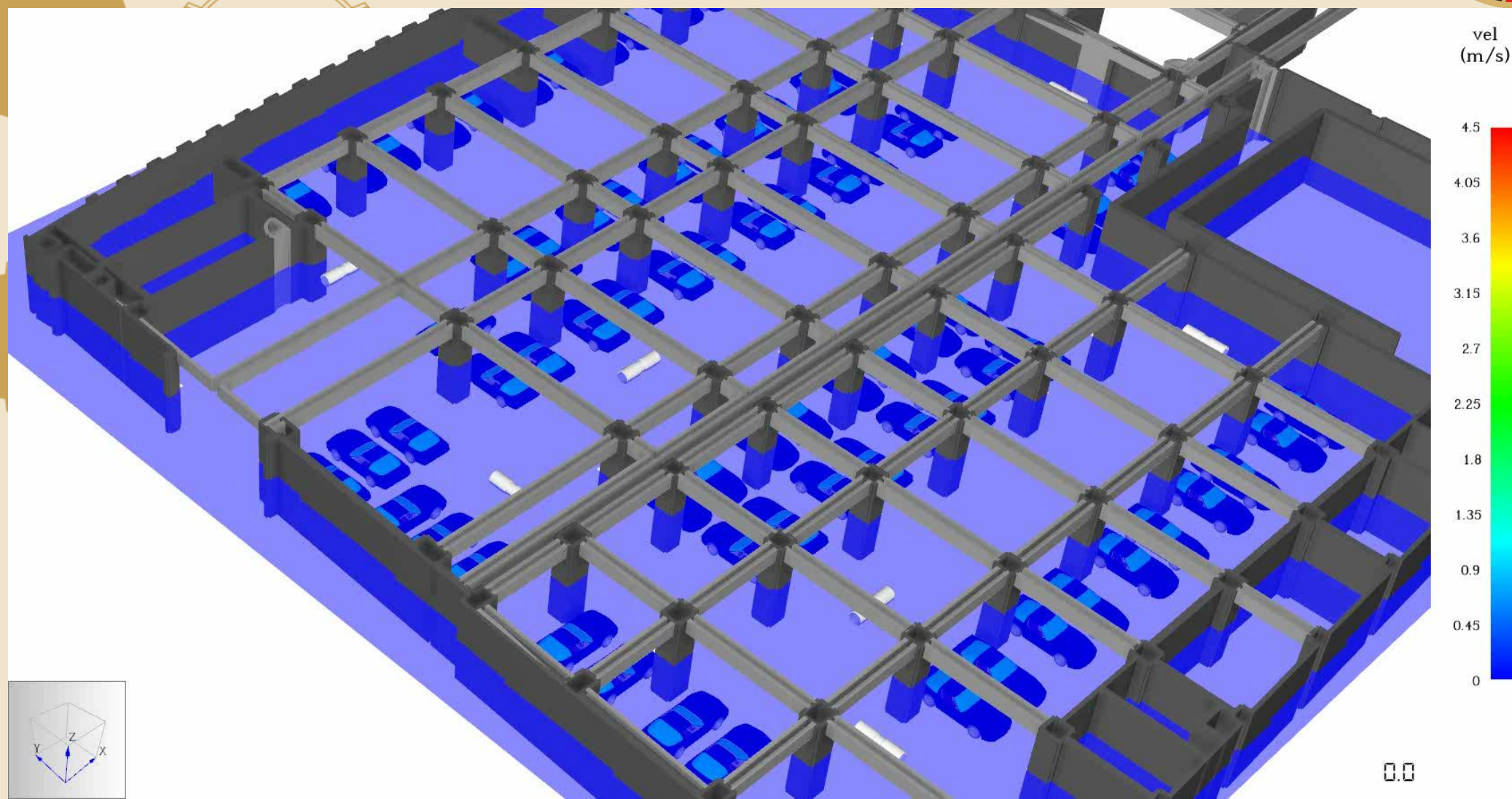


MODELAMIENTO EN CFD

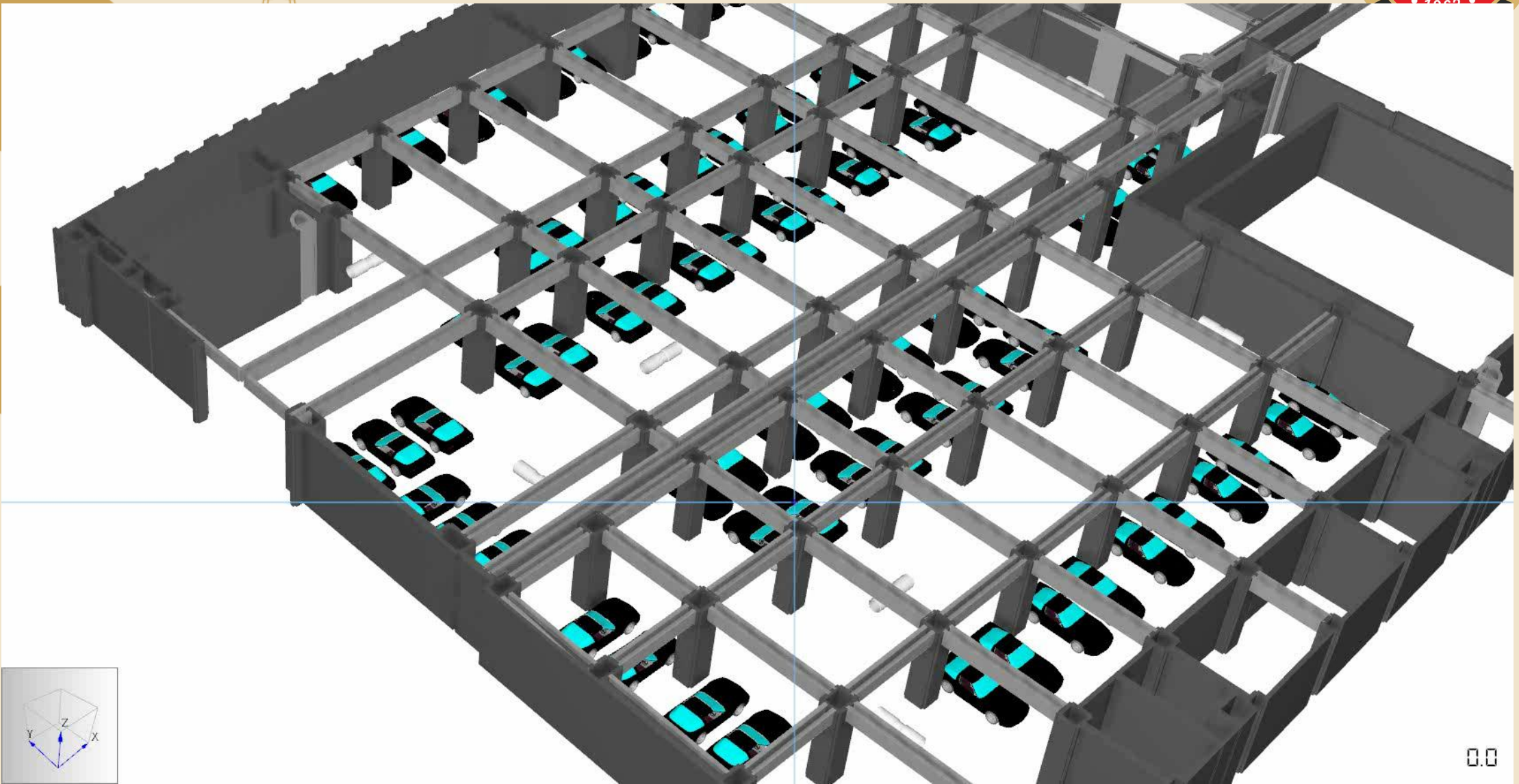


- Es usado en muchas disciplinas de la ingeniería
- El volumen en análisis es dividido en varios subvolumenes
- Cada subvolumen está sujeto a las leyes de conservación de masa, momentum y energía
- Resuelve las ecuaciones de Navier-Stokes que surgen de la conservación de momentum
- Se requiere de mucha capacidad computacional
- Requiere de un amplio conocimiento de la física, química y dinámica de fuego

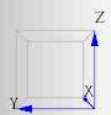
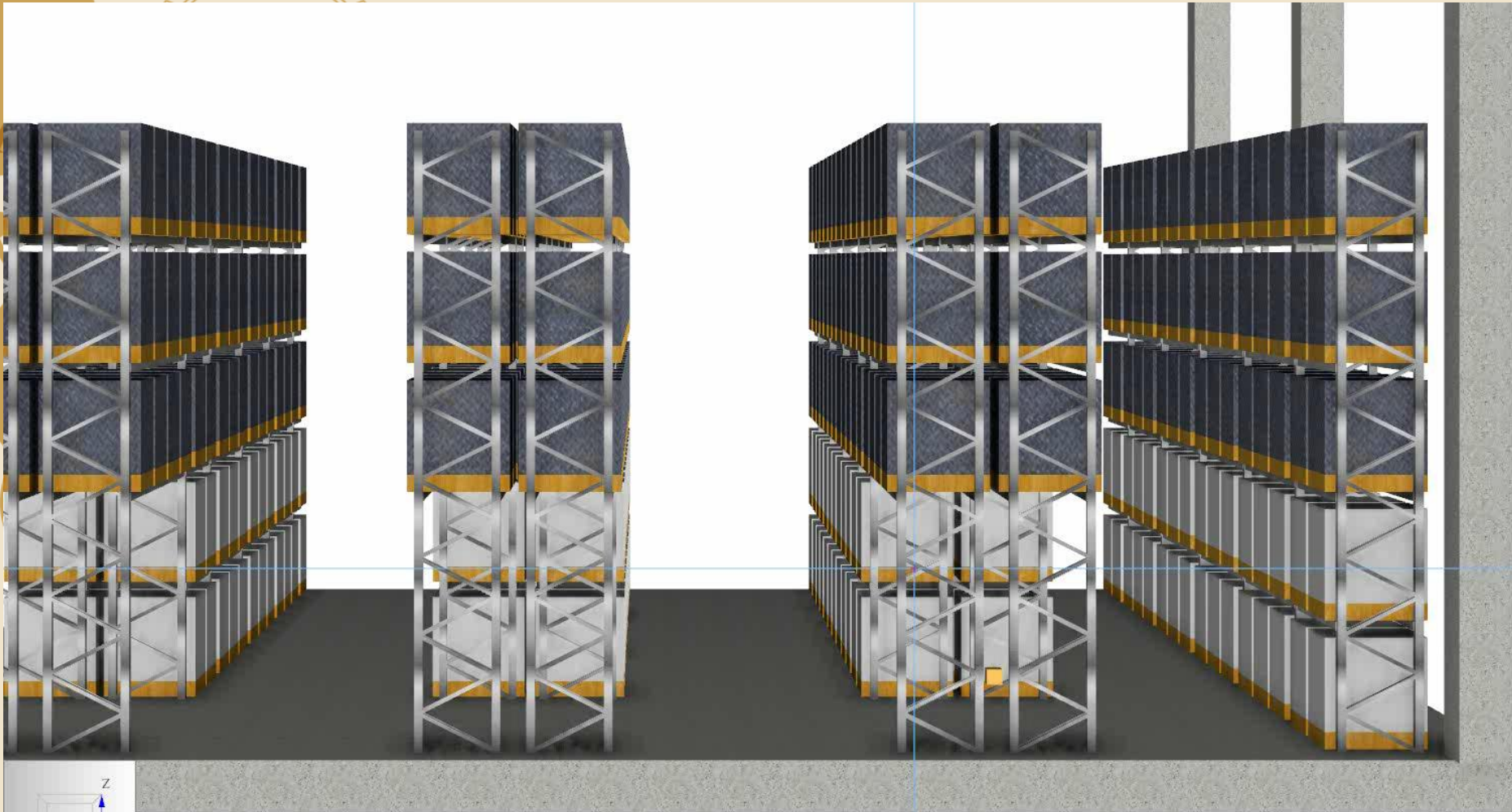
MODELAMIENTO EN CFD

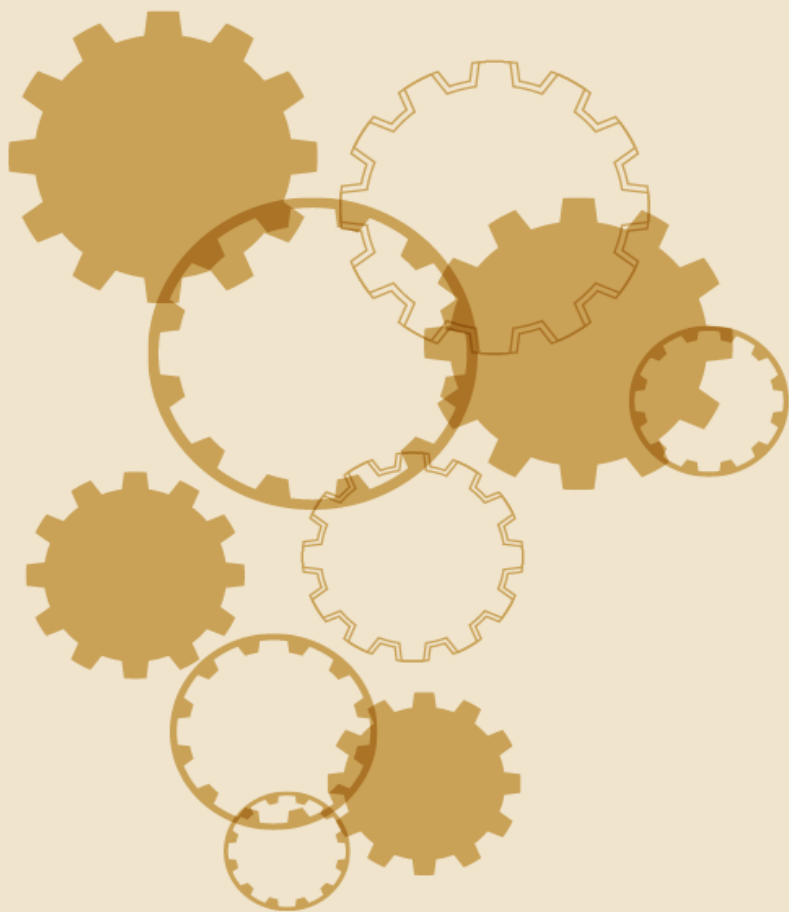


MODELAMIENTO EN CFD



MODELAMIENTO EN CFD





1. ¿Qué es la administración de humos?
2. ¿Por qué es importante la administración de humos?
3. ¿Qué nos dice la normativa nacional e internacional sobre estos sistemas?
4. ¿Cuáles son los equipos principales que integran un sistema de control de humos?
5. ¿Qué herramientas nos permiten desarrollar una ingeniería de control de humos?

6. Conclusiones



CONCLUSIONES

¿QUÉ ES LO MÁS IMPORTANTE Y COMPLEJO DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE HUMOS?

Establecer la estrategia para que los sistemas de PCI trabajen de forma integral.

¿QUÉ NOS INDICA LA NORMATIVA NACIONAL CON RESPECTO A LOS SISTEMAS DE ADH?

Requerimientos mínimos de diseño basadas en normativa internacional.

¿QUÉ NOS INDICA LA NORMATIVA INTERNACIONAL CON RESPECTO A LOS SISTEMAS DE ADMINISTRACIÓN DE HUMOS?

Indica cuándo se requiere un sistema de administración de humos, cómo debe diseñarse y cómo se integra con la estrategia integral de protección contra incendios.