

# VENTILACIÓN

## HIGIENE Y SEGURIDAD

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS FÍSICAS Y NATURALES

AÑO 2021  
GRUPO 5:  
Gioppo Mateo  
Ternengo Fermin  
Sassatelli Francisco  
Jorba Octavio

# INTRODUCCION Y DEFINICION

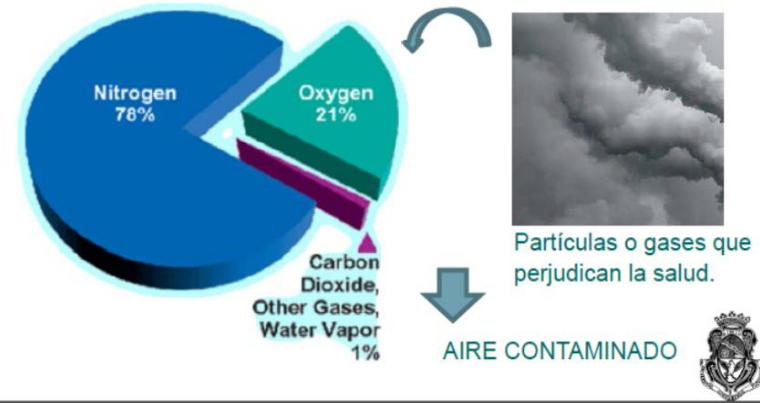
Se denomina ventilación al proceso de suministrar y eliminar aire de un espacio por medios naturales o mecánicos. Es la acción de intercambiar un volumen de aire existente en un ambiente por igual volumen de aire fresco y limpio a un ritmo determinado.

- Garantizar buena calidad y renovación de aire.
- Crucial en el desarrollo de las actividades.
- Ayuda al acondicionamiento térmico.
- Disipación de humo y gases en caso de incendio.

# AIRE

## Composición del Aire

- Componentes fundamentales: nitrógeno (78%) y el oxígeno (21%).
- Componentes secundarios: gases nobles y dióxido de carbono (1%).



El aire es un gas que envuelve la tierra y resulta absolutamente imprescindible para la respiración de todos los seres vivos.

# AIRE VICIADO Y SUS CONTAMINANTES

- Aire viciado es el aire cargado de diferentes elementos contaminantes que se encuentra en un recinto cerrado o sin ventilación adecuada, donde se desarrolla actividad humana. El aire viciado disminuye la calidad de vida dentro de un ambiente, pudiendo producir problemas de salud, de concentración, cansancio, y otros síntomas.
- Un contaminante es una sustancia o energía introducida en el medio ambiente que tiene efectos no deseados o que afecta negativamente a la utilidad de un recurso. En este caso su origen puede ser del interior, exterior o biológico.

La Organización Mundial de la Salud ha elaborado una Guía para la Calidad del Aire Interior.

Estos son los Valores Máximos Recomendados.

$\mu\text{g}/\text{m}^3$

Sustancia	Conc. Máx.	Tiempo
Dióxido de Azufre	500	10 minutos
	125	24 horas
	50	1 año
Dióxido de Nitrógeno	200	1 hora
	40	1 año
Monóxido de Carbono	100.000	15 minutos
	60.000	30 minutos
	30.000	1 hora
	10.000	8 horas
Ozono	120	8 horas
Plomo	0,5	1 año
Formaldehído	100	30 minutos
Tolueno	260	1 semana
Xileno	4.800	24 horas

# IMPORTANCIA Y OBJETIVOS

Todo ambiente necesita tener una buena ventilación para la conservación de la salud de las personas, para que su capacidad de actuar no se vea reducida debido a un ambiente viciado. Como también es necesaria para el buen desarrollo de las actividades que en ese ambiente se realicen.

## Objetivos:

- Asegurar la calidad del aire interior.
- Reemplazar el aire viciado por aire limpio.
- Colaborar con la evacuación de gases y humos en caso de incendio.
- Acondicionamiento térmico del edificio.
- Evitar dispersión de contaminantes.
- Correcto funcionamiento de maquinarias.
- Control de humedad, concentración de gases y partículas en suspensión.

# EFFECTOS GENERADOS POR MALA VENTILACIÓN

## Efectos en la persona:

- Garganta: Dolor, inflamación, sequedad.
- Ojos: Irritación, lagrimeo.
- Nariz: Congestión, mucosidad.
- Cabeza: Mareos, dificultad para concentrarse, dolor.
- Pulmonar: Tos seca, sensación de ahogo.
- Cutáneos: Sequedad, erupciones.

## Efectos en el ambiente:

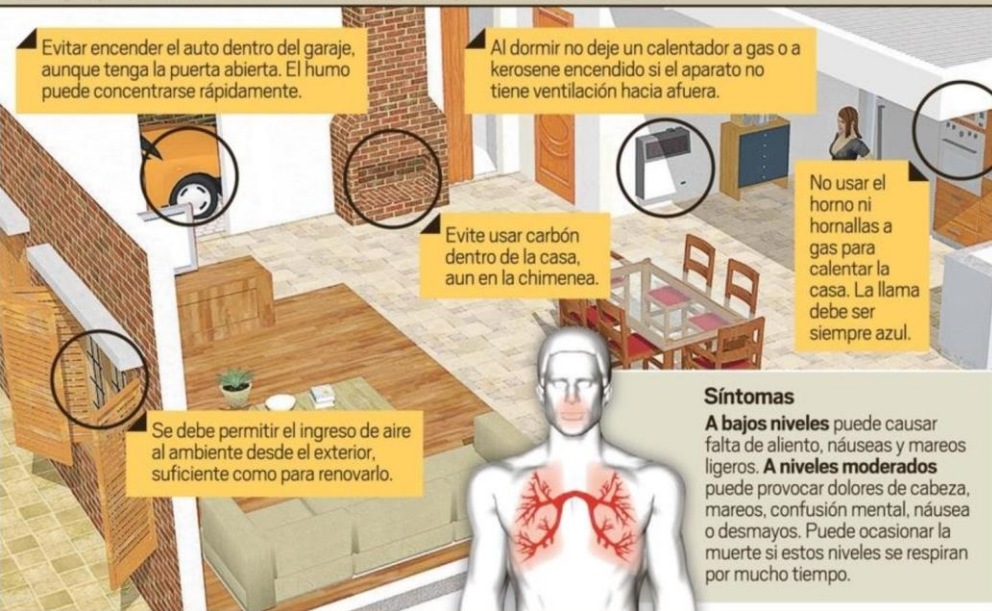
- Malestar.
- Falta de productividad y/o concentración.
- Estrés.

# “MUERTE DULCE”

La “muerte dulce” es un problema recurrente en invierno, debido a la inhalación de monóxido de carbono (CO) producto de la combustión incompleta en hornallas o artefactos de calefacción, y que se debe evitar mediante la correcta ventilación. Se denomina de tal modo porque al ser el CO un gas incoloro, inodoro e insípido, la persona que lo respira no sufre prácticamente: se adormece y tiene malestar general pero es incapaz de reaccionar, por lo que no puede pedir ayuda y finalmente muere.

### CUIDADOS PARA EVITAR INTOXICACIÓN CON MONÓXIDO DE CARBONO ///

Este gas puede causar la muerte cuando se lo respira en niveles elevados.



- Evitar encender el auto dentro del garaje, aunque tenga la puerta abierta. El humo puede concentrarse rápidamente.
- Al dormir no deje un calentador a gas o a kerosene encendido si el aparato no tiene ventilación hacia afuera.
- No usar el horno ni hornallas a gas para calentar la casa. La llama debe ser siempre azul.
- Evite usar carbón dentro de la casa, aun en la chimenea.
- Se debe permitir el ingreso de aire al ambiente desde el exterior, suficiente como para renovarlo.

#### Síntomas

**A bajos niveles** puede causar falta de aliento, náuseas y mareos ligeros. **A niveles moderados** puede provocar dolores de cabeza, mareos, confusión mental, náusea o desmayos. Puede ocasionar la muerte si estos niveles se respiran por mucho tiempo.

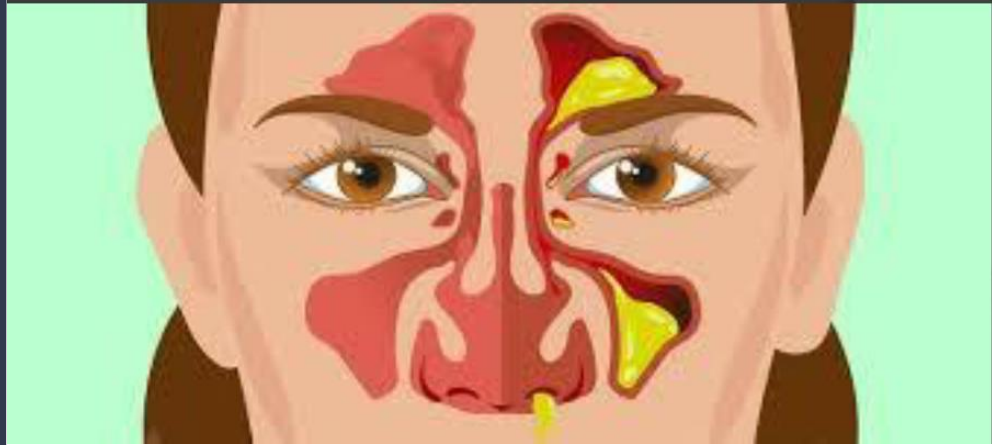


# GARGANTA





NARIZ



OJOS



# PULMONES



CABEZA

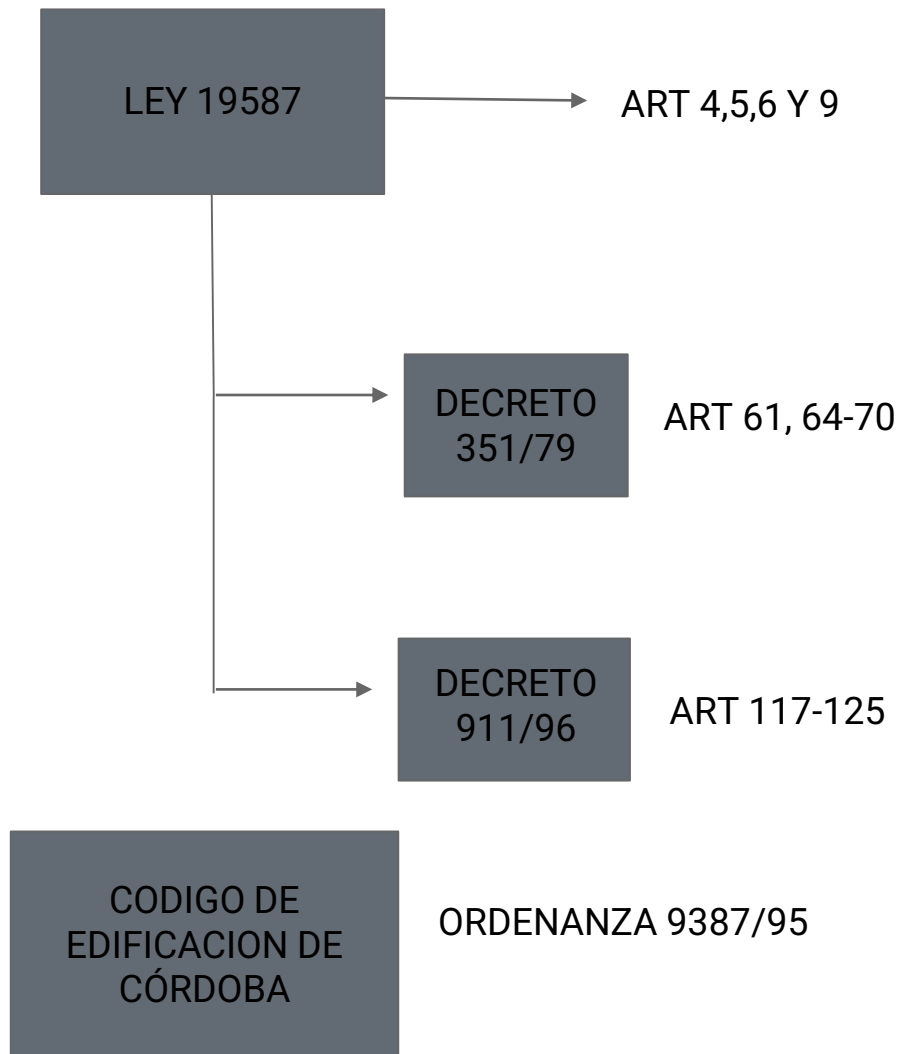


# CUTÁNEOS



MARCO  
LEGAL

# MARCO LEGAL



# DECRETO 351/79

## CAPÍTULO 9: CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

- Donde se efectúen procesos que contaminen el aire se deberá disponer de sistemas de ventilación para evitar afectar la salud del trabajador.

## CAPÍTULO 11: VENTILACIÓN

- Mantener condiciones ambientales que no perjudiquen la salud del trabajador.
- Ventilarse preferentemente en forma natural.
- Mantener la concentración adecuada de oxígeno y la de contaminantes dentro de los valores admisibles y evitar la existencia de zonas de estancamiento.
- Cuando no sea posible cumplir lo anterior, se pueden realizar las tareas con las correspondientes precauciones, para asegurar la protección del trabajador.
- Cuando existan sistemas de extracción, los locales poseerán entradas de aire de capacidad y ubicación adecuadas, para reemplazar el aire extraído.
- Los equipos de tratamiento de contaminantes, no deben producir
- contaminación ambiental durante la descarga o limpieza. Si están en el interior del local de trabajo, se realizarán fuera del horario laboral.



# VENTILACION MINIMA REQUERIDA EN FUNCION DEL NUMERO DE OCUPANTES

## Para actividad sedentaria

Cantidad de personas	Cubaje del local en metros cúbicos por persona	Caudal de aire necesario en metros cúbicos por hora y por persona
1	3	43
1	6	29
1	9	21
1	12	15
1	15	12

## Para actividad moderada

Cantidad de personas	Cubaje del local en metros cúbicos por persona	Caudal de aire necesario en metros cúbicos por hora y por persona
1	3	65
1	6	43
1	9	31
1	12	23
1	15	18

# DECRETO 911/96

## VENTILACIÓN:

- En los locales o espacios confinados de las obras, la ventilación debe contribuir a mantener condiciones ambientales que no perjudiquen la salud de los trabajadores
- Cuando existan sistemas de extracción, los locales poseerán entradas de aire con capacidad y ubicación adecuadas para reemplazar el aire extraído.
- En los casos en que se requiera el uso de electro ventiladores éstos deben estar protegidos mecánica y eléctricamente. Los niveles de ruidos y vibraciones deben ser los permitidos.
- Para autorizar la realización de trabajos en áreas o espacios confinados, se debe verificar previamente:
- Concentración de oxígeno, como mínimo, DIECIOCHO CON CINCO DÉCIMOS POR CIENTO (18,5 %).
- Ausencia de contaminantes y mezclas inflamables explosivas.

TABLA Nº 2

Ventilación mínima requerida en función del Nº máximo de ocupantes por turno

Volumen del local (en metros cúbicos por persona)	Caudal de aire necesario (en metros cúbicos por hora por persona)
3	65
6	43
9	31
12	23
15	18

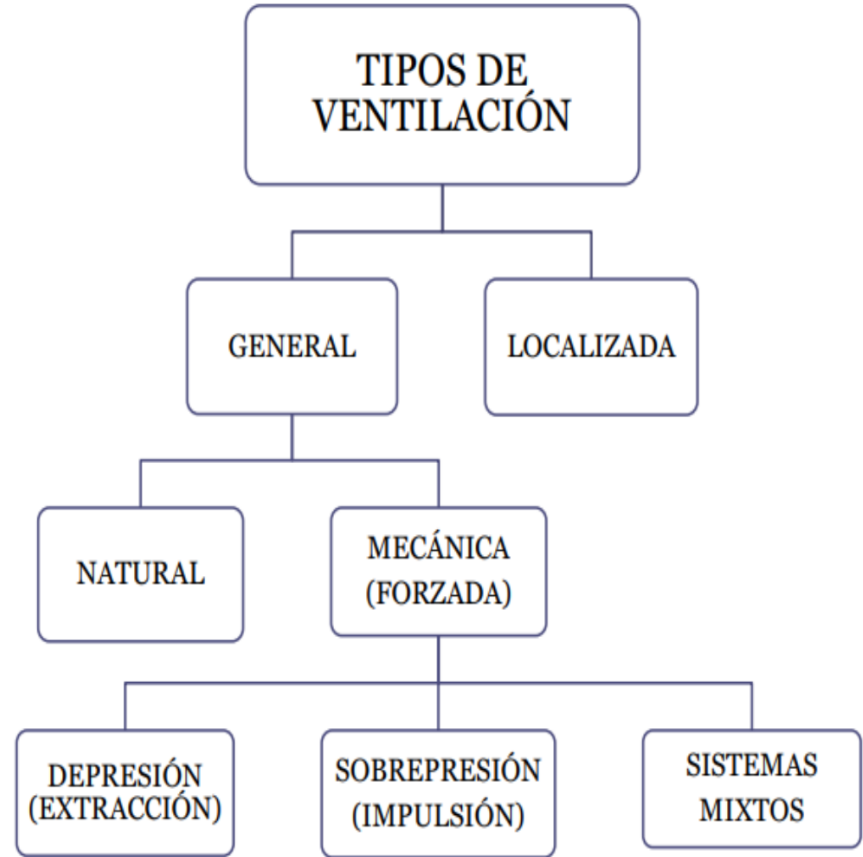
# DECRETO 911/96

## CONTAMINACIÓN AMBIENTAL:

- Donde se produzca contaminación del ambiente se deben disponer medidas de prevención y control para evitar afectar la salud del trabajador. Entregar elementos de protección personal.
- Concentraciones máximas permisibles serán las dispuestas por resolución .
- En casos de elevada peligrosidad, el Responsable de Higiene y Seguridad determinará las medidas precautorias.

# TIPOS DE VENTILACION

# TIPOS DE VENTILACIÓN



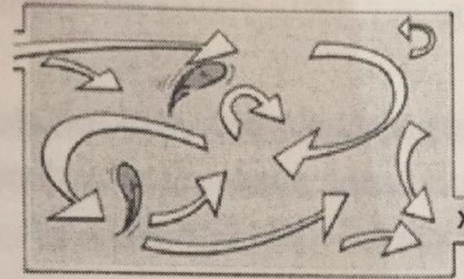
# VENTILACIÓN GENERAL

La ventilación general del edificio consiste en la renovación del volumen de aire por hora que hay que asegurar para la correcta realización de la actividad. Acorde a la actividad que se realice en el recinto, obtenemos el número de renovaciones de volumen por hora que debemos establecer. El parámetro fundamental es entonces: caudal de ventilación por unidad de tiempo.

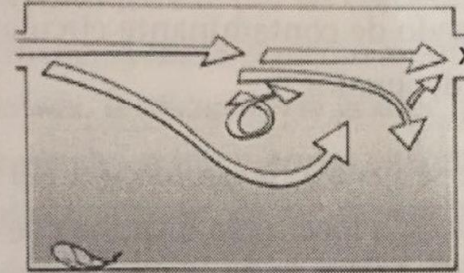
- Parámetro fundamental: caudal de ventilación.
- Fundamento: mezclar el aire contaminado en las proximidades del foco de generación con aire limpio.
- No permite controlar con exactitud la concentración de contaminante por ello es adecuada únicamente en casos en donde los mismos son de baja toxicidad.
- Considerar de dónde viene el aire que entra en el local y a donde va a parar el aire que extraemos.
- El trabajador ha de estar situado entre la entrada de aire y el foco contaminante.

# TIPOS DE VENTILACIÓN GENERAL

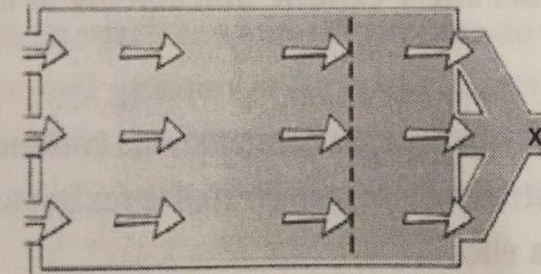
**Figura 7.** Tipos de ventilación general



Ventilación por dilución.  
Flujo turbulento.  
Buena mezcla de aire  
 $X_{\text{salida}} = X_{\text{media en la sala}}$



Ventilación por dilución.  
Flujo turbulento.  
Mala mezcla de aire  
 $X_{\text{salida}} < X_{\text{media en la sala}}$



Ventilación por  
desplazamiento.  
Flujo laminar.  
 $X_{\text{salida}} > X_{\text{media en la sala}}$



# PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA VENTILACIÓN GENERAL

- Se puede ventilar mediante extracción, impulsión o una combinación de ambas.
- La ventilación habitual es por dilución, aunque también se puede usar la ventilación por desplazamiento.
- El aire debe circular del lugar menos contaminado al más contaminado.
- Los lugares más contaminados deben permanecer en presión negativa (depresión) en relación a las áreas adyacentes.
- El aire de entrada debe pasar primero por las zonas ocupadas y después por las zonas de emisión de contaminantes.
- Debe conocerse el origen del aire de sustitución.
- Debe conocerse el destino del aire saliente

# INCONVENIENTES DE LA VENTILACIÓN GENERAL

- Valores muy elevados para ambientes "industriales".
- Puede requerir corrientes de aire elevadas.
- Consumo de energía elevado.
- Requerimientos de climatización
- Se elimina el aire ya diluido y/o tratado
- Sirve de poco para agentes químicos peligrosos.
- Es inaplicable a aerosoles.

# VENTILACIÓN NATURAL O DIRECTA

Proceso de renovación del aire de un local obtenido sin accionamiento motor, se obtiene por vanos abiertos al exterior. La circulación del aire se produce por diferencias térmicas y de presión.

Para poder asegurar una correcta ventilación impulsada por el viento natural, debemos conocer una serie de factores climáticos y geográficos:

- Diferencia de altura.
- Diferencias de temperatura exterior e interior.
- Diferencias de presión.
- Acción del viento.
- Carga térmica.



# DIMENSIONES MÍNIMAS

Cualquier local se podrá ventilar por diferencia o quiebres en el techo, siempre que se respeten las superficies mínimas de ventilación establecidas en la Ordenanza de la Ciudad de Córdoba, que serán:

$$V = I/2$$

Donde I es la resultante del cálculo de iluminación. A su vez la iluminación se calcula de la siguiente manera:

$$I = S / 10 \text{ (para vanos ubicados a una altura } < 2\text{m del piso)}$$

$$I = (1.2 \times S) / 10 \text{ (para vanos ubicados a una altura } > 2\text{m y } < 3\text{m del piso)}$$

$$I = (1.4 * S) / 10 \text{ (para vanos ubicados a una altura } > 3\text{m del piso)}$$

$$I = (S+S1) / 10 \text{ (si en el techo existe un área translúcida, dicha área debe restarse a S1) Para iluminación a través de parte cubierta.}$$

Siendo:

- S = Superficie del piso del local.

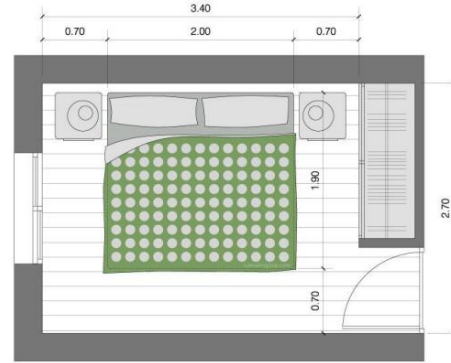
- S1 = Superficie de la parte cubierta a través de la cual ilumina un local.

- I = Superficie mínima del vano de iluminación.

# EJEMPLO DE APLICACIÓN

Se calculará la ventilación para una habitación simple de una vivienda. La misma será directa y desde un vano ubicado en una

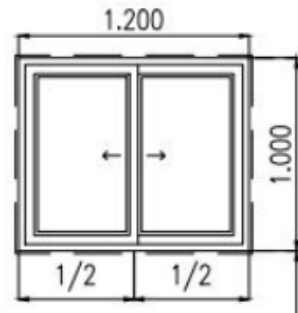
a



Para ello primero debemos calcular la iluminación natural necesaria.

$$I = (1.2 \times S) / 10 = (1.2 \times 2.7 \text{ m} \times 3.4 \text{ m}) / 10 = 1.102 \text{ m}^2$$

Para ello proponemos una ventana de las siguientes dimensiones.



La ventilación necesaria será entonces:

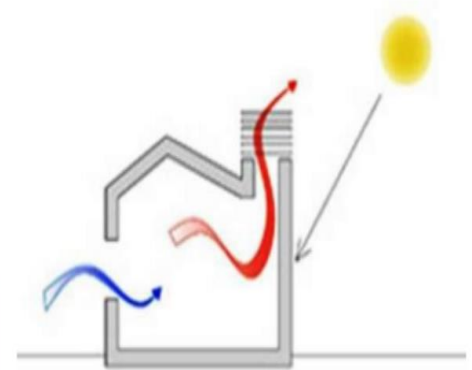
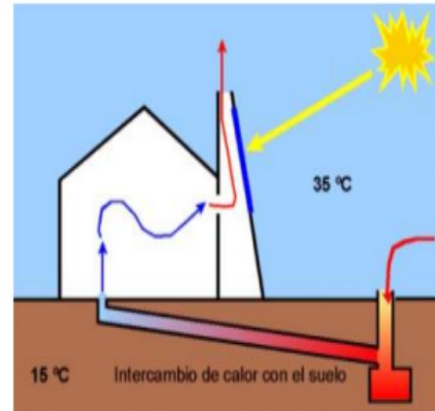
$$V = I / 2 = 1.102 / 2 = \mathbf{0.55 \text{ m}^2}.$$

Por lo tanto, el vano anterior podrá ser corredizo en su totalidad, o tener un paño fijo en la mitad del mismo, y la otra mitad se debe poder abrir

# CHIMENEA PASIVA O SOLAR

Una chimenea solar - designada a menudo una chimenea termal - es una manera de mejorar la ventilación natural de edificios usando la convección del aire calentado por energía solar pasiva.

Durante el día la energía solar calienta la chimenea y el aire dentro de ella, creando una corriente de aire ascendente en la chimenea. La succión creada en la base de la chimenea se puede utilizar para ventilar y para refrescar el edificio.

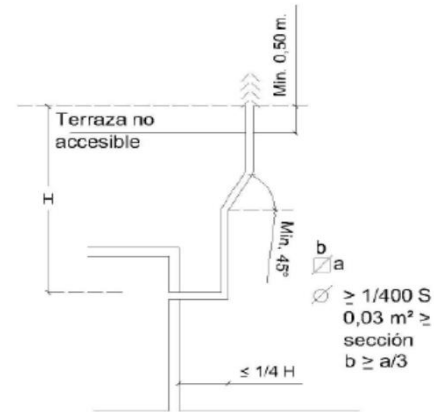


# VENTILACIÓN POR CONDUCTOS

## Por conductos individuales por local:

Se deben cumplir una serie de condiciones:

- La ubicación en planta debe asegurar una efectiva renovación
- Sección transversal  $\min = 1/400 \times \text{Sup del local}$  y no menor a  $300 \text{ cm}^2$
- Relación de lados  $1/3$
- Conducto vertical de superficie interior lisa
- Remate mayor a  $2\text{m}$  para lugares accesibles y de  $0,5\text{m}$  para lugares no accesibles, debiendo ubicarse a  $1.5\text{m}$  de la línea medianera y llevarán dispositivos de tiraje

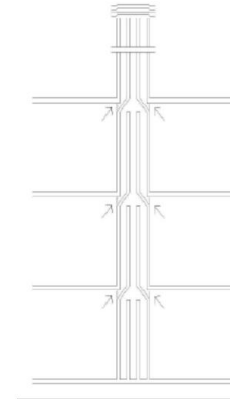


# VENTILACIÓN POR CONDUCTOS

## Ventilación por conducto común a varios locales:

El conducto servirá para unificar dos o más conductos del tipo "Conductos individuales". Para este caso el Código de Edificación también nos da una serie de pautas a cumplir:

- Superficie interior lisa, y en su interior no se cruzara ninguna cañería.
- Dimensiones mínimas dependen de la cantidad de locales por piso, para un local la dimensión mínima es de 0,40x0,25 mts, y en caso de tener dos locales por piso 0,55x0,25 mts
- Los conductos individuales se deberán introducir en el conducto colectivo una longitud mínima de 1m para poder evitar que el aire viciado pase de un local a otro.
- El conducto deberá ser perfectamente vertical y rematar a no menos de 2m del piso de la azotea y a una distancia de 2.4m de cualquier paramento o vano de local habitable.





# VENTILACIÓN MECÁNICA O FORZADA

Utilizada cuando la ventilación natural es insuficiente o no se puede realizar. Puede realizarse mediante extractores, ventiladores y/o unidades de tratamiento de aire. Existen sistemas por sobrepresión, depresión y mixtos.

## Ventajas:

- Mejor regulación de los ambientes.
- Acelera la remoción de los contaminantes.

## Desventajas:

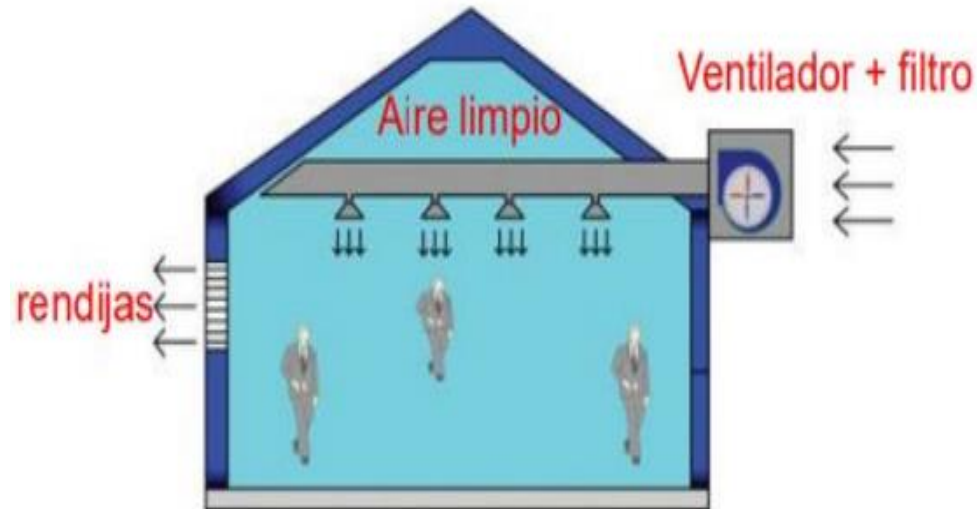
- Si las tomas de aire se ubican cercanas a fuentes de polución, se corre el riesgo de bloqueo o sellamiento.
- El sistema requiere mantenimiento y limpieza regular.

# VENTILACIÓN POR SOBREPRESIÓN

Se impulsa aire del exterior del local, lo que ocurre es que el aire del interior saldrá por rejillas o puertas, también llamado por inyección.

Si aseguramos que el caudal ingresante en el ambiente sea mayor que el extraído, entonces el aire estará confinado y la presión interior va a ser mayor que la presión atmosférica.

Se trabaja a sobrepresión cuando en la industria se utilizan productos químicos tóxicos, grandes emanaciones de vapor, procesos exotérmicos, etc.



# VENTILACIÓN POR DEPRESIÓN

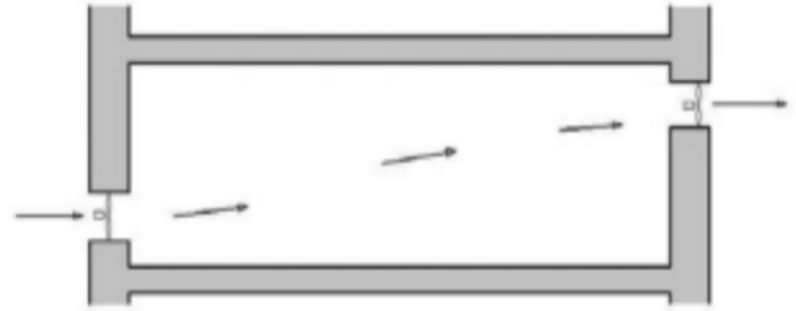
Es el caso si se instala un extractor, el local se encontrara en depresión.

Si aseguramos que el caudal que sale es mayor al caudal de aire ingresante, entonces la presión interior va a ser menor a la atmosférica. Nos interesa en quirófanos y hospitales, en donde los virus y enfermedades no deben salir del recinto y expandirse por zonas habitables.



# SISTEMAS MIXTOS

Tanto la entrada de aire como la extracción se realizan por medios mecánicos.



# VENTILACIÓN LOCALIZADA

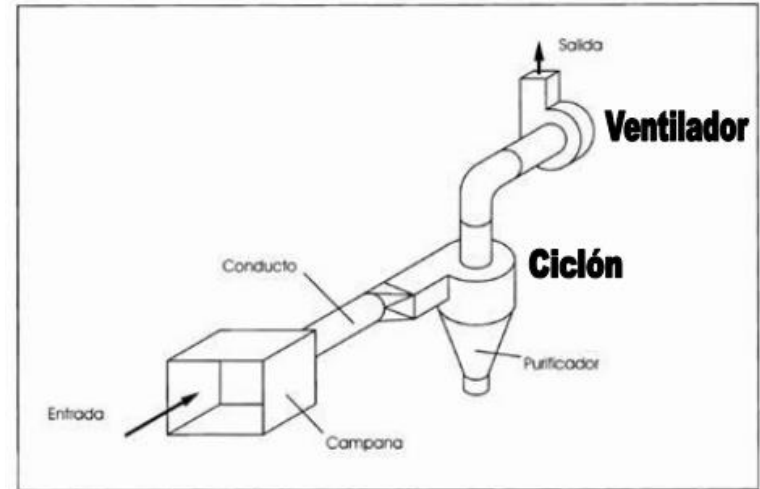
Consiste en captar el aire contaminado cerca de la fuente de emisión del agresor, conducirlo por conductos especialmente diseñados, y previa separación del tóxico aspirado del aire con el que está mezclado, la evacuación de la corriente de aire al ambiente exterior.

El aire contaminado es captado en el mismo lugar que se produce evitando su difusión por todo el local



# ELEMENTOS VENTILACIÓN LOCALIZADA

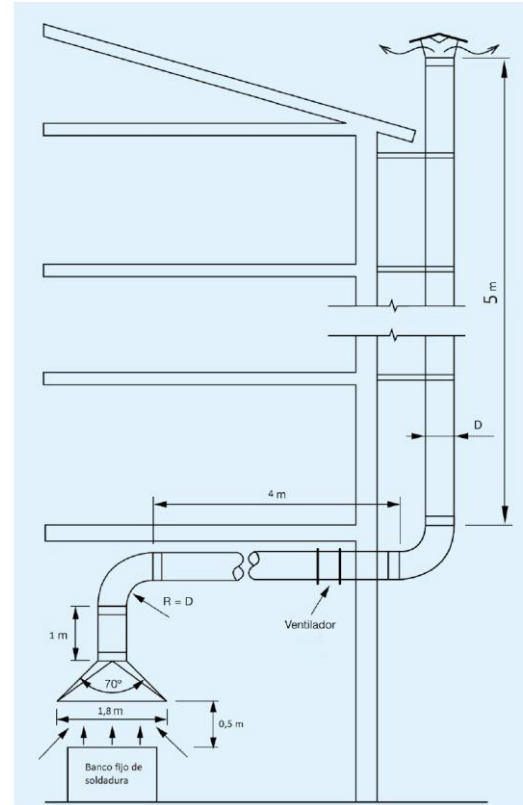
- Campana: es la parte del sistema por medio de la cual son efectivamente captados los contaminantes. Aunque su forma puede ser muy diversa, a todas se les da el nombre genérico de "campanas".
- Conductos: el aire extraído cargado de contaminante circula a través de una serie de conductos hasta llegar al depurador.
- Depurador: aunque no siempre se instala, la protección del medio ambiente exige que todo sistema de extracción localizada disponga de un depurador que separe el contaminante del aire y expulse únicamente al exterior aire limpio.
- Ventilador: para que el aire circule por la campana, los conductos y el depurador, es necesario que en el sistema exista un ventilador (extractor) que proporcione la energía necesaria para ello.



# EJEMPLO DE CALCULO

# EJEMPLO DE CÁLCULO VENTILACIÓN LOCALIZADA

En este ejemplo se analizará el caso de la ventilación localizada para un actividad de soldadura, se debe proteger a los operarios de los vapores generados.



Ancho de banco  
máximo = 0,6 m

Partículas menores a  
0.1 micrómetros

Campana rectangular

Largo= 1,8 m

Ancho= 0,6 m

Ángulo  $\alpha = 70^\circ$

Codo de radio interior  
igual al diámetro.



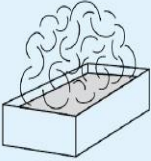
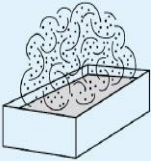
<p>Únicamente gases y vapores</p> 	Características de la fuente de contaminación	Ejemplos	Velocidad de captación m/s
	Desprendimiento con velocidades casi nulas y aire quieto.	Cocinas. Evaporación en tanques. Desengrasado.	0,25 - 0,5
	Desprendimientos a baja velocidad en aire tranquilo.	Soldadura. Decapado. Talleres galvanotecnia.	0,5 - 1
<p>Con partículas sólidas en suspensión</p> 	Generación activa en zonas de movimiento rápido del aire.	Cabinas de pintura.	1 - 2,5
	Desprendimiento a alta velocidad en zonas de muy rápido movimiento del aire.	Trituradoras. Esmerilado. Rectificado.	1 - 2,5 2,5 - 10
<p>Se adoptarán valores en la zona inferior o superior de cada intervalo según los siguientes criterios:</p> <div> <div>Inferior</div> <div>Superior</div> </div> <div> <div>1. Pocas corrientes de aire en el local.</div> <div>1. Corrientes turbulentas en el local.</div> </div> <div> <div>2. Contaminantes de baja toxicidad.</div> <div>2. Contaminantes de alta toxicidad.</div> </div> <div> <div>3. Intermitencia de las operaciones.</div> <div>3. Operaciones continuas.</div> </div> <div> <div>4. Campanas grandes y caudales elevados.</div> <div>4. Campanas de pequeño tamaño.</div> </div>			

Tabla 2.10: Velocidades de captación.

$v_{\text{capt}} = 0,7 \text{ m/s}$

Esta es la velocidad con la que el aire arrastra los vapores de la soldadura.



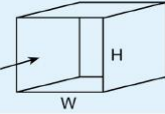
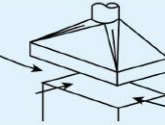

Tipo de campana	Descripción	Caudal
	Campana simple	$Q = V(10x2+A)$
	Campana simple con pestaña	$Q = 0,75V(10x2+A)$
	Cabina	$Q = VA = VWH$
	Campana elevada	$Q = 1,4 PVH$ P = perímetro H = altura sobre la operación
	Rendija múltiple. 2 ó más rendijas.	$Q = V(10x2+A)$

Fig. 2.8: Tipos de campanas

En este caso se trata de una campana elevada, cuyo caudal se expresa como:

$$Q = 1,4 \cdot P \cdot v_{\text{capt}} \cdot H$$

donde:

P: perímetro

H: altura sobre la operación

Se diseña una campana rectangular de dimensiones:

Largo= 1,8 m

Ancho= 0,6 m

$$P = 1,8\text{ m} \cdot 0,6\text{ m} = 1,08\text{ m}$$

$$H = 0,5\text{ m}$$

Luego:

$$Q = 1,4 \cdot 1,08\text{ m} \cdot 0,7\text{ m/s} \cdot 0,5\text{ m}$$

$$Q = 0,53\text{ m}^3/\text{s} \cdot 3600\text{ s/h}$$

$$Q = 1905\text{ m}^3/\text{h}$$

Gases, vapores		5 a 6(*)
Humos	Humos de óxido de zinc y de aluminio.	7 a 10(*)
Polvos muy finos y ligeros	Felpas muy finas de algodón.	10 a 13
Polvos secos y pólvoras	Polvos finos de caucho, de baquelita; felpas de yute; polvos de algodón, de jabón.	13 a 18
Polvos industriales medios	Abrasivo de lijado en seco; polvos de amolar; polvos de yute, de grafito; corte de briquetas, polvos de arcilla, de calcáreo; embalaje o pesada de amianto en las industrias textiles.	18 a 20
Polvos pesados	Polvo de toneles de enarenado y desmoldeo, de chorreado, de escariado.	20 a 23
Polvos pesados o húmedos	Polvos de cemento húmedo, de corte de tubos de amianto-cemento, de cal viva.	>23
(*)Generalmente se adoptan velocidades de 10 m/s		o transporte neumático húmedo

Tabla 2.11: Gama de los valores mínimos de las velocidades de transporte de aire contaminado en las conducciones.

Para el caso de soldadura, se trata de polvos muy finos y ligeros menores a 0,1 micrómetros, luego:

$$v_{\text{transporte}} = 12\text{ m/s}$$

Diámetro del conducto

$$Ac = Q/V_{trans} = 0,53/12 = 0,044 \text{ m}^2$$

$$Ac = \pi \cdot D^2 / 4$$

$$D_{\text{cálculo}} = 0,24 \text{ m} = 240 \text{ mm}$$

Tabla I  
Dimensiones normalizadas para conductos circulares

Diámetro nominal mm		Superficie área transversal m <sup>2</sup>	Superficie lateral m <sup>2</sup> /m
Normal	Intermedio		
80		5,03 10 <sup>-3</sup>	251 10 <sup>-3</sup>
	90	6,36 10 <sup>-3</sup>	283 10 <sup>-3</sup>
100		7,85 10 <sup>-3</sup>	314 10 <sup>-3</sup>
	112	9,85 10 <sup>-3</sup>	352 10 <sup>-3</sup>
125		12,3 10 <sup>-3</sup>	393 10 <sup>-3</sup>
	140	15,4 10 <sup>-3</sup>	440 10 <sup>-3</sup>
160		20,1 10 <sup>-3</sup>	503 10 <sup>-3</sup>
	180	25,4 10 <sup>-3</sup>	565 10 <sup>-3</sup>
200		31,4 10 <sup>-3</sup>	628 10 <sup>-3</sup>
	224	39,4 10 <sup>-3</sup>	704 10 <sup>-3</sup>
250		49,1 10 <sup>-3</sup>	785 10 <sup>-3</sup>
	280	61,6 10 <sup>-3</sup>	880 10 <sup>-3</sup>
315		77,9 10 <sup>-3</sup>	990 10 <sup>-3</sup>
	335	99,0 10 <sup>-3</sup>	1,12
400		126 10 <sup>-3</sup>	1,26
	450	159 10 <sup>-3</sup>	1,41

Adoptamos 250mm

## Pérdidas de carga

Pérdidas de carga lineal

Para vencer la fricción en el conducto se necesita una presión de aire necesaria

llamada “pérdida de carga Pd”, que es la que determina el gasto de energía del ventilador. Depende del diámetro del conducto, la velocidad y densidad del aire, el coeficiente de fricción, la rugosidad de las paredes, la dimensión y disposición, y la longitud de la conducción. En la práctica Pd se obtiene de nomogramas para distintos tipos de sección y coeficientes de fricción.

En nuestro caso tenemos un conducto circular de chapa galvanizada, por lo que utilizaremos la figura 3.1 para secciones circulares y coeficiente de fricción para una plancha de hierro galvanizada.

Entrando con:

$$Q = 1905 \text{ m}^3/\text{h} \approx 2000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$D = 250 \text{ mm}$$

$$v_{\text{transporte}} = 12 \text{ m/s}$$

**CONDUCTOS CIRCULARES RECTILÍNEOS  
PÉRDIDA DE CARGA POR ROZAMIENTO DEL AIRE**

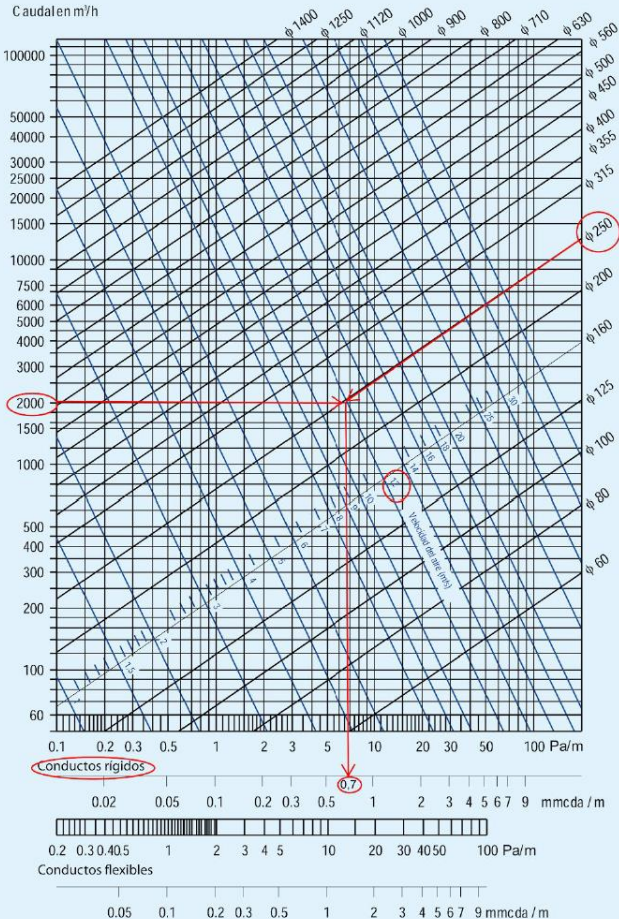


Fig. 3.1

Se obtiene una pérdida de carga por metro lineal de :

Pérdida de carga P lineal = 0, 7 mmca/m

Como la longitud del conducto es:

$$L = 1\text{ m} + 4\text{ m} + 7\text{ m} = 12\text{ m}$$

La pérdida de carga en los tramos rectos será

$$H_{\text{recto}} = \text{Pérdida de carga lineal} \times L = 0, 7 \text{ mmca/m} \times 12\text{ m}$$

$$H_{\text{recto}} = 8, 4 \text{ mmca}$$

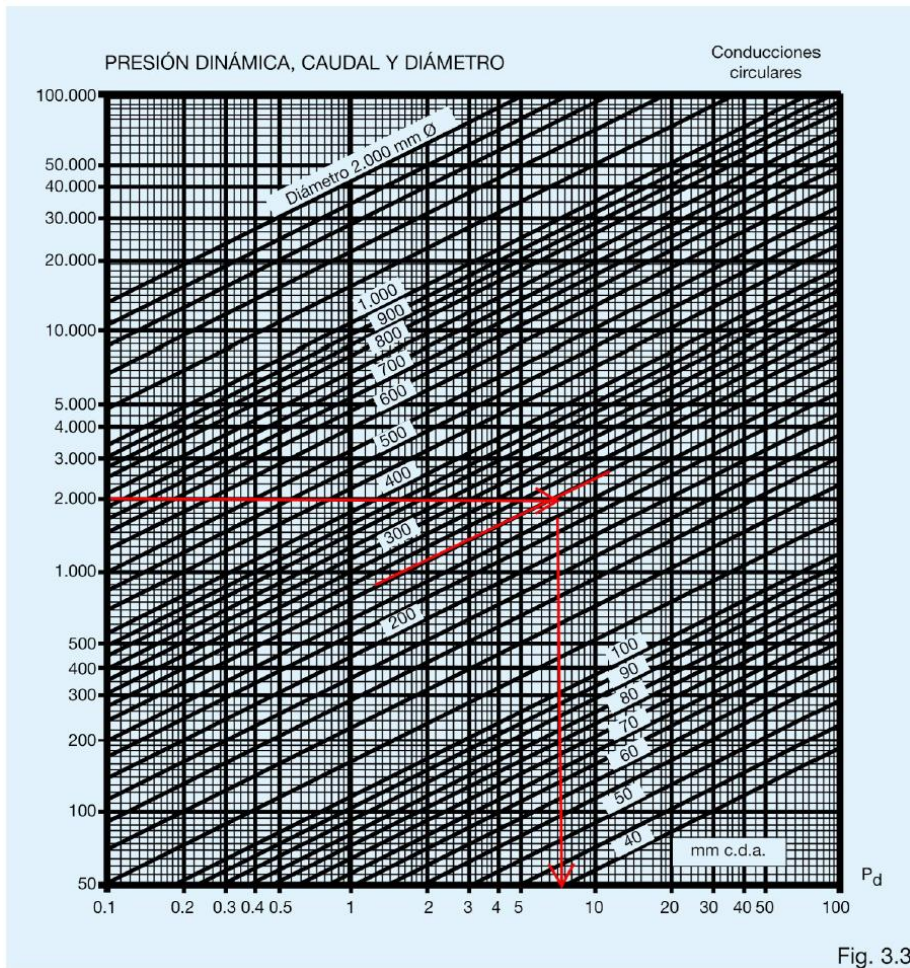
Pérdida de carga en accesorios y cambios de dirección

Estas pérdidas se calculan según el método del coeficiente "n", que consiste en calcular la pérdida de carga de cada elemento del conducto como el producto de la presión dinámica  $P_d$  del aire que circula y del coeficiente "n" determinado experimentalmente para cada elemento según su forma y dimensión y obtenido de gráficos.

$$H_{\text{local}} = n \times P_d [\text{mmca}]$$

$P_d$  se calcula a partir del caudal de aire que circula  $Q$  (m³/h) y el diámetro del conducto  $d$  (m):





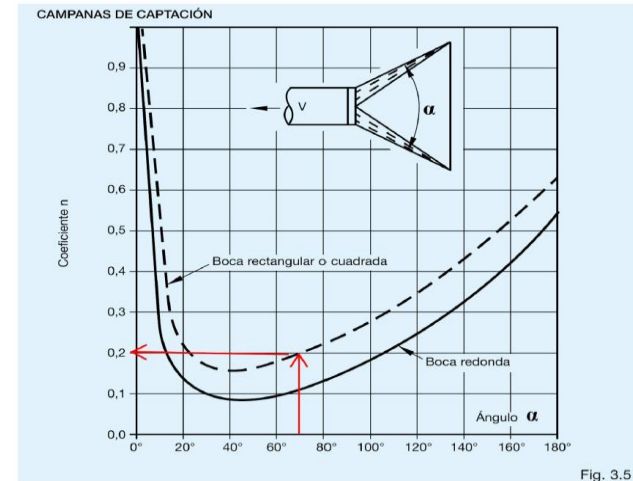
$Q=2000\text{m}^3/\text{h}$

$D=250\text{mm}$

Se obtiene  $P_d=8\text{ mmca}$

Los coeficientes  $n$  se calculan a continuación.

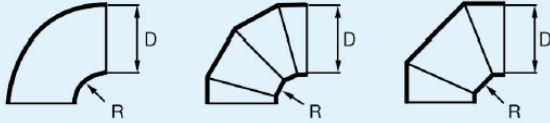
La campana tiene un ángulo  $\alpha = 70^\circ$  y es rectangular, luego  $n\text{ campana} = 0,2$



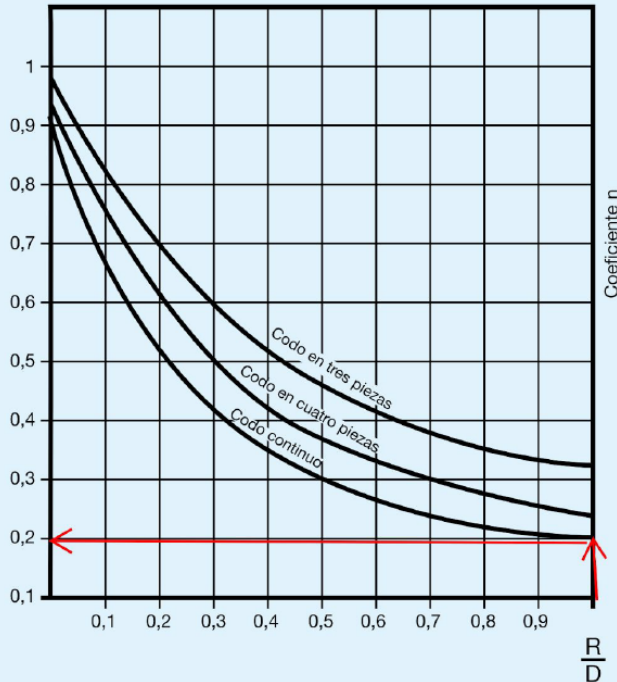
$H\text{ campana} = n\text{ campana} * P_d = 0,2 * 8\text{mmca} = 1,6\text{ mmca}$

Como el radio interior es igual al diámetro,  $R/D=1$ . Para codo continuo se tiene  $n\text{ codo} = 0,2$ .

# COEFICIENTES <<n>> DE PÉRDIDAS DE CARGA CODOS



Sección circular

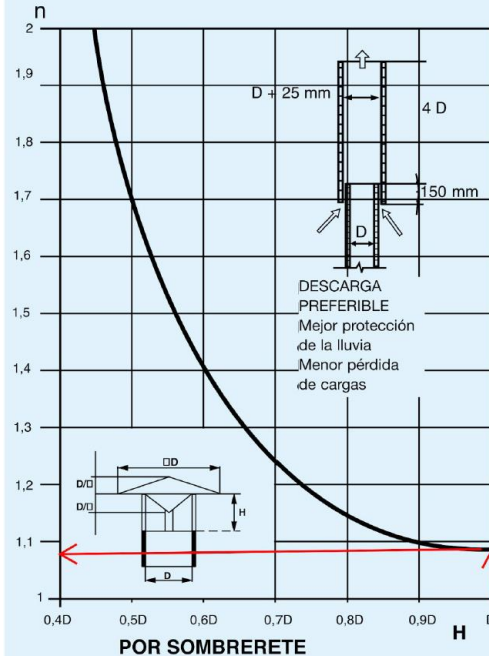


$$H_{\text{codo}} = n_{\text{codo}} * P_d = 0,2 * 8 \text{ mmca} = 1,6 \text{ mmca}$$

Como la altura del sombrerete H es igual al diámetro del conducto D, se tiene  $n_{\text{sombrerete}} = 1,08$

$$\text{Luego, } H_{\text{codo}} = n_{\text{sombrerete}} * P_d = 1,08 * 8 \text{ mmca} = 8,6 \text{ mmca}$$

## SALIDA POR EL TEJADO



Pérdida de carga total del sistema

Se obtiene sumando las pérdidas de carga locales y la de los tramos rectos.

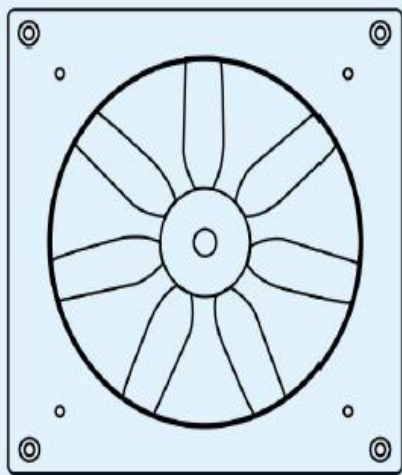
$$H = H_{\text{rectos}} + H_{\text{campana}} + H_{\text{codo}} + H_{\text{sombrerete}} = 8,4 \text{ mmca} + 1,6 \text{ mmca} + 1,6 \text{ mmca} + 8,6 \text{ mmca}$$

$$H = 20, 2 \text{ mmca}$$

Fig. 3.7

## Elección del ventilador

El extractor de aire a elegir debe poder llevar un caudal de 1905 m<sup>3</sup>/h a través de un sistema que tiene pérdidas de 20,2 mmca. El más idóneo sería un ventilador axial, en el cual el aire entra y sale de la hélice con trayectorias a lo largo de superficies cilíndricas coaxiales al ventilador.

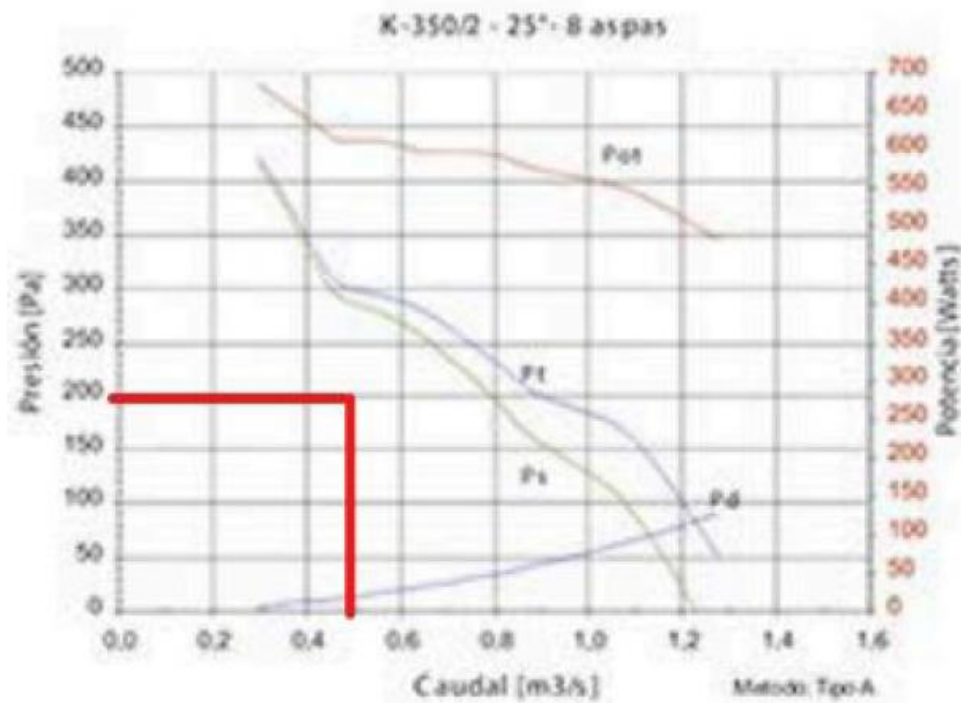


Axial Mural



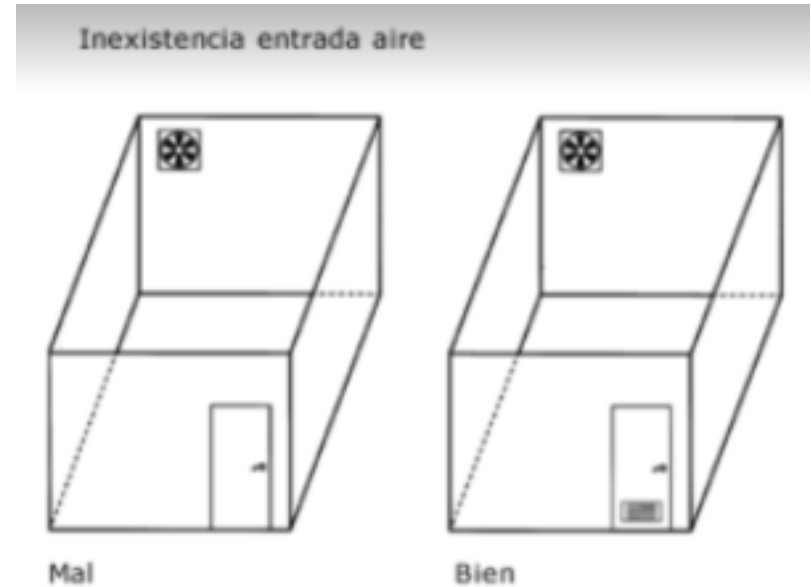
Fig. 4.5

Se selecciona un ventilador axial de un catálogo comercial (Gatti Ventilación).



# Errores más comunes en sistemas de ventilación

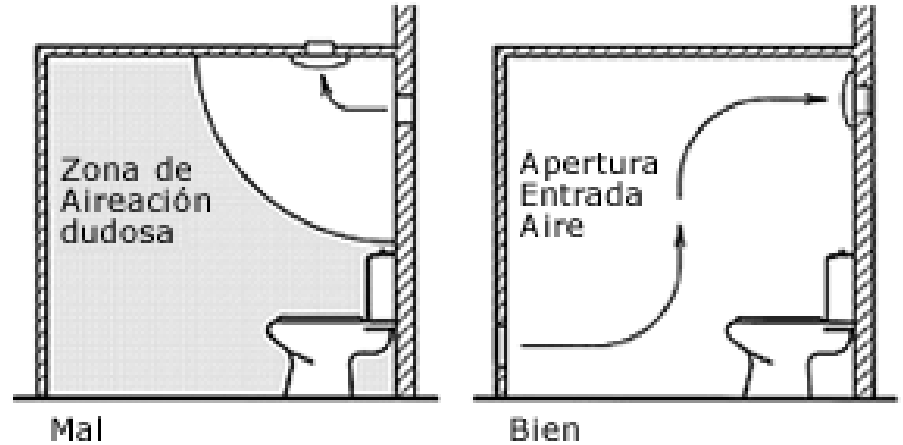
1) Inexistencia de entrada de aire o entrada de aire insuficiente, debemos prever sustituir el aire que vamos a evacuar.





# Errores más comunes en sistemas de ventilación

2) Incorrecta ubicación de las entradas respecto a las salidas. Como se puede ver en la imagen no se produce un recorrido del aire por todo el local.



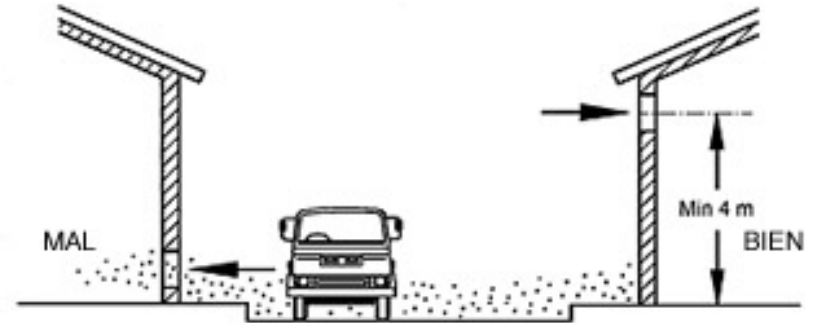
# Errores más comunes en sistemas de ventilación

3) Ubicación de las entradas y salidas muy próximas lo que provoca que el aire que ingresa por la entrada sale rápidamente por la salida.



# Errores más comunes en sistemas de ventilación

4) Incorrecta ubicación de la entrada de aire, lo cual permite que se introduzca aire contaminado.



# Errores más comunes en sistemas de ventilación

5) Colocación de obstáculos por delante de los extractores o las entradas.



VENTILADORES

# Ventiladores

Los ventiladores son máquinas rotativas capaces de desplazar de forma continua una cantidad de aire “ $Q$ ”, con una fuerza determinada. Estos, transforman su energía de rotación en incremento de presión.

¿Qué necesitamos conocer para la correcta elección de un ventilador?

- El caudal que debe mover
- La resistencia que se debe vencer, esto es comúnmente conocida como la pérdida de carga de conducción.

# Tipos de ventiladores

## Ventiladores axiales o helicoidales:

Estos ventiladores, desplazan grandes volúmenes de aire a baja presión. Mueven el aire en la misma dirección que el eje de giro del rotor, pero, permiten invertir la dirección de su giro. Se caracterizan por ser más ruidosos y menos costosos.

Los tipos de ventiladores axiales son:

- Pala libre
- Murales: para empotrar en la pared
- Tubulares: para intercalar en el conducto



# Tipos de ventiladores

## Ventiladores Radiales o Centrífugos:

Se caracterizan por impulsar menores caudales de aire a grandes presiones, lo que permite desplazar el aire por mayores distancias dentro de conductos. Son más costosos y más silenciosos.

Este tipo de ventiladores vienen con distintos tipos de alabes y su elección depende del tipo de aire a desplazar, de su contenido de polvo entre otros.

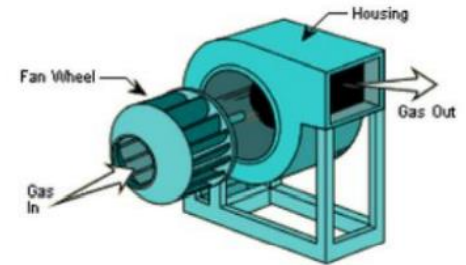
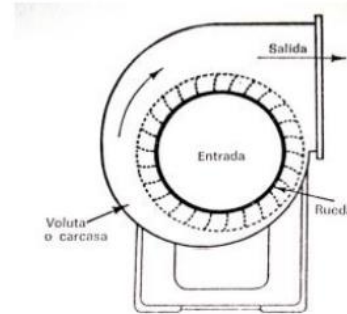




# Tipos de ventiladores

Sus componentes son:

- Rueda o rodete
- Serie de álabes o paletas radiales, es decir una turbina
- Voluta con boca de entrada y salida



# Tipos de ventiladores

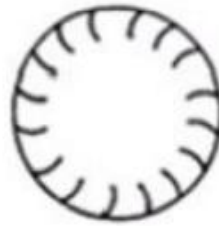
Además, estos ventiladores se pueden clasificar según su turbina:

-Turbina tipo reacción: Tienen los álabes inclinados hacia atrás e impulsan el aire por su parte convexa. Su rendimiento es mayor, pero habitualmente trabajan a un régimen de revoluciones mayor por lo que deben ser más robustas



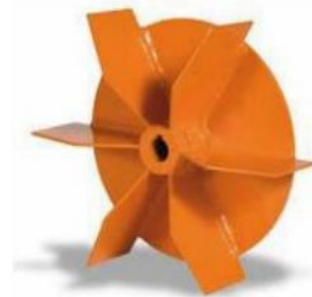
# Tipos de ventiladores

Turbina tipo acción: Tiene los álabes inclinados hacia adelante e impulsan el aire por su parte cóncava. Su rendimiento es medio, y la potencia absorbida crece rápidamente con el caudal suministrado. No debe utilizarse este tipo de turbina cuando el aire contenga polvo o material sólido.



# Tipos de ventiladores

Turbina tipo pala recta: Tienen los álabes planos y distribuidos de forma radial. Su rendimiento es bajo pero permiten transportar aire con grandes cantidades de polvo o materiales sólidos



Ventiladores Helicocentrífugos: Son combinación de los sistemas anteriores.

# Ventiladores

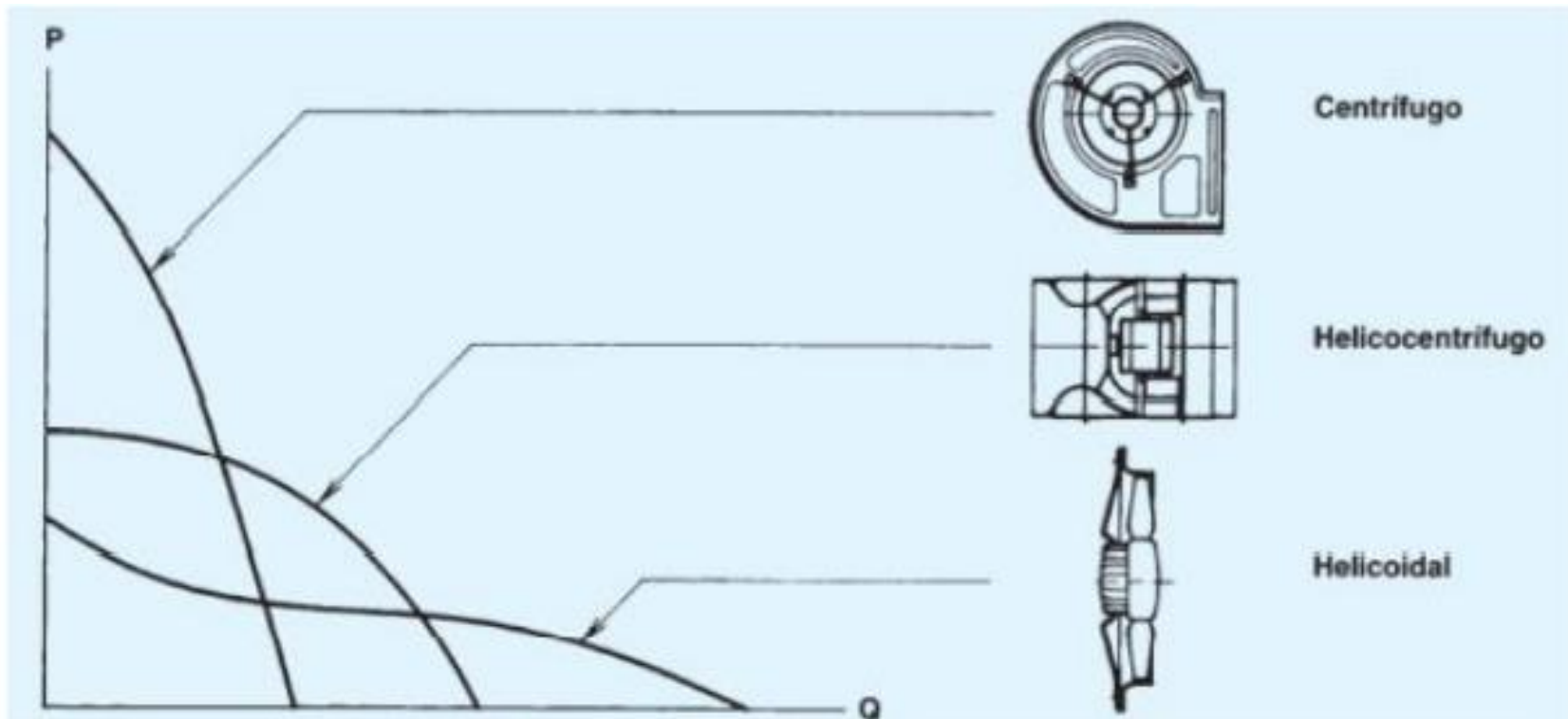
¿Como obtengo el sistema mas eficiente para el proyecto?

Deben analizarse las curvas características de los ventiladores (presión vs caudal). Estas curvas se obtienen en laboratorios y bajo condiciones normalizadas.

Se debe disponer de distintos caudales que puede manejar un ventilador según sea la pérdida de carga del sistema contra el cual está trabajando. Se grafican todos los pares Q-P obtenidos.

Esta curva representará la totalidad de los posibles puntos de trabajo del ventilador.

# Curva característica:



# Acoplamiento de ventiladores

En la práctica, muchas veces nos encontramos con situaciones que requieren importantes instalaciones de ventilación, en donde es necesario manejar grandes caudales y presiones con grandes variaciones. Frente a este escenario, puede resultar conveniente resolver mediante aparatos acoplados que proporcionen la prestación exigida en cada momento.

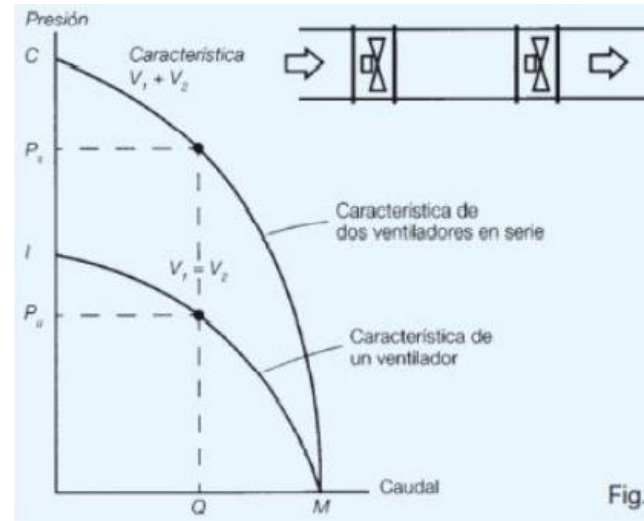
Los acoplamientos pueden ser:

- Acoplamiento en serie
- Acoplamiento en **paralelo**.

# Acoplamiento en serie

Este tipo de acoplamiento consiste en conectar un ventilador a continuación de otro, la curva característica resultante del acoplamiento es el doble que para un solo ventilador.

El caudal será el mismo para los dos ventiladores ( $Q(\text{acoplado}) = Q_1 = Q_2$ ) y la presión será igual a la suma de los dos ( $P(\text{acoplado}) = P_1 + P_2$ )





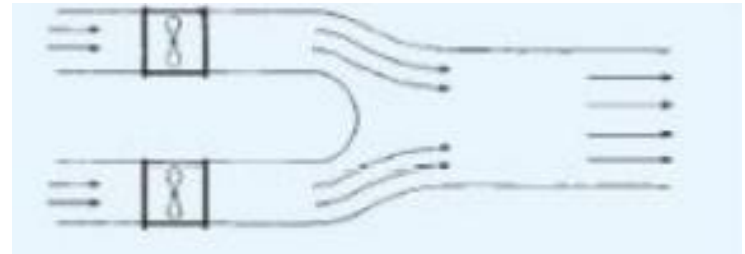
# Acoplamiento en paralelo

Este tipo de acoplamiento consiste en aspirar aire de un mismo lugar y descargarlo hacia un mismo sentido en la canalización, uniendo luego sus caudales. Las presiones son las mismas en todo momento.

$$Q(\text{acoplado}) = Q1 + Q2$$

$$P(\text{acoplado}) = P1 = P2$$

La curva característica resultante de las de los aparatos acoplados se halla sumando los caudales correspondientes a cada presión. Para cada valor de  $P$ , el valor de  $Q$  se obtiene supando los caudales de los ventiladores acoplados  $q1$  y  $q2$ .



# CASOS DE APLICACION

# Casos de aplicación

## SOLDADURA



- El humo de la soldadura contiene contaminantes tan pequeños que al ser aspirados que pueden dañar las vías respiratorias.
- Se utiliza sistema de ventilación localizada.

# Casos de aplicación

- **PINTURA**

En el caso de la pintura toma mayor importancia un sistema de ventilación cuando el proceso de pintado se lleve a cabo en cabinas de pintura. EJ: Autos.

- **LIJADO**

Polvos que se transportan por el aire

- **ASERRADO**

El polvo de aserrín es considerado como una sustancia química peligrosa

# CASOS ESPECIALES

## TUNELES

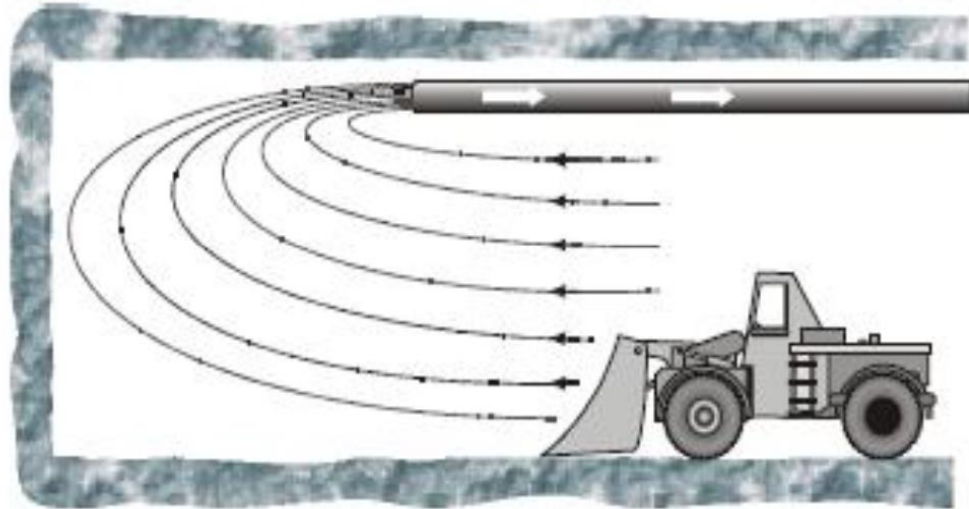
2 etapas donde debe utilizarse ventilación.

- Fase CONSTRUCCION
- Fase FUNCIONAMIENTO

# TUNELES – Construcción

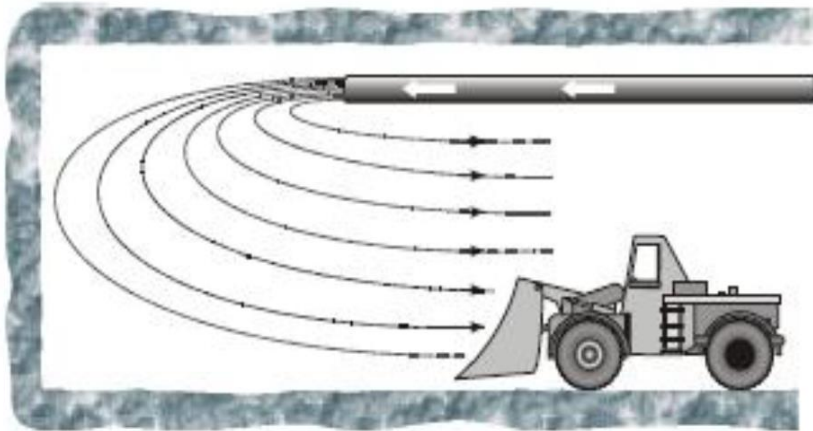
En esta etapa podemos encontrar 3 tipos de ventilación

## ASPIRANTE

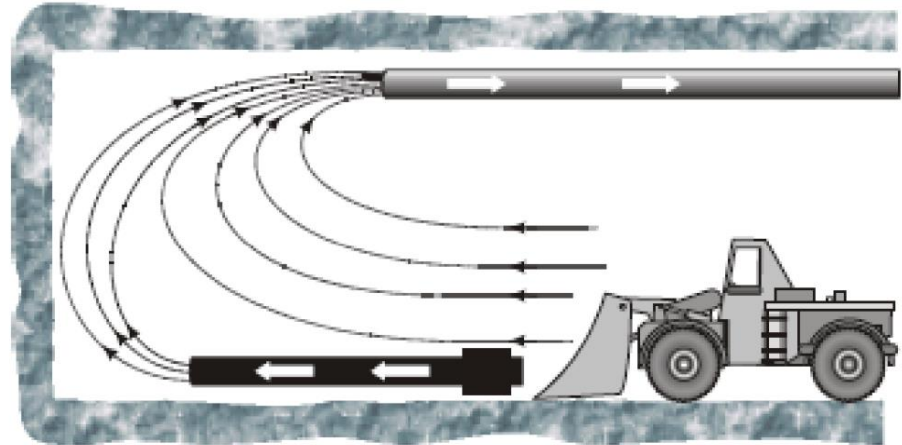


# TUNELES – Construcción

SOPLANTE



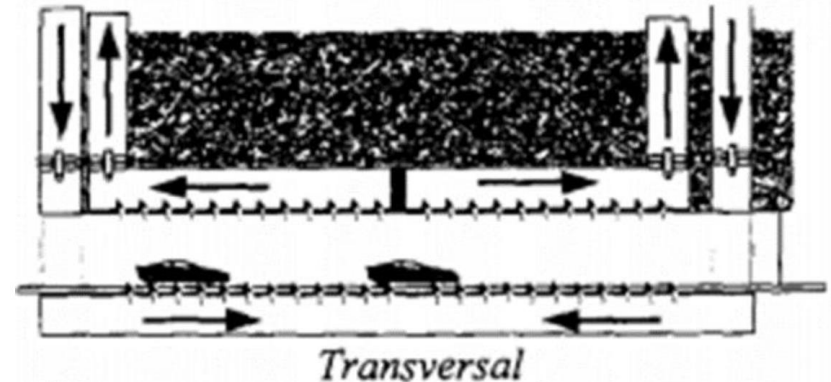
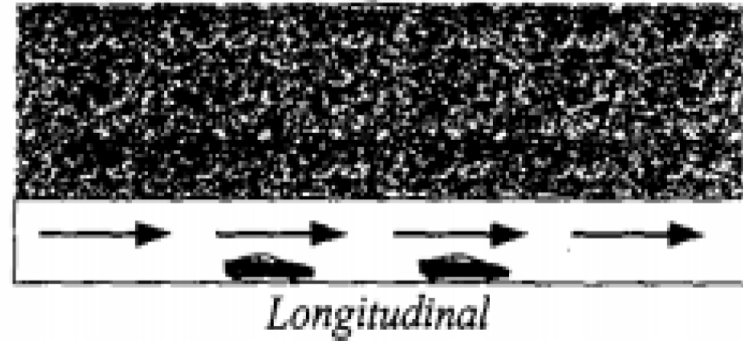
MIXTA



# TUNELES – Funcionamiento

En esta etapa también podemos encontrar 3 tipos de ventilación

- NATURAL
- LONGITUDINAL
- TRANSVERSAL





# CASOS ESPECIALES

## ESTACIONAMIENTOS

Se busca evitar la concentración de monóxido de carbono u otros gases emitidos por los automóviles a niveles mínimos, ayudando a expulsar los gases y humos en caso de incendio.

Hay estacionamientos cubiertos o subterráneos y los no cubiertos

Debido a eso existen diferentes tipos de ventilación.

# NATURAL

Funciona de manera natural

# MECANICA

Impulsión, extracción, mixta

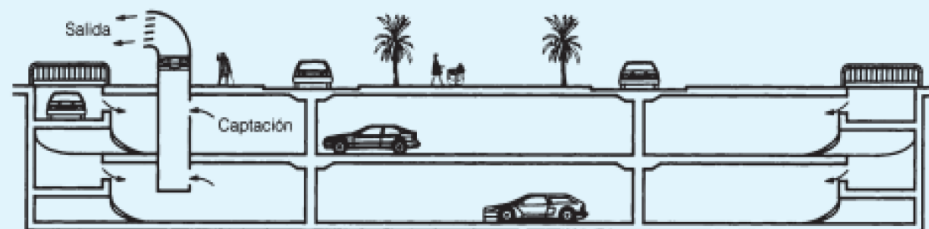


Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5

# ELEMENTOS DE PROTECCION



Aparato con mascarilla antipolvo

Aparato con cartucho semifacial



Máscara antigás con tanque de oxígeno





# DISPOSICIONES FRENTE COVID-19

# VENTILADORES

- NO son recomendables ya que pueden ser fuente de dispersión. Utilizarlos a la menor velocidad posible y complementarlo con ventilación cruzada.
- Mantener la máxima aportación posible de aire exterior en los locales
- Iniciar la ventilación dos horas antes de la apertura del local y mantenerla en funcionamiento una hora después de cerrarlo
- Unidades de Tratamiento del Aire, pueden ayudar a mantener los aerosoles en el ambiente, evitando que precipiten por gravedad y recirculándolos. Trabajar exclusivamente con aire exterior

# Conclusión