



CAPITULO 4

Claves y conceptos de la ventilación localizada



ÍNDICE

4.1. Captación localizada	3
4.2. Elementos de una captación localizada	4
4.3. Principios de diseño de la captación	7
4.4. Casos de ventilación industrial localizada	11
4.5. Cocinas domésticas	13
4.6. Ventilación de cocinas industriales	17



4. VENTILACIÓN LOCALIZADA

4.1 CAPTACIÓN LOCALIZADA

Cuando en un local se originan gases, olores y polvo, aplicar al mismo los principios de la ventilación general expuestos en las hojas anteriores, puede originar algunas problemáticas concretas como una instalación poco económica y en algunos casos poco efectiva debido a los grandes volúmenes de aire a vehicular, la importante repercusión energética en locales con calefacción e incluso la extensión a todo el recinto de un problema que inicialmente estaba localizado. **(Fig. 4.1).**

En consecuencia, siempre que ello sea posible, lo mejor es solucionar el problema de contaminación en el mismo punto donde se produce mediante la captación de los contaminantes lo más cerca posible de su fuente de emisión, antes de que se dispersen por la atmósfera del recinto y sea respirado por los operarios.

Las aspiraciones localizadas pretenden mantener las sustancias molestas o nocivas en el nivel más bajo posible, evacuando directamente los contaminantes antes de que éstos sean diluidos.

Una de las principales ventajas de estos sistemas es el uso de menores caudales que los sistemas de ventilación general, lo que repercute en unos menores costes de inversión, funcionamiento y calefacción.

Por último la ventilación por captación localizada debe ser prioritaria ante cualquier otra alternativa y en especial cuando se emitan productos tóxicos en cantidades importantes.

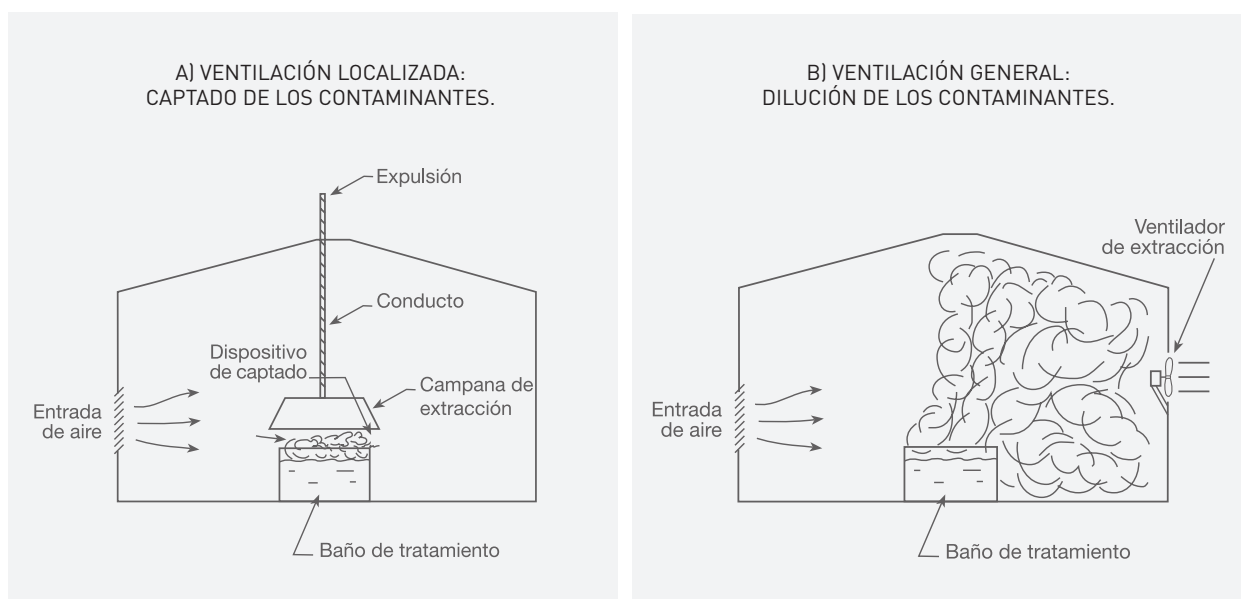


Fig. 4.1: Los dos grandes tipos de ventilación.



4.2 ELEMENTOS DE UNA CAPTACIÓN LOCALIZADA

En una captación localizada serán necesarios los elementos siguientes:

- Sistema de captación.
- Canalización de transporte del contaminante.
- Sistema separador (en determinadas instalaciones).

> Sistema de captación

El dispositivo de captación, que en muchos casos suele denominarse campana, tiene por objeto evitar que el contaminante se esparza por el resto del local, siendo este elemento la parte más importante de la instalación ya que una mala concepción de este dispositivo puede impedir al sistema captar correctamente los contaminantes o llevar, para compensar esta mala elección inicial, a la utilización de caudales, coste de funcionamiento y de instalación excesivos.

Este dispositivo puede adoptar diversas formas, tal como se observa en la **Fig. 4.2**.

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. 4.2: Tipos de campanas

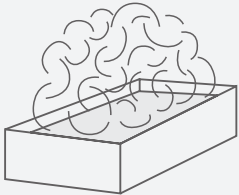
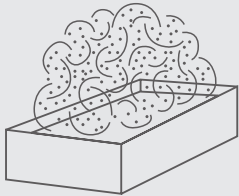


Para que el dispositivo de captación sea efectivo, deberán asegurarse unas velocidades mínimas de captación.

Esta velocidad se define como:

“La velocidad que debe tener el aire para arrastrar los vapores, gases, humos y polvo en el punto más distante de la campana.”

Estas velocidades se observan en la **tabla 4.1**.

	Características de la fuente de contaminación	Ejemplos	Velocidad de captación m/s
 <p>Únicamente gases y vapores</p>	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
	Generación activa en zonas de movimiento rápido del aire.	Cabinas de pintura.	1 - 2,5
 <p>Con partículas sólidas en suspensión</p>	Generación activa en zonas de movimiento rápido del aire.	Trituradoras.	1 - 2,5
	Desprendimiento a alta velocidad en zonas de muy rápido movimiento del aire.	Esmerilado. Rectificado.	2,5 - 10

Se adoptarán valores en la zona inferior o superior de cada intervalo según los siguientes criterios:

Inferior

1. Pocas corrientes de aire en el local.
2. Contaminantes de baja toxicidad.
3. Intermitencia de las operaciones.
4. Campanas grandes y caudales elevados.

Superior

1. Corrientes turbulentas en el local.
2. Contaminantes de alta toxicidad.
3. Operaciones continuas.
4. Campanas de pequeño tamaño.

Tabla 4.1: Velocidades de captación.



> Canalización de transporte

Una vez efectuada la captación y para asegurar el transporte del aire contaminado, es necesario que la velocidad de éste esté dentro de la canalización impida la sedimentación de las partículas sólidas que se encuentran en suspensión.

Así el dimensionado del conducto se efectuará según sea el tipo de materiales que se encuentren en suspensión en el aire, tal como puede verse en la **tabla 4.2**.

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 o transporte neumático húmedo

Tabla 4.2: Gama de los valores mínimos de las velocidades de transporte de aire contaminado en las conducciones.



4.3 PRINCIPIOS DE DISEÑO DE LA CAPTACIÓN

El rendimiento de una extracción localizada depende, en gran parte, del diseño del elemento de captación o campana. Se indican a continuación un conjunto de reglas para el diseño de los mismos:

> Colocar los dispositivos de captado lo más cerca posible de la zona de emisión de los contaminantes

La eficacia de los dispositivos de aspiración disminuye muy rápidamente con la distancia. Así, por ejemplo si para captar un determinado contaminante a una distancia L se necesita un caudal de $100 \text{ m}^3/\text{h}$, si la distancia de captación es el doble ($2L$) se requiere un caudal cuatro veces superior al inicial para lograr el mismo efecto de aspiración de dicho contaminante (Fig. 4.3).

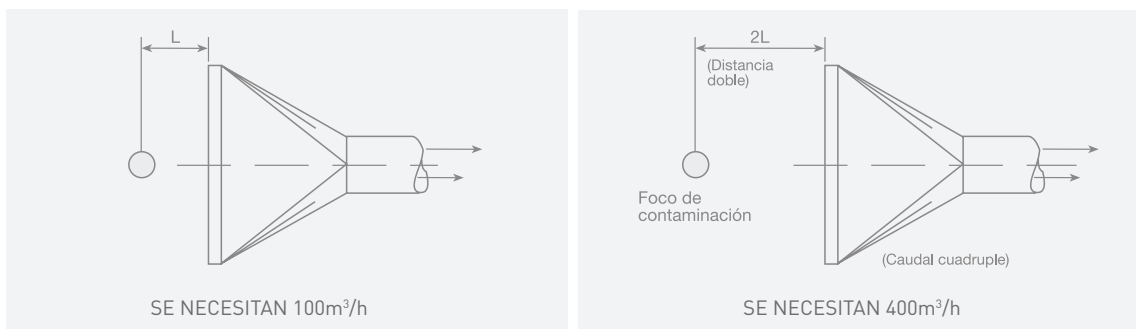


Fig. 4.3

Según lo anterior, la mejor situación de una campana extractora será la que consiga la mínima distancia entre aquella y el borde más alejado que emita gases o vapores (Fig. 4.4).

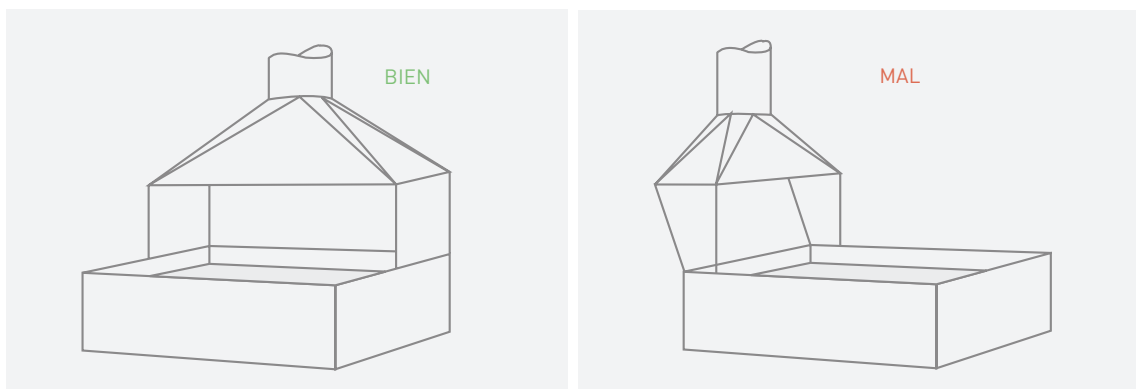


Fig. 4.4



> Encerrar la operación tanto como sea posible

Cuanto más encerrado esté el foco contaminante, menor será la cantidad de aire necesario para evacuar los gases (**Fig. 4.5**).

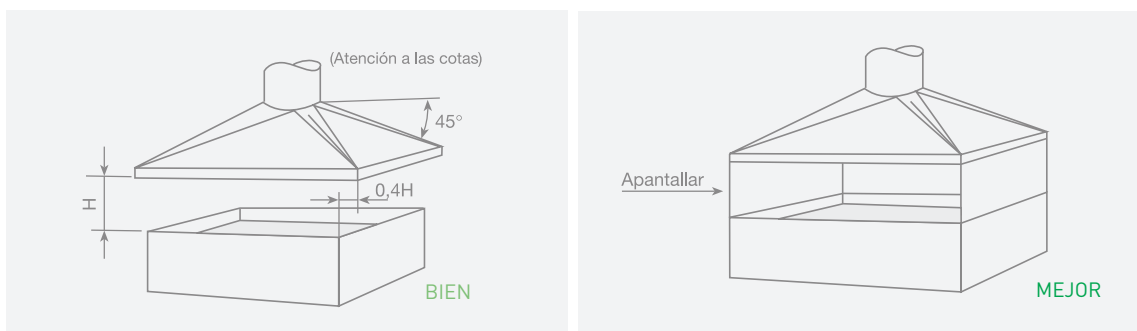


Fig. 4.5

> Instalar el sistema de aspiración para que el operario no quede entre éste y la fuente de contaminación

Las vías respiratorias del trabajador jamás deben encontrarse en el trayecto del contaminante hacia el punto de aspiración (**Fig. 4.6**).

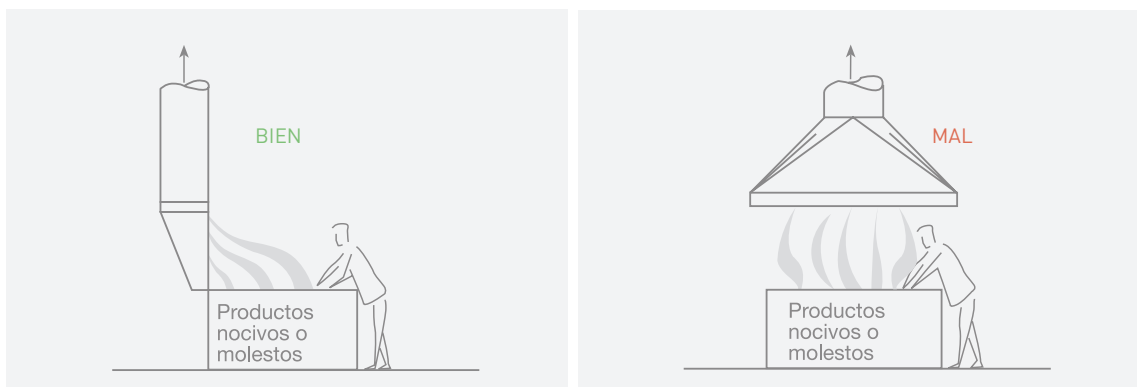


Fig. 4.6

> Situar los sistemas de captado utilizando los movimientos naturales de las partículas

Se efectuará la extracción de manera que se utilicen las mismas fuerzas de inercia para ayudarnos en la captación de las partículas (**Fig. 4.7**).

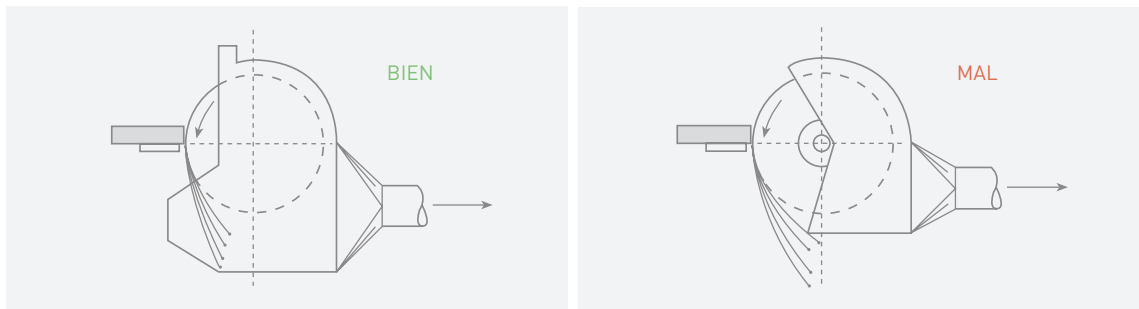


Fig. 4.7

> Enmarcar las boquillas de extracción

Siempre que sea posible, enmarcar las boquillas de extracción reduce considerablemente el caudal de aire necesario (Fig. 4.8).

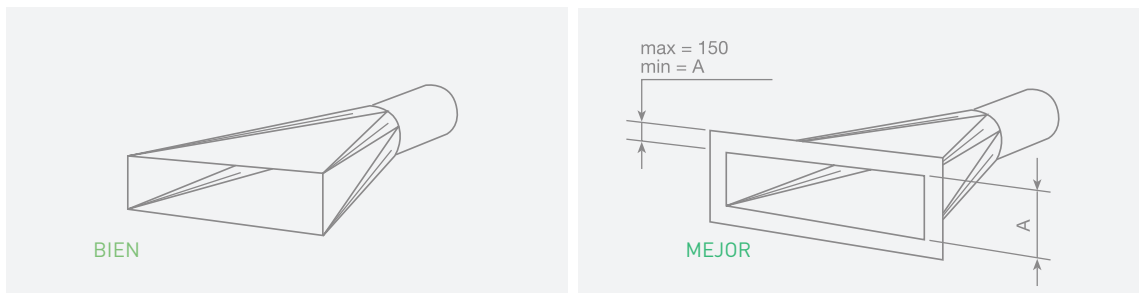


Fig. 4.8

Si no se coloca el enmarcado, la boquilla o campana, además de extraer el aire que está frente a ella y que se supone que está contaminado, se aspira también aire de encima y de los lados con lo que se pierde eficacia. En una boquilla enmarcada la zona de influencia de la misma es mayor que si no se coloca este elemento, tal como se observa en la (Fig. 4.9.)

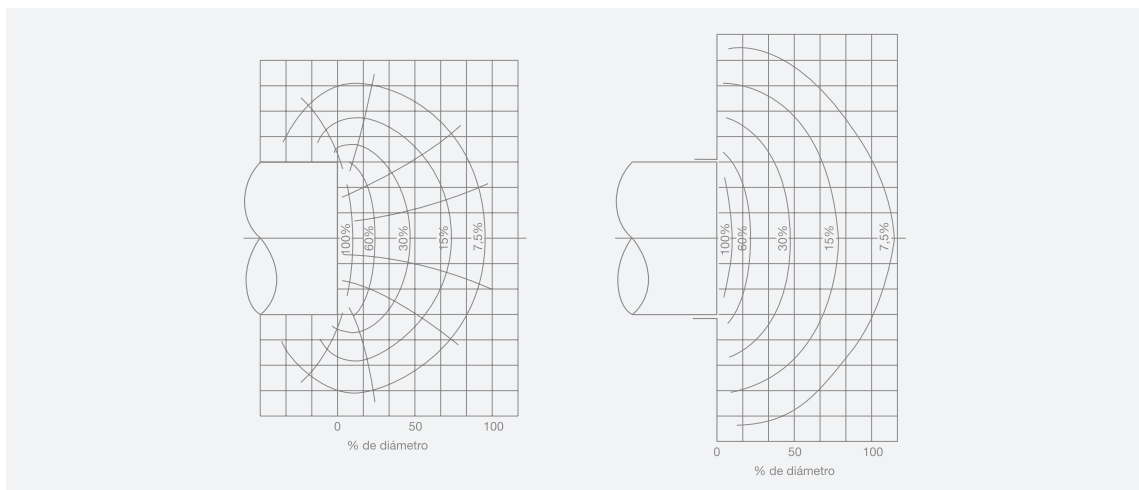


Fig. 4.9



> Repartir uniformemente la aspiración a nivel de la zona de captado

El caudal aspirado debe repartirse lo más uniformemente posible, de manera que se eviten las fugas de aire contaminado en aquellas zonas donde la velocidad de aspiración pudiese ser más débil. **Fig.4.10.**

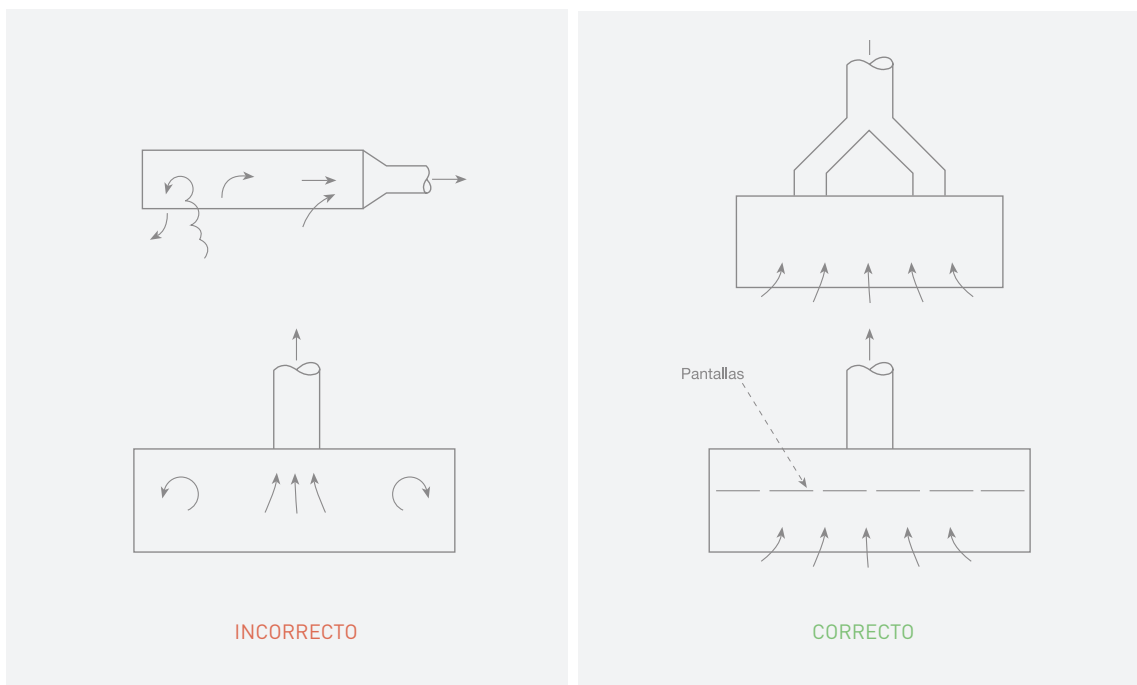
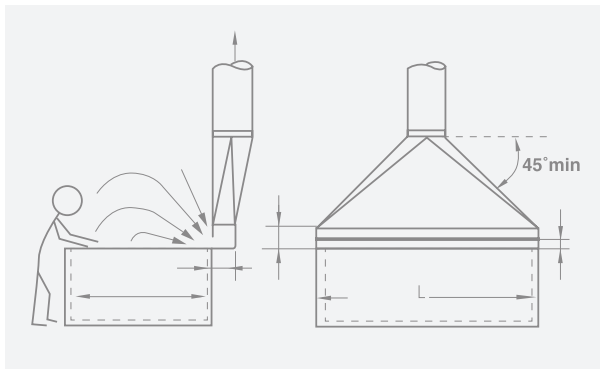


Fig. 4.10



4.4 CASOS DE VENTILACIÓN INDUSTRIAL LOCALIZADA



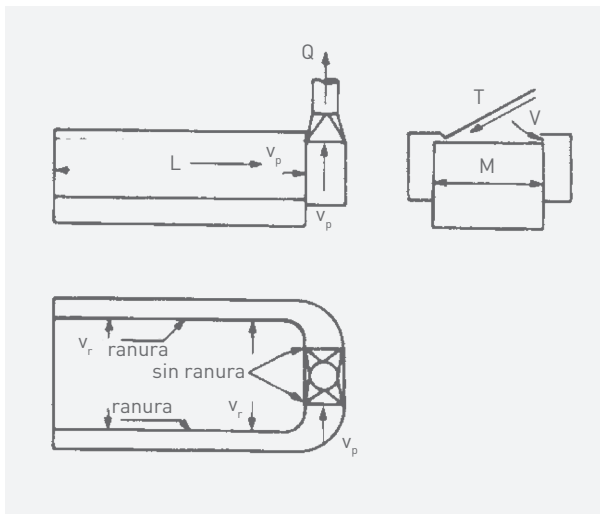
TANQUES PARA RECUBRIMIENTOS ELECTROLÍTICOS

El caudal necesario: $Q(\text{m}^3/\text{h}) = K \cdot L \cdot M$

$K =$ de 1.000 a 10.000, usualmente de 3.000 a 5.000 L, M en metros (m)

La velocidad de aire en la ranura: $v_r > 10 \text{ m/s}$

Con esta captación se mantiene alejado el contaminante de la zona de respiración del operario.



DESENGRASADO CON DISOLVENTES

$Q(\text{m}^3/\text{h}) = 920 L \cdot M$ L, M (m)

Velocidad máx. ranura: $v_r = 5 \text{ m/s}$

Vel. máx. plenum: $v_p = 2,5 \text{ m/s}$

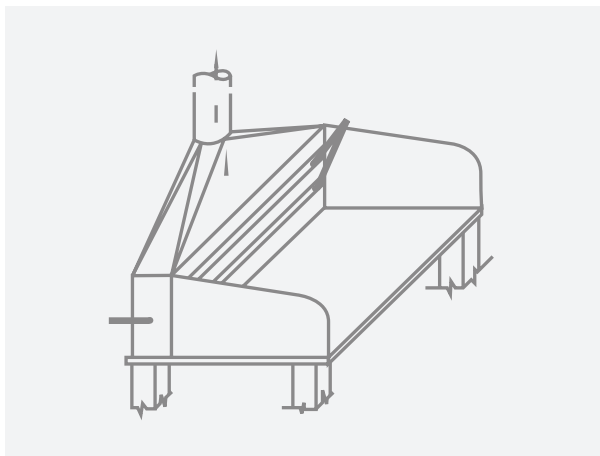
Vel. conducto: $v_c = 12 \text{ a } 15 \text{ m/s}$

Pérdidas entrada: $1,8 P_d$ ranura = $0,25 P_d$

La tapa T debe cerrarse cuando no se usa.

Debe preverse un conductor separado para la evacuación de los productos de la combustión, si los hubiere.

Para el trabajo es necesario un suministro directo de aire para la respiración.



VENTILACIÓN PARA SOLDADURA SOBRE BANCO FIJO

$Q = 2.000 \text{ m}^3/\text{h}$ por m de campana

Longitud campana: La que requiera el trabajo a realizar.

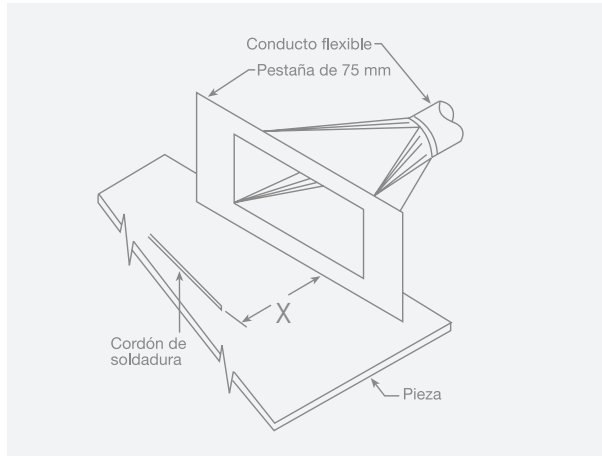
Ancho banco: 0,6 m máximo.

Velocidad conducto: $v_c = 12 \text{ m/s}$

Vel. en las ranuras: $v_r = 5 \text{ m/s}$

Pérdidas entr.: $= 1,8 P_d$ (ranura) = $0,25 P_d$ (conducto)

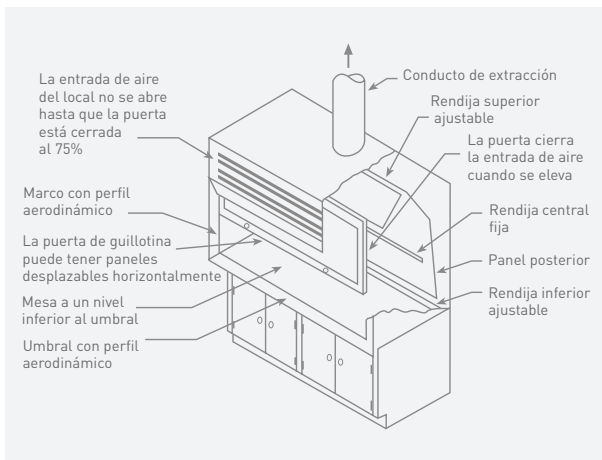
Velocidad máxima de la cámara V igual a la mitad de la velocidad V igual a la mitad de la velocidad.



EXTRACCIÓN LOCALIZADA PORTÁTIL PARA SOLDADURA

X, mm	Conducto simple m ³ /s	Con pestaña o pieza cónica m ³ /s
Hasta 150	0,16	0,12
150-225	0,35	0,26
225-300	0,63	0,47

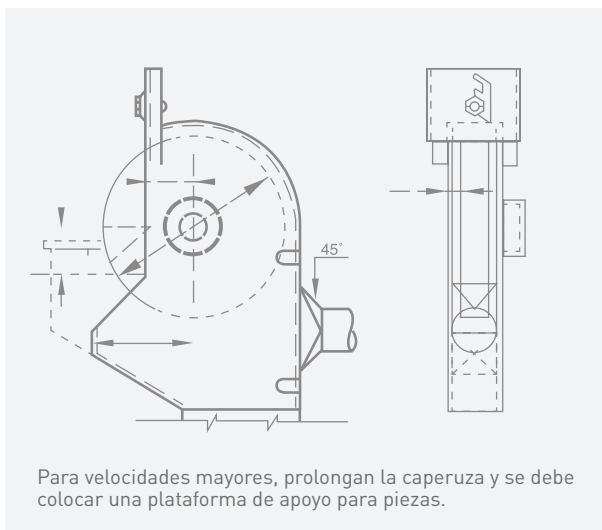
- Velocidad en la cara abierta = 7,5 m/s
- Velocidad en conducto = 15 m/s
- Pérdida en la entrada conducto simple = 0,93 PD_{conducto}
- Pérdida en la entrada con pantalla o cono = 0,25 PD_{conducto}



CABINA DE LABORATORIO

CABINA CON PUERTA DE GUILLOTINA Y MARCO DE PERFIL AERODINÁMICO

- $Q = 0,3 - 0,76 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ de superficie total abierta en función de la eficacia de la distribución del aire aportado al local
- Pérdida en la entrada = 0,5 PD
- Velocidad en conducto = 5 - 10 m/s según uso



CAPTACIÓN DE POLVOS CAMPANA PARA MUOLA DE DISCO

		Velocidad amolado m/s			
		Menos 35		Más 35	
Diám. disco mm	Ancho disco mm	Bien cerrada	Poco cerrada	Especial	Bien cerrada
Hasta 125	25	375	375	375	650
125-250	38	375	500	650	1050
250-350	50	500	850	850	1250
350-400	50	650	1050	1050	1500
400-500	75	850	1250	1250	1750
500-600	100	1050	1500	1500	2050
600-750	125	1500	2000	200	2650
750-900	150	2000	2650	2650	3350

Caperuza bien cerrada = Máx. 25% disco descubierto.

Vel. mín. $vc = 23 \text{ m/s raml}$ $v = 18 \text{ m/s cond. pral.}$

Pérdida de entrada: $n = 0,65$ conex. recta
 $n = 0,40$ conex. cónica



4.5 COCINAS DOMÉSTICAS

> Normativa

3. Diseño

3.1.1 Condiciones generales de los sistemas de ventilación.

3.1.1 Viviendas

> 3 Las cocinas deben disponer de un sistema adicional específico de ventilación con extracción mecánica para los vapores y los contaminantes de la cocción. Para ello debe disponerse de un extractor conectado a un conducto de extracción independiente de los de la ventilación general de la vivienda que no puede utilizarse para la extracción de los locales de otro uso. Cuando este conducto sea compartido por varios extractores, cada uno de éstos debe estar dotado de una válvula automática que mantenga abierta su conexión con el conducto sólo cuando esté funcionando o de cualquier otro sistema antirevoco.

Las cocinas son un caso típico de aplicación de la ventilación localizada: captar el aire cargado de gases, humos, grasas y calor, encima mismo de los fogones donde se produce, filtrarlo y conducirlo hasta la descarga.

> Diseño

El caudal de aire necesario que debe extraer la campana es el capaz de arrastrar y diluir los polucionantes desprendidos. Este caudal debe ser el mínimo posible por razones de economía de energía.

Es importante también conseguir un equilibrio entre el aire extraído de la cocina con el impulsado a ella a través de los locales adyacentes o directamente del exterior, de modo que la cocina quede en una ligera depresión.

Se trata de evitar que el aire contaminado que no capte la campana se difunda por el piso, invadiendo con sus olores indeseables las otras estancias de la casa.

El aire necesario será tanto menor cuanto mejor la campana abrace, cubra de cerca, los focos de la producción contaminante. Una campana baja, es mucho mejor que una campana a una altura suficiente para permitir pasar la cabeza del cocinero/a.



> Campanas compactas

Son campanas que llevan filtro, luz grupo de extracción y mandos, formando un conjunto listo para instalar.

Pueden conectarse de manera que descarguen el aire viciado al exterior mediante el conducto correspondiente, o bien para que recirculen el aire captado, y previa instalación de un filtro de carbono, en aquellas instalaciones que no dispongan de salida al exterior. **Fig. 4.11.**



Fig. 4.11

> Campanas vacías

Son las que tienen, la forma de campana y que pueden alojar en su interior una masa de aire contaminado. Permiten instalar un extractor de aire de libre elección del usuario. Así pueden elegir entre diversos modelos de alta o baja presión, de caudal mayor o menor y de forma de sujeción a voluntad. En los catálogos de S&P existen modelos que pueden escogerse según el grado de aspiración que se desee.

Para instalar dentro de la campana pueden usarse extractores de las Series CK o CKB-N; para instalar en el conducto de descarga, fuera de la campana y antes del final, aparatos de la Serie TD-MIXVENT y, por último, para colocar al extremo del conducto, en el tejado, las series TH-MIXVENT o MAX-TEMP.

Para las campanas adosadas a las paredes utilizadas en las cocinas domésticas, el caudal necesario para la extracción correcta de los humos viene dado en la **tabla 4.3** dependiendo del valor de la anchura de la campana L.

Para el caso de campanas tipo «isla», es decir con acceso a los fogones por los cuatro costados, el caudal de extracción debe escogerse según la **tabla 4.4**.



TABLA ORIENTATIVA PARA LA ELECCIÓN DEL EXTRACTOR O CAMPANA DE COCINA MÁS ADECUADOS. COCINAS CON CAMPANAS ADOSADAS A LA PARED.

Longitud área de cocción (cota L)	Caudal aconsejado (m³/h)	Modelo de extractor SP según longitud del conducto de salida		
		0 a 5 m	5 a 15 m	más de 15 m
Hasta 60cm	200-300	CK-25N TD-250 Campana de 60 cm con 1 motor	CK-35N CK-40 y CK-40F TD-350 Campana de 60 cm con 2 motores o motor tangencial	CK-40 y CK-40F CK-50 y ECO-500 TD-500 Campana de 60 cm con motor tangencial
Hasta 90 cm	300-600	CK-35N CK-40 y CK-40F CK-50 y ECO-500 TD-350, TD-500 Campana de 90 cm con 2 motores o motor tangencial	CK-40 y CK-40F CK-50 y ECO-500 CK-60F TD-500 Campana de 90 cm con 2 motores o motor tangencial	CK-50 y ECO-500 CK-60F TD-800 Campana de 90 cm con motor tangencial

Tabla 4.3

TABLA ORIENTATIVA PARA LA ELECCIÓN DEL EXTRACTOR O CAMPANA DE COCINA MÁS ADECUADOS. COCINAS CON CAMPANAS TIPO ISLA.

Longitud área de cocción (cota L)	Caudal aconsejado (m³/h)	Modelo de extractor SP según longitud del conducto de salida		
		0 a 5 m	5 a 15 m	más de 15 m
Hasta 60cm	300-450	CK-40 y CK-40F CK-50 y ECO-500 CK-50 TD-500 Campanas tipo isla de 90 cm	CK-60F TD-500 Campanas tipo isla de 90 cm	CKB-800 N TD-800 Campanas tipo isla de 90 cm
Hasta 90 cm	450-900	CK-50 y ECO-500 CK-60F TD-500 Campanas tipo isla de 120 cm	CK-60F CKB-800 TD-800 Campanas tipo isla de 120cm	CKB-1500 N TD-1000 Campanas tipo isla de 120cm

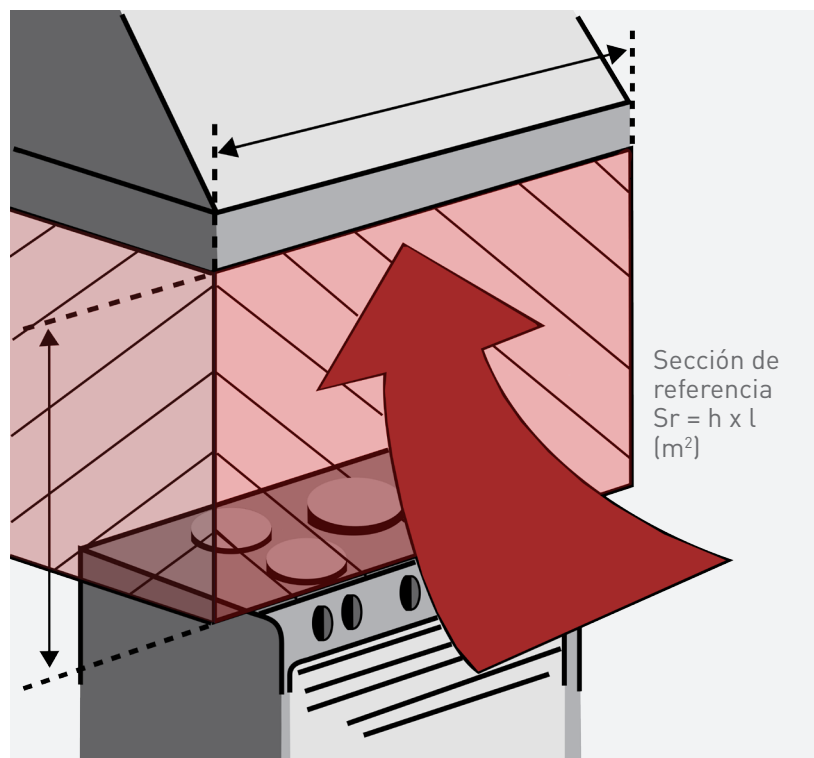
Tabla 4.4



El caudal necesario depende de la anchura de la campana y la distancia entre la campana y la fuente. En esta sección así definida, llamada **sección de referencia**, la velocidad de captación debe ser:

COCINA DOMÉSTICA: 0,15 a 0,20 m/s

Cuando la campana es de tipo "isla", es decir, no adosada a ninguna pared, hay que doblar este caudal.



$$\text{caudal} = 3600 \times V \times S_r$$



4.6 VENTILACIÓN DE COCINAS INDUSTRIALES

> Normativa

El CTE contempla en su documento **DB SI 1 Propagación** interior algunas de las condiciones que han de reunir este tipo de instalaciones.

Si bien no se define con claridad, se estima que una cocina se considera como industrial cuando su potencia calorífica instalada supera los 20 Kw, ya que a partir de esta potencia, conforme a la **tabla 4.5 Clasificación de los locales y zonas de riesgo especial integrados en edificios**, se considera ya como de Riesgo bajo.

Además;

Los sistemas de extracción de los humos de las cocinas deben cumplir las siguientes condiciones especiales:

- Las campanas deben estar separadas al menos 50 cm de cualquier material que no sea A1.
- Los conductos deben ser independientes de toda extracción o ventilación y exclusivos para cada cocina. Deben disponerse de registros para inspección y limpieza en los cambios de dirección con ángulos mayores de 30° y cada 3m como máximo de tramo horizontal. Los conductos que discurran por el interior del edificio, así como los que discurran por fachadas a menos de 1,50 m de distancia de zonas de la misma que no sean al menos EI30 o de balcones, terrazas o huecos practicables tendrán una clasificación EI30.
- No deben existir compuertas cortafuegos en el interior de este tipo de conductos, por lo que su paso a través de elementos de compartimentación de sectores de incendio se debe resolver de la forma que se indica en el apartado 3 de esta sección.
- Los filtros deben estar separados de los focos de calor más de 1,20 m si son de tipo parrilla o a gas, y más de 0,50 m si son de otros tipos. Deben ser fácilmente accesibles y desmontables para su limpieza, tener una inclinación mayor que 45° y poseer una bandeja de recogida de grasas que conduzca éstas hasta un recipiente cerrado cuya capacidad debe ser menor que 3 l.
- Los ventiladores cumplirán las especificaciones de la **norma UNE-EN 12101- 3 2002** "Especificaciones para aireadores extractores de humos y calor mecánicos" y tendrán una clasificación F400 90.



Por otro lado, en España existe la **norma UNE 100-165-92**, de aplicación a cocinas de tipo comercial, que establece una serie de puntos de los que entresacamos los siguientes:

Clasificación de los locales y zonas de riesgo especial integrados en edificios			
Uso previsto del edificio o establecimiento	Tamaño del local o zona S = superficie contruida V = volumen construido		
	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
Cocinas según potencia instalada $P^{(1)/(2)}$	$20 < P \leq 30 \text{ kW}$	$30 < P \leq 50 \text{ kW}$	$P > 50 \text{ kW}$

Tabla 4.5

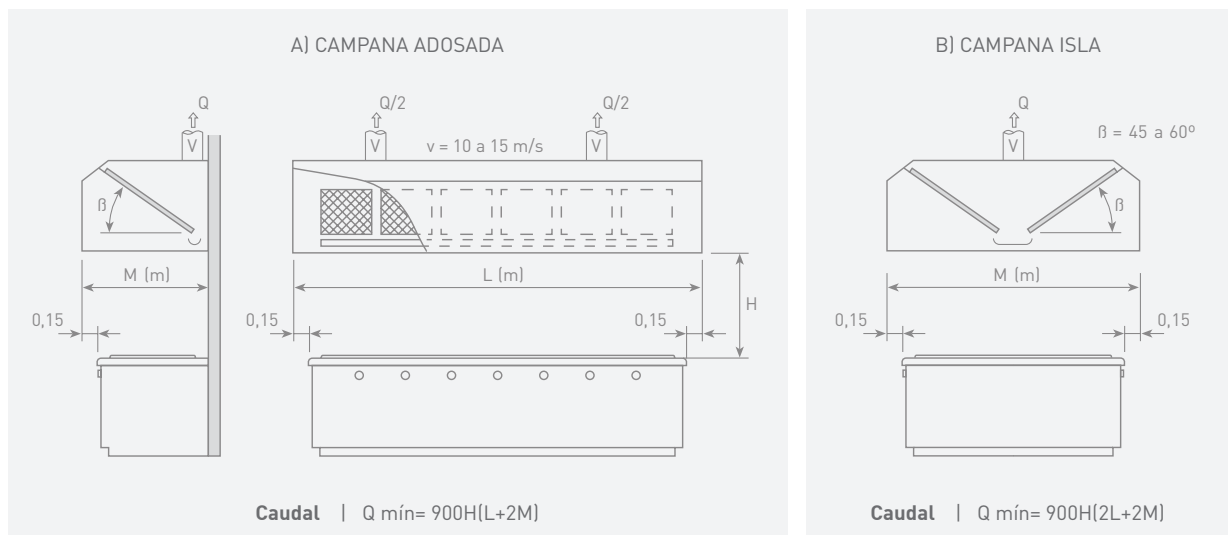


Fig. 4.12

- El borde de la campana estará a 2 m sobre el nivel del suelo (salvando justo la cabeza del cocinero) y sobresaldrá 0,15 m por sus lados accesibles de la planta de cocción.
- Los filtros metálicos de retención de grasas y aceites tendrán una eficacia mínima del 90%. Estarán inclinados de 45° a 60° sobre la horizontal y la velocidad de paso del aire será de 0,8 a 1,2 m/s con pérdidas de carga de 10/40 Pa a filtro limpio/sucio.



- La ventilación general de la cocina debe ser de **10 l/s·m²**.
- La depresión de la cocina respecto a locales adyacentes no debe ser superior a 5 Pa.
- La temperatura del aire exterior a introducir en las cocinas no debe ser inferior a 14°C en invierno y superior a 28°C en verano.

Otros aspectos de la norma contemplan materiales y el diseño de conductos de descarga y la necesaria facilidad de inspección y mantenimiento.

> Cálculo práctico del caudal

La norma UNE citada anteriormente da unas fórmulas para proceder al cálculo del caudal necesario para una correcta evacuación de los humos y vapores generados. Sin embargo, de forma genérica se vienen utilizando las fórmulas indicadas en la **fig. 4.12.a** para campanas adosadas a la pared con tres lados abiertos; y en la **fig. 4.12.b** para campanas tipo isla, de cuatro costados abiertos.

En todo caso el caudal no será inferior a una velocidad de paso de **0.25 m/s** en la superficie tendida entre el borde de la campana y el plano de cocción en todo su perímetro abierto.

> Filtros

Los filtros, que actúan además como paneles de condensación de vapores, deberán ser preferiblemente metálicos, compuestos de varias capas de mallas con densidades crecientes para retener mejor las grasas en suspensión.

La superficie total debe calcularse:

$$S[M^2] = \frac{Q}{4.000}$$

(resultando velocidad de aire de aprox. 1 m/s) siendo conveniente repartirla entre dos o más paneles, fácilmente extraíbles y de dimensiones aptas para ser colocados en lavavajillas y someterlos a un lavado cómodo con agua caliente y detergentes.

El borde inferior de los filtros debe evacuar a un canalón recogedor de condensaciones y líquidos grasos, que pueda ser fácilmente vaciable o ser conducido a un depósito a propósito.

La norma dice que este depósito no debe ser superior a 3 litros de capacidad.



> Campanas

Las cocinas industriales de restaurantes, hoteles, hospitales, fábricas, etc... mueven grandes masas de aire para poder controlar los contaminantes y por ello tiene mucha mayor importancia su diseño y cálculo.

Si las consideramos simples, es decir, si consideramos que su caudal es tomado del interior de la cocina y expulsado al exterior, prescindiendo del ahorro de energía de calefacción, uso frecuente en países de clima benigno con operaciones a ventanas abiertas, el cálculo, según las dimensiones indicadas en los dibujos, se contiene en cada tipo de la **fig. 4.12**.

Se desaconsejan totalmente las campanas de recirculación, para aplicaciones industriales.

En zonas con épocas invernales frías, las campanas de cocina industriales deben diseñarse siempre con aportación de aire primario exterior para evitar perder gran cantidad de aire ya calentado.

Por otra parte resultan también intolerables las corrientes de aire frío que inciden por la espalda a los cocineros ocupados en su labor debajo de las campanas.

Un esquema muy corriente de campana con aportación de aire primario exterior es el de la **fig. 4.13**. El caudal de aire primario Q_p puede ser regulado por medio de compuertas accionables a mano, permitiendo en todo momento decidir la proporción idónea de la mezcla a extraer. Existen muchas variantes de campanas en el mercado que resuelven el problema de forma original, muchas veces protegida por patentes.

En grandes cocinas todo el techo del local está tratado como si fuera una campana de extracción continua.

Combinan las entradas de aire primario con los caudales de extracción, el control de las condensaciones y líquidos grasos y los puntos de iluminación. Son sistemas de extracción que permiten cocinar en cualquier punto del local y repartir los fogones, las freidoras, los hornos, etc... sin tener en cuenta su ubicación más que por la logística del trabajo y no por situar los cocinados debajo de las áreas de extracción, ya que todo el techo es aspiración.

El dibujo de la **fig. 4.14** ilustra un sistema de este tipo.

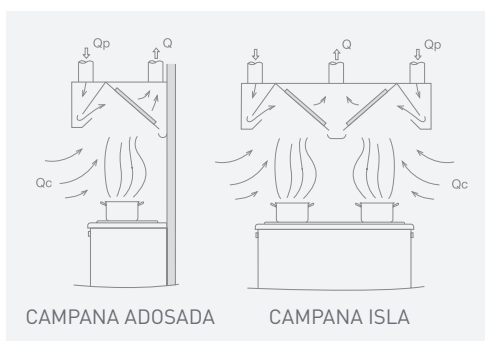


Fig. 4.13

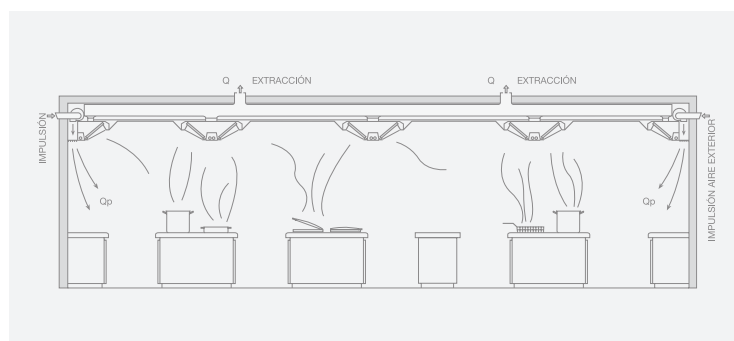


Fig. 4.14

