

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE GASES PARA UN  
ASADOR DE POLLOS”**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
MECÁNICO**

**ANDRES ROBERTO ORTEGA ESPÍN**  
r83b@hotmail.com

**DIRECTOR: ING. JAIME VARGAS**  
jaime.vargas@epn.edu.ec

**QUITO, AGOSTO 2008**

## **DECLARACIÓN**

Yo, Andrés Roberto Ortega Espín, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente

---

Andrés Roberto Ortega Espín

## **CERTIFICACIÓN**

Nosotros, Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por Andrés Roberto Ortega Espín, bajo nuestra supervisión.

---

Ing. Adrián Peña  
COLABORADOR

---

Ing. Jaime Vargas  
DIRECTOR DEL PROYECTO

## **AGRADECIMIENTO**

Mi más sincero agradecimiento a la Escuela Politécnica Nacional, y en especial a la Facultad de Ingeniería Mecánica por brindarme la oportunidad de adquirir el conocimiento necesario para beneficio de los demás.

De manera especial agradezco al Ing. Jaime Vargas, Director del presente trabajo y al Ing. Adrian Peña, Colaborador del mismo, que han contribuido activamente aportando sus experiencias y opiniones en el presente proyecto.

## **DEDICATORIA**

A mis padres,  
hermano y amigos

## ÍNDICE GENERAL

### CAPÍTULO 1

#### ASADORES DE POLLOS

1.1	ASADORES DE POLLOS.....	2
1.2	ELEMENTOS DE UN ASADOR DE POLLOS .....	2
1.2.1	CÁMARA DE COCCIÓN.....	3
1.2.2	FUENTE DE CALOR.....	4
1.2.3	MOTOR.....	4
1.2.4	VARILLAS GIRATORIAS .....	5
1.2.5	PANEL DE CONTROL.....	5
1.3	TIPOS DE ASADORES DE POLLOS .....	5
1.3.1	ASADORES ELÉCTRICOS.....	6
1.3.2	ASADORES A GAS.....	7
1.3.3	ASADORES QUE EMPLEAN COMBUSTIBLES SÓLIDOS.....	8
1.4	SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE GASES.....	9
1.4.1	ELEMENTOS DEL SISTEMA DE EXTRACCION DE GASES .....	11
1.4.1.1	<i>Campana.....</i>	<i>11</i>
1.4.1.2	<i>Ducto Principal.....</i>	<i>18</i>
1.4.1.3	<i>Dispositivo de Remoción de Grasa .....</i>	<i>23</i>
1.4.1.4	<i>Dispositivo de Control para VOCs .....</i>	<i>28</i>
1.4.1.5	<i>Equipo de Extracción de Aire .....</i>	<i>32</i>

### CAPÍTULO 2

#### ESTABLECIMIENTO DE COMERCIO BÁSICO:RESTAURANTE

2.1	ANÁLISIS DEL RESTAURANTE .....	34
2.1.1	UBICACIÓN DEL RESTAURANTE.....	34
2.1.2	DISTRIBUCIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DEL RESTAURANTE .....	36
2.1.2.1	<i>Área de Preparación .....</i>	<i>37</i>

2.1.2.2	Área Cocción.....	37
2.1.2.3	Área del Comedor.....	37
2.1.2.4	Área Higiénico Sanitaria.....	37
2.1.3	NECESIDADES FUNCIONALES DEL RESTAURANTE .....	39
2.1.3.1	Dimensiones del Local.....	39
2.1.3.2	Iluminación y Ventilación de Locales.....	40
2.1.3.3	Circulaciones Interiores y Exteriores, Accesos y Salidas.....	41
2.1.3.4	Protección contra Incendios.....	42
2.1.4	CUMPLIMIENTO CON LAS ORDENANZAS VIGENTES .....	44
2.1.5	RECOMENDACIONES TÉCNICAS .....	45

### **CAPÍTULO 3**

#### **DISEÑO DEL SISTEMA DE EXTRACCION DE GASES PARA UN ASADOR DE POLLOS**

3.1	PARÁMETROS Y REQUERIMIENTOS FUNCIONALES .....	49
3.2	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.....	50
3.2.1	POSICIÓN DEL ASADOR DE POLLOS EN EL ÁREA DE COCCIÓN.....	51
3.2.1.1	Selección de Alternativa.....	53
3.2.2	SALIDA DEL DUCTO DESDE EL LOCAL.....	55
3.2.2.1	Selección de Alternativa.....	57
3.3	DISEÑO DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE GASES.....	58
3.3.1	CÁLCULO DEL CAUDAL DE EXTRACCIÓN .....	59
3.3.2	DIMENSIONAMIENTO DE DUCTOS .....	60
3.3.3	PÉRDIDAS DE CARGA.....	62
3.3.3.1	Pérdidas de Carga en la Campana.....	62
3.3.3.2	Pérdidas de Carga en el Ducto.....	64
3.3.3.3	Pérdidas de Carga en Accesorios.....	65
3.3.3.4	Pérdidas de Carga en Dispositivos de Limpieza .....	65
3.3.4	SELECCIÓN DEL DISPOSITIVO DE EXTRACCIÓN .....	68
3.3.5	PROCEDIMIENTO ALTERNATIVO PARA EL DISEÑO DEL DUCTO VERTICAL.....	69
3.3.5.1	Pérdida de carga en la chimenea.....	71

---

## CAPÍTULO 4

### ESPECIFICACIONES CONSTRUCTIVAS DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE GASES

4.1	MATERIALES.....	76
4.1.1	MATERIALES PARA DUCTOS.....	77
4.1.2	RESUMEN DE MATERIALES.....	79
4.2	REQUERIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE.....	79
4.2.1	ESPECIFICACIONES CONSTRUCTIVAS PARA DUCTOS.....	80
4.2.1.1	<i>Seccionamiento del Ducto.....</i>	<i>80</i>
4.2.2	ESPECIFICACIONES CONSTRUCTIVAS PARA CAMPANAS DE EXTRACCIÓN.....	82
4.2.3	ESPECIFICACIONES DE MONTAJE PARA LOS DISPOSITIVOS DE REMOCIÓN DE GRASA.....	83
4.2.4	ESPECIFICACIONES DE MONTAJE PARA LOS DISPOSITIVOS DE EXTRACCIÓN DE AIRE.....	84
4.3	MÁQUINAS Y EQUIPOS.....	85
4.4	HERRAMIENTAS.....	86
4.5	INSTRUMENTOS DE VERIFICACIÓN Y MEDICIÓN.....	87
4.6	SECUENCIA DE FABRICACIÓN.....	87
4.7	PRUEBAS DE CAMPO.....	87

## CAPÍTULO 5

### ANÁLISIS DE COSTOS

5.1	COSTO DEL PROYECTO.....	88
5.1.1	COSTO DE EQUIPOS.....	89
5.1.2	COSTO DE MATERIALES.....	90
5.1.3	COSTO DE MANO DE OBRA.....	91
5.1.4	COSTO DE DISEÑO.....	92



5.1.5 COSTO TOTAL .....	92
-------------------------	----

## **CAPÍTULO 6**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

6.1 CONCLUSIONES .....	94
------------------------	----

6.2 RECOMENDACIONES .....	96
---------------------------	----

BIBLIOGRAFIA.....	98
-------------------	----

ANEXOS.....	100
-------------	-----

# ÍNDICE DE TABLAS

## CAPITULO 1

Tabla 1.1 Ventajas y Desventajas de los Asadores de Pollos .....	9
Tabla 1.2 Requerimientos de Proyecciones para Campanas Estándar.....	14
Tabla 1.3 Tasa de flujo de descarga para campanas estándar .....	15
Tabla 1.4 Velocidades Mínimas de Captura .....	16
Tabla 1.5 Velocidades aproximadas de transporte.....	18
Tabla 1.6 Tasas de Ventilación para Operaciones Industriales.....	19
Tabla 1.7 Ventajas y Desventajas de los Dispositivos de Remoción de Grasa ....	26
Tabla 1.8 Ventajas y Desventajas de los Dispositivos de Control para VOCs.....	31
Tabla 1.9 Ventajas y Desventajas de los Ventiladores Centrífugos y Axiales .....	32

## CAPITULO 2

Tabla 2.1 Localización geográfica del restaurante.....	35
Tabla 2.2 Distribución y Dimensionamiento del Restaurante .....	38
Tabla 2.3 Dimensiones de los Locales .....	40
Tabla 2.4 Iluminación y Ventilación de Locales .....	41
Tabla 2.5 Circulaciones Interiores y Exteriores, Accesos y Salidas; Pisos, Techos y Paredes.....	42
Tabla 2.6 Protección contra Incendios.....	43
Tabla 2.7 Cumplimiento con las Ordenanzas Vigentes .....	44
Tabla 2.8 Renovaciones de Aire Recomendables.....	46
Tabla 2.9 Recomendaciones Técnicas para una Correcta Renovación de Aire ...	47

### **CAPITULO 3**

Tabla 3.1 Parámetros Funcionales del Asador de Pollos .....	49
Tabla 3.2 Requerimientos Funcionales del Sistema de Extracción de Gases.....	50
Tabla 3.3 Ventajas y Desventajas de las Alternativas para la Posición del Asador .....	53
Tabla 3.4 Escala de Calificaciones para Alternativas de Diseño .....	54
Tabla 3.5 Selección de Alternativas para la Posición del Asador .....	54

### **CAPITULO 4**

Tabla 4.1 Clasificación de los Materiales por su Propagación de Fuego.....	77
Tabla 4.2 Espesor de las Láminas de Acero para Ductos Rectangulares .....	78
Tabla 4.3 Resumen de Materiales utilizados en el Sistema de Extracción de Gases .....	79
Tabla 4.4 Selección del Tipo de Refuerzo y Seccionamiento .....	80
Tabla 4.5 Especificaciones Constructivas para Ductos .....	81
Tabla 4.6 Especificaciones Constructivas para Campanas .....	82
Tabla 4.7 Especificaciones Constructivas para los Dispositivos de Remoción de Grasa.....	83
Tabla 4.8 Especificaciones Constructivas para el Dispositivo de Extracción de Aire .....	84
Tabla 4.9 Máquinas y Equipos .....	85

### **CAPITULO 5**

Tabla 5.1 Costo de los Equipos.....	89
Tabla 5.2 Costo de los Materiales .....	90
Tabla 5.3 Costo de Mano de Obra.....	91
Tabla 5.4 Costo de Diseño .....	92
Tabla 5.5 Costo Total del Proyecto.....	92

# ÍNDICE DE FIGURAS

## CAPITULO 1

Figura 1.1 Elementos de un Asador de Pollos.....	3
Figura 1.2 Asador Eléctrico Marca Alto Shaam .....	6
Figura 1.3 Asador a Gas Marca Alto Shaam .....	7
Figura 1.4 Asador que emplea Combustible Sólido.....	8
Figura 1.5 Estilos de Campana Tipo I.....	13
Figura 1.6 Estilos de Campanas Tipo II.....	17

## CAPITULO 2

Figura 2.1 Sectores Funcionales del Restaurante .....	36
Figura 2.2 Distribución y Dimensionamiento del Restaurante .....	38

## CAPITULO 3

Figura 3.1 Alternativa A. Posición del Asador de Pollos en el Área de Cocción...	51
Figura 3.2 Alternativa B. Posición del Asador de Pollos en el Área de Cocción...	52
Figura 3.3 Alternativa A. Salida del Ducto desde el Local .....	55
Figura 3.4 Alternativa B. Salida del ducto del local.....	56

## CAPITULO 5

Figura 5.1 Proporción de Costos .....	93
---------------------------------------	----

# **CAPITULO 1**

## **ASADOR DE POLLOS**

### **INTRODUCCION**

En el presente capítulo se analizan las nociones fundamentales de los asadores de pollos utilizados en las labores de cocción comercial. Se examinan los distintos tipos de asadores de pollos, como también sus elementos constitutivos. Además, se estudiará la manera de extraer los gases producto de la cocción con la utilización de un sistema de extracción de gases.

#### **1.1 ASADORES DE POLLOS**

Este tipo de aparatos son utilizados en establecimientos comerciales destinados a la preparación de alimentos. También se los conoce como rosticeros de pollos, y son en su mayoría de uso comercial debido a su capacidad instalada.

Principalmente se los clasifica por el combustible que utilizan y su capacidad de cocción. A continuación se detallan los componentes de un asador de pollos y sus características funcionales.

#### **1.2 ELEMENTOS DE UN ASADOR DE POLLOS**

En la Figura 1.1 se muestra los elementos fundamentales que constituyen un asador de pollos.

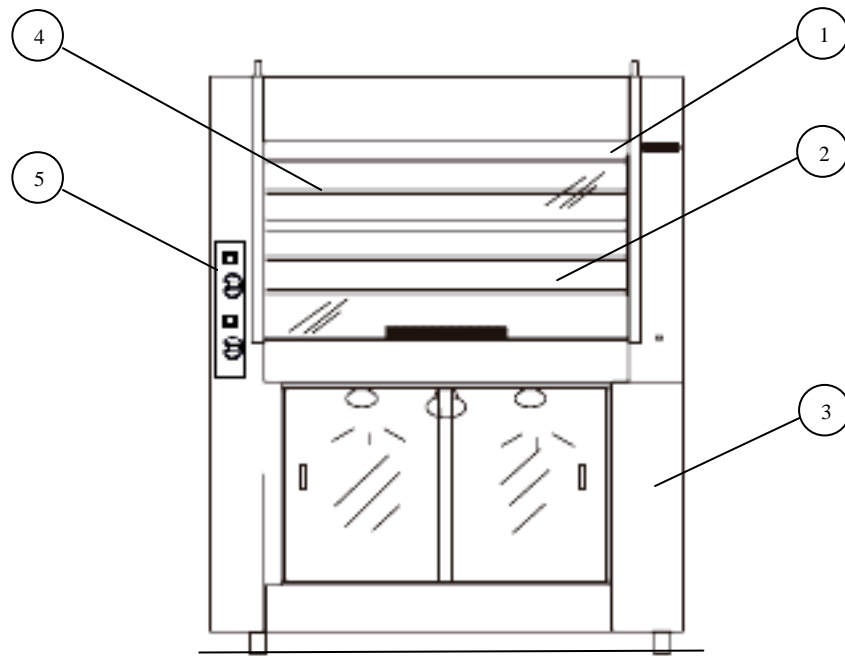


Figura 1.1 Elementos de un Asador de Pollos

Los elementos de un asador de pollos son:

1. Cámara de cocción
2. Fuente de calor
3. Motor
4. Varillas giratorias
5. Panel de control

### 1.2.1 CÁMARA DE COCCIÓN.

Es el lugar donde se lleva a cabo la cocción de los alimentos. Comúnmente, su tamaño representa casi la totalidad de las dimensiones externas del asador, sin embargo, ciertos fabricantes destinan un espacio inferior que está acondicionado con puertas de cristal corredizas para mayor higiene y luz infrarroja que ayuda a mantener una temperatura adecuada el producto.

### **1.2.2 FUENTE DE CALOR.**

Normalmente la fuente de calor en un asador de pollos está ubicada en el lado posterior de la cámara de cocción. Dependiendo del fabricante algunos asadores eléctricos y a gas ubican la fuente de calor en la parte superior del asador.

En los asadores que utilizan combustibles sólidos como el carbón, la fuente de calor se ubica en el lado inferior de la cámara de cocción

Usualmente los asadores de uso comercial utilizan como combustible el carbón o gas. La fuente de calor que emplea electricidad tiene un mayor costo si la comparamos con las fuentes de calor producto de la combustión de un combustible sólido o gaseoso.

La combustión del carbón produce mayores emisiones gaseosas debido a que los líquidos que secretan los alimentos durante su cocción caen directamente a la fuente de calor produciéndose un incremento considerable de las emisiones.

### **1.2.3 MOTOR.**

La función del motor eléctrico es dar el movimiento giratorio frente a la fuente de calor. La rotación hace que el asado sea homogéneo y uniforme a medida que los alimentos van girando.

Generalmente, el motor tiene una potencia de 0.18 KW con motoreductores de 6 rpm, características que varían con los distintos fabricantes y capacidades del asador

#### **1.2.4 VARILLAS GIRATORIAS**

Las varillas giratorias son cada una de las piezas donde se colocan los alimentos para su cocción. El número de varillas depende de las dimensiones externas del asador y del espacio destinado a la cámara de cocción. Por lo general, el número de varillas varía entre 3, 6 y 8

#### **1.2.5 PANEL DE CONTROL**

El panel de control contiene los mandos para el accionamiento del motor, temporizador, encendido de la fuente de calor, control de temperatura, suministro de combustible e iluminación. El nivel tecnológico del fabricante tiene mucho que ver con los mandos disponibles, así como también la fuente de calor utilizada.

Conocidos las características fundamentales de los asadores de pollos, se identifican a continuación los siguientes tipos de asadores.

### **1.3 TIPOS DE ASADORES DE POLLOS**

Los tipos de asadores de pollos son clasificados por la naturaleza de la fuente de calor y por la capacidad instalada.

Los tipos de asadores de pollos por la naturaleza de la fuente de calor son:

- Asadores eléctricos
- Asadores a gas
- Asadores que emplean combustibles sólidos

Los tipos de asadores de pollos por la capacidad instalada son:



- Asadores de uso doméstico. Su capacidad máxima es de dos pollos colocados en una sola varilla
- Asadores de uso comercial. Son utilizados para la cocción de hasta 48 pollos. Su capacidad máxima depende del tamaño del horno y número de varillas giratorias

### 1.3.1 ASADORES ELÉCTRICOS

El calor necesario para la cocción del pollo es una combinación de convección y radiación. Algunos asadores eléctricos son totalmente automatizados controlando las variables de operación como: temperatura y tiempo de cocción. Sin embargo, el costo de operación es mucho mayor que cualquier asador que utilice otro combustible o fuente de calor debido a su alto consumo de electricidad. Las potencias utilizadas llegan a 8.8 KW y producen emisiones gaseosas moderadas.



Figura 1.2 Asador Eléctrico Marca Alto Shaam

### 1.3.2 ASADORES A GAS

Utilizan como combustible gas licuado de petróleo. El consumo de gas depende de la capacidad del asador y fluctúa entre 1.5 a 2.5 kg/h. El flujo de gas es regulado con una válvula de uso industrial que gradúa la flama de los quemadores eliminando el consumo innecesario de gas.

Algunas de sus funciones pueden estar automatizadas como: el tiempo de cocción y control de temperatura. En aplicaciones más costosas se incluye un control automático de encendido y flujo de combustible. Al igual que los asadores eléctricos, sus emisiones son moderadas.



Figura 1.3 Asador a Gas Marca Alto Shaam

### 1.3.3 ASADORES QUE EMPLEAN COMBUSTIBLES SÓLIDOS

Los combustibles sólidos que se emplean en estos asadores pueden ser madera y carbón. En nuestro medio, el combustible sólido más utilizado es el carbón y las emisiones producto de su combustión son considerablemente mayores en comparación con los asadores que utilizan gas y electricidad.

La particularidad de este tipo de asadores, es que la cocción se lleva a cabo sobre una flama abierta, de modo que los líquidos que secreta el pollo se escurren dentro de la fuente de calor. Este hecho se traduce en el incremento de las emisiones gaseosas.



Figura 1.4 Asador que emplea Combustible Sólido

La Tabla 1.1 muestra las ventajas y desventajas de los distintos tipos de asadores de pollos.

Tabla 1.1 Ventajas y Desventajas de los Asadores de Pollos

Tipo de asador	Ventajas	Desventajas
Asador Eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emisiones gaseosas moderadas</li> <li>- Algunos asadores son automatizados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alto consumo de electricidad</li> <li>- Mayor costo</li> </ul>
Asador gas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Costo de combustible bajo</li> <li>- Facilidad de mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mayores riesgos por la naturaleza del combustible</li> </ul>
Asador que emplea combustible sólido	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bajo costo de combustible</li> <li>- Menor tiempo de cocción</li> <li>- Mínimas labores de mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mayores emisiones gaseosas</li> <li>- Presencia excesiva de humo</li> <li>- Fuente de calor abierta</li> <li>- Presencia de ceniza</li> </ul>

Fuente: Catálogo de Productos

Elaboración: Adaptada de Productos Marca Alto Shaam

## 1.4 SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE GASES

Los sistemas de extracción de gases son diseñados para coleccionar y remover polvos, humos, vapores y gases con la finalidad de proteger la salud y seguridad industrial del personal. Los sistemas de extracción son ampliamente utilizados

para el control de contaminantes que provienen de distintas operaciones industriales como son:

- Procesos que de corte mecánico y operaciones abrasivas
- Operaciones que signifiquen la quema de combustibles.
- Fundición de materiales
- Procesos de soldadura
- Manejo de materiales volátiles
- Procesos químicos

La cocción de alimentos en establecimientos comerciales es considerada una operación que requiere la extracción localizada de gases. Este tipo de extracción es esencial para mantener un adecuado estado y composición del aire captando el contaminante en su lugar de origen antes de que pueda diseminarse en el ambiente.

Los sistemas de extracción de gases utilizados en operaciones de cocción de alimentos son instalados por tres razones principales:

- Controlar los olores del local
- Mantener el ambiente con un control de comodidad térmica
- Evitar la presencia de humo dentro el local

El efluente que se extrae de un asador de pollos contiene contaminantes gaseosos, líquidos y sólidos que se produce durante el proceso de cocción. La captación y extracción eficaz del contaminante depende del funcionamiento adecuado de los elementos del sistema de extracción.

Las características de cada uno de los elementos del sistema de extracción de gases se detallan a continuación.

## **1.4.1 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE EXTRACCION DE GASES**

Los elementos del sistema de extracción de gases son:

- Campana
- Ducto principal
- Dispositivo de remoción de grasa
- Dispositivo de control para VOCs (Compuestos Orgánicos Volátiles)
- Equipo de extracción de aire

### **1.4.1.1 Campana**

Una campana es una estructura diseñada para encerrar total o parcialmente una operación generadora de un contaminante. La campana más efectiva es la que requiere un mínimo volumen de descarga para el control efectivo de contaminante. El diseño, por lo tanto, debe estar basado con el conocimiento del proceso u operación que se desea controlar.

En un sistema de extracción, la campana es la parte más importante de la instalación ya que su diseño defectuoso puede impedir al sistema captar correctamente los contaminantes.

Muchos diseñadores consideran que la campana debe encerrar completamente el proceso contaminante, dejando solo el espacio necesario para el ingreso de los alimentos. Los espacios abiertos en las campanas deben ser reducidos y deben estar fuera del tránsito natural del contaminante.

#### *1.4.1.1.1 Tipos de campanas.*

Las campanas utilizadas en operaciones de cocción comercial son clasificadas en dos grupos:

- Campanas Tipo I
  - Campanas Tipo II
- 
- *Campanas Tipo I*

Las campanas Tipo I son diseñadas para la remoción de humo y grasa. Son utilizadas sobre equipos de restaurantes como: freidoras, planchas, hornos, ollas, que producen humo o vapores que contienen grasa.

#### *Estilos de Campana Tipo I*

La Figura 1.5 muestra los 6 tipos básicos de campanas Tipo I. Los estilos son los siguientes:

- Montada en la pared. Usada para todo tipo de equipos de cocina localizados contra la pared
- Isla individual. Usada para todo tipo de equipos de cocina en una configuración individual tipo isla.
- Doble isla. Usada para todo tipo de equipos de cocina montada por su parte posterior en una configuración tipo isla.
- Tipo repisa. utilizada para equipos contra la pared
- Tipo ceja. Montada directamente en hornos o lavaplatos
- Estilo proyectado. utilizada en una configuración proyectada del lado de la cocina al lado del servicio

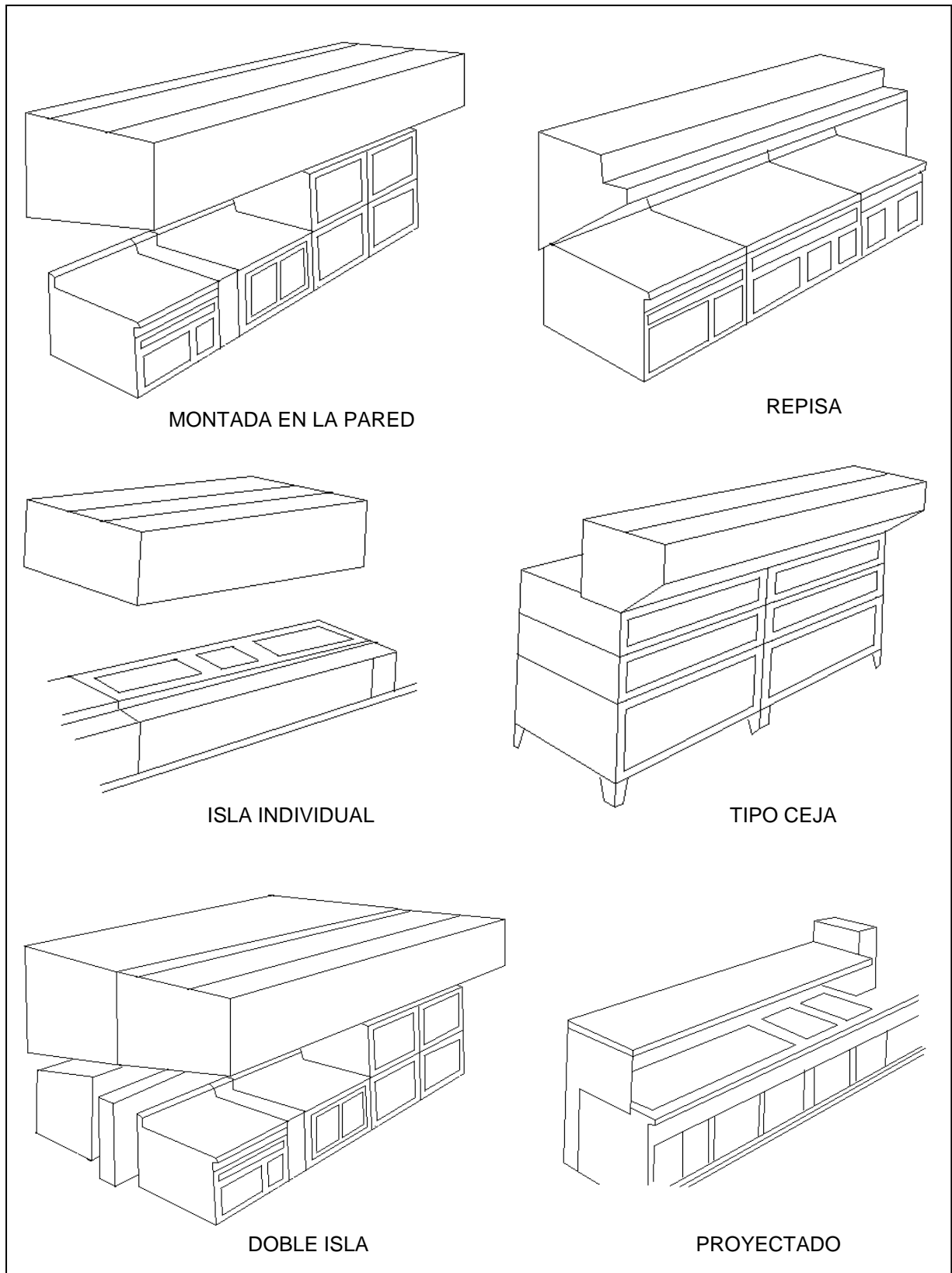


Figura 1.5 Estilos de Campana Tipo I<sup>3</sup>

<sup>3</sup> ASHRAE; Application Handbook; Kitchen Ventilation



Frecuentemente, la campana se extiende más allá del equipo de cocina (proyección) para que el foco del contaminante se encuentre lo más encerrado posible. La proyección varía con el estilo de la campana y se listan en la Tabla 1.2

Tabla 1.2 Requerimientos de Proyecciones para Campanas Estándar

Tipo de Campana	Proyección Lateral	Proyección Frontal	Proyección Posterior
Montada en la pared.	150 mm	300 mm	--
Isla individual.	300 mm	300 mm	300 mm
Doble isla.	150 mm	300 mm	300 mm
Tipo repisa.	0 mm	300 mm	--
Tipo ceja.	150 mm	Sobrepase mitad del equipo	
Estilo proyectado.	150 mm	Sobrepase mitad del equipo	

Fuente: Kitchen Ventilation  
 Elaboración: ASHRAE, Application Handbook

La campana es el elemento encargado de capturar y contrarrestar la dispersión del contaminante. Esta función depende de la tasa de flujo de descarga y la velocidad de captura.

El requerimiento de descarga para capturar, contener y remover el contaminante varía considerablemente dependiendo del estilo de campana, la proyección, la distancia desde la campana al aparato de cocina y la presencia de paneles laterales. Es necesario categorizar los equipos de cocina en cuatro grupos:

- Carga liviana. como hornos o cafeteras pequeñas (hasta 200 °C)

- Carga mediana. como cafeteras grandes, planchas y freidoras (hasta 200 °C)
- Carga pesada. como parrillas al carbón (hasta 320 °C)
- Carga extra pesada. como equipo de quemado de combustible sólido (hasta 370 °C)

La tasa de descarga requerida está basada en el grupo de equipos bajo la campana. Si hay más de un grupo. La tasa de descarga se basa en el grupo de carga más pesada, a menos que el diseño de la campana permita volúmenes diferentes sobre secciones diferentes de la campana.

La tasa de flujo de descarga es el caudal de aire contaminado que se desea extraer. Viene dada en m<sup>3</sup>/h y es calculada determinando el área de influencia multiplicada por la velocidad de captura conocida

El área de influencia constituye el área abierta de la campana de extracción considerando las proyecciones recomendadas para campanas estándar descritas anteriormente. La Tabla 1.3 indica fórmulas típicas para calcular la tasa de descarga o caudal Q para campanas estándar.

Tabla 1.3 Tasa de flujo de descarga para campanas estándar

Tipo de Campana	Tasa de descarga
Montada en la pared.	$Q = 0.5 A$
Isla individual.	$Q = 0.75 A$
Doble isla.	$Q = 0.5 A$
Tipo repisa.	$Q = 0.5 A$
Tipo ceja.	$Q = 0.47 \times \text{longitud de campana}$
Estilo proyectado.	$Q = 0.47 \times \text{longitud de campana}$

Fuente: Kitchen Ventilation  
 Elaboración: ASHRAE, Application Handbook

La velocidad de captura es la velocidad en m/s necesaria para extraer el contaminante. Las velocidades usuales requeridas en el punto de origen para una captura eficiente del contaminante se listan en la Tabla 1.4

Tabla 1.4 Velocidades Mínimas de Captura

Condición de generación del contaminante	Velocidad mínima de captura (m/s)	Proceso
Descarga sin movimiento evidente	0.25 -0.5	Evaporación, descarga que proviene de lavado, desengrasado, soldadura, enchapado
Descarga con un velocidad baja	0.5 - 1	Spray de pintura en cabinas, inspección, orden, pesaje, embalaje, mezcla, velocidades bajas (menos de 1m/s)
Generación activa	1 - 2.5	Tamizado en fundición, alta velocidad (por encima de 1 m/s), trituradores.
Descarga con gran fuerza	2.5 - 10	Molienda, limpieza abrasiva

Fuente: Industrial Exhaust System

Elaboración: ASHRAE, Handbook and Product Directory

- *Campanas Tipo II*

Las campanas Tipo II normalmente son referidas como campanas de hornos ó de condensación. Esencialmente, son campanas sencillas para extracción. El propósito de las campanas Tipo II es de remover calor, humedad y el aire cargado con olores de los equipos que no producen grasa.

*Estilos de Campana Tipo II*

- Campana para Hornos. La campana para hornos es una campana tipo marquesina. Estas campanas son las más sencillas de todas las campanas y normalmente se colocan por encima de hornos ó equipos pequeños que producen calor y olor.
- Campana para Condensación. La campana para condensación es una campana de extracción tipo marquesina con canales en forma de una U para capturar y dirigir la condensación hacia el drenaje. Las campanas para condensación se instalan por encima de los lavaplatos.

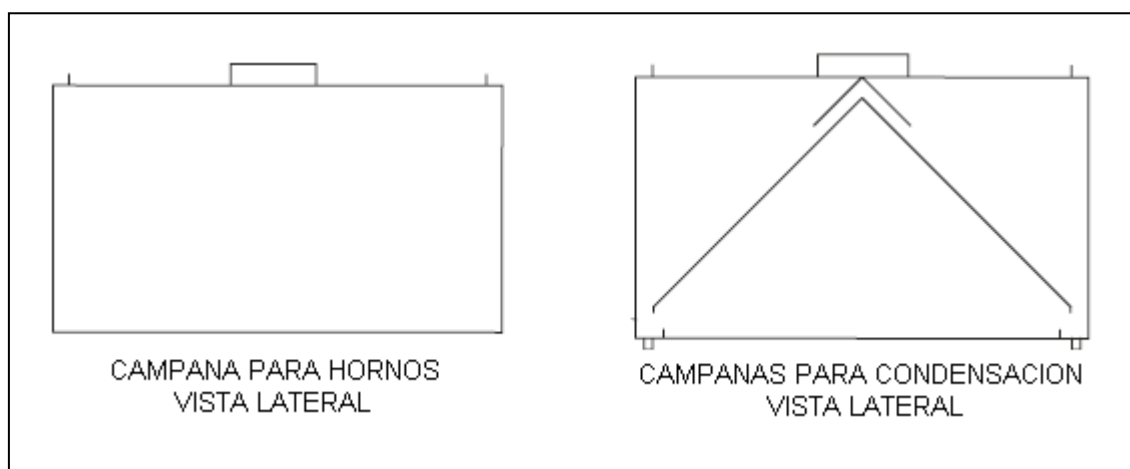


Figura 1.6 Estilos de Campanas Tipo II.

### 1.4.1.2 Ducto Principal

Una vez que el aire contaminado ha sido arrastrado dentro de la campana, el contaminante es transportado para su extracción a través del ducto con una apropiada velocidad de transporte. Se puede definir a la velocidad de transporte como aquella velocidad del efluente necesaria para evitar que el contaminante se deposite en el ducto.

Las velocidades usuales de transporte que evitan este fenómeno de sedimentación se muestran en la Tabla 1.5.

Tabla 1.5 Velocidades aproximadas de transporte

Material transportado	Velocidad de diseño (m/s)
Vapores, gases, humos, polvo muy fino	7.5
Polvo seco fino	15
Promedio de polvo industrial	18
Partículas abrasivas	18-23
Partículas grandes, cargas pesadas, materiales húmedos	más de 23

Fuente: Industrial Exhaust System  
Elaboración: ASHRAE, Handbook and Product Directory

En la Tabla 1.6 se muestra los flujos de descarga o caudales para distintas aplicaciones industriales.

Tabla 1.6 Tasas de Ventilación para Operaciones Industriales

Operación	Ventilación		Velocidad transporte (m/s)	Observaciones
	Tipo de Campana	Flujo de aire		
Sitio de limpieza abrasiva (chorro de arena)	Completamente cerrada con entradas de aire	85 - 170 m <sup>3</sup> /h	18	Muchos códigos especifican una velocidad mínima de 80 fpm
Cabinas de limpieza abrasiva	Completamente cerrada con entradas para acceso	20 cambios de aire por minuto, no menos de 850 m <sup>3</sup> /h	18	
Bobinado de asbesto	Recinto	1360 cfm por maquina	15	
Cubas o cilindros	Campana local	850 m <sup>3</sup> /h por m <sup>2</sup> de sección transversal	18	
	Cabina	0.5 m/s	18	
Correa transportadora	Campanas en puntos de transferencia	Correas con velocidades menores 1 m/s - 1952 m <sup>3</sup> /h por metro de anchura de correa , pero no menos que 0.75 m/s a través del área abierta. Velocidades mayores a 10 m/s- 2780 m <sup>3</sup> /h por metro de anchura de la correa pero no menos de 1 m/s a través del área abierta	18	
Corte de ladrillo	Campana local	850 m <sup>3</sup> /h	18	Para operaciones portátiles. El control no es efectivo en cabinas
	Cabina	0.75 m/s	18	
Cubas de molduración en seco Prensa en seco	Recinto	1 m/s en todas las aberturas	18	Alimentación automática Alimentación manual
	Local en matriz	850 cfm	18	
	Local en matriz	850 cfm	18	

Fuente: Industrial Exhaust System

Elaboración: ASHRAE, Handbook and Product Directory

Tabla 1.6 Tasas de Ventilación para Operaciones Industriales (continuación)

Operación	Ventilación		Velocidad transporte (m/s)	Observaciones
	Tipo de Campana	Flujo de aire		
Corte de granito Herramientas manuales neumáticas	Campana local	850 m <sup>3</sup> /h	27.5-30	Campanas típicas con una abertura de 3x8pulgadas con un reborde de 3 pulgadas
Máquinas de superficie	Campana local	850 m <sup>3</sup> /h por herramienta arriba de 2 3/8 pulgadas de diámetro 1700 m <sup>3</sup> /h para 2 3/8 a 2 7/8 pulgadas de diámetro	27.5-30	
Cocinas	Campanas	0.5 m/s en su cara	2.5-7.5	Proporcionar un sumidero interiormente en todas las paredes verticales para recoger condensados de grasa
Laboratorios	Tipo cabina	0.25-0.5 m/s		
Metalización	Campana local Cabina	1 m/s en su cara 0.75-1 m/s en su cara	18 15	
Mezcladora	Recinto	0.5-1m/s en la alimentación	15-18	
Proyector de película	Recinto	170 m <sup>3</sup> /h		1670 m <sup>3</sup> /h-2500 m <sup>3</sup> /h o 20-30 renovaciones de aire por hora para renovación de calor
Batidora	Totalmente cerrada	0.5-1 m/s en la abertura	12.5-15	Descarga realizada solo en el llenado o vaciado

--	--	--	--	--

Tabla 1.6 Tasas de Ventilación para Operaciones Industriales (continuación)

Operación	Ventilación		Velocidad transporte (m/s)	Observaciones
	Tipo de Campana	Flujo de aire		
Perforación de roca Perforación seca	Dispositivos especiales	85 m <sup>3</sup> /h, vertical; 340 m <sup>3</sup> /h, trabajo horizontal	18	Puede variar con el tamaño y velocidad de perforación. La perforación seca ofrece métodos alternativos de control
Caucho Calandra de rodillos	Campana con paneles laterales	0.25-0.5 m/s en la entrada	18	
Soldadura	Colector local	0.15 metros desde el arco - 0.75 m <sup>3</sup> /h  0.15-0.25 metros desde el arco - 450 m <sup>3</sup> /h 0.2 – 0.25 metros desde el arco 740 m <sup>3</sup> /h 0.25 – 0.3 metros desde el arco 1000 m <sup>3</sup> /h	10-20	
	Mesa de rejilla	2500 – 4000 m <sup>3</sup> /h por m <sup>2</sup> del área de la rejilla	10	
	Cabina	0.5 m/s en la cara de la cabina	10	
Tamizado-cribado vibrante	Recinto	0.75-1 m/s a la entrada de las aberturas de la campana pero no menos que 1.2-2.5 m/s por m <sup>2</sup> del área	18	



Recubrimiento en spray	Cabina-operador dentro	0.5-1 m/s en la sección transversal de la cabina	7.5-10	
------------------------	------------------------	--	--------	--

Tabla 1.6 Tasas de Ventilación para Operaciones Industriales (continuación)

Operación	Ventilación		Velocidad transporte (m/s)	Observaciones
	Tipo de Campana	Flujo de aire		
Túneles de frío (moldes fundición)	Recinto	420-558 m <sup>3</sup> /h por metro longitudinal del		
Molinos	Recinto	1 m/s en la abertura	18	
Hornos Fundición estacionaria	Recinto	0.5-1 m/s en la abertura de la campana	7.5-10	Incrementar la tasa de ventilación debido a los gases tóxicos
Marmitas para materiales no ferrosos	Campana adherida al techo	4250 m <sup>3</sup> /h por tonelada cargada	13-18	Ventilación general del lugar de fundición
Arco eléctrico para fundición de acero				
Hornos Forja (manual)	Campana	1 m/s en su cara	7.5	
Recipientes para recubrimiento	Campana	85-170 m <sup>3</sup> /h	15	Campanas de descarga sobre los recipientes Cobre del 50 al 70% de la abertura
Molino centrífugo	Recinto	1.25-1.5 m/s en la abertura	7.5-10	
Molino de martillos Mezcladora	Campana local	1 m/s pero no menos de 0.25 m/s	12.5-18	Campana con una hendidura al final de la mezcladora
	Campana	No menos de 4 m/s por m <sup>2</sup> del área		
Caldera y tanques	Recinto	0.5-1.25 m/ fpm en la abertura	7.5-10	Utilizar una tasa alta de ventilación cuando el contenido está siendo calentado

Miscelánea: Embalaje, granulados, producción de polvos	Recinto completo	0.5-2 m/s a la entrada de las aberturas de inspección y trabajo, pero no menos que 400 m <sup>3</sup> /h por m <sup>2</sup> del área	15	
--	------------------	---	----	--

#### 1.4.1.3 Dispositivo de Remoción de Grasa<sup>4</sup>

Los dispositivos de limpieza de aire cumplen una función fundamental en el normal desarrollo de las actividades que se llevan a cabo en un lugar de trabajo.

Las tareas que desempeñan estos dispositivos son:

- Prevenir la incomodidad o daño físico a individuos, planta o propiedades adyacentes.
- Prevenir la reingreso de los contaminantes a espacios de trabajo
- Regenerar el material utilizable.
- Reducir los peligros de fuego o explosión
- Permitir la recirculación del aire limpio a los espacios de trabajo
- Permitir la utilización de gases limpios para procesos.

El efluente producto de la cocción de alimentos, contiene principalmente partículas de grasa. Por lo tanto, el control de las emisiones establece la utilización de dispositivos para la remoción y restricción de contenidos grasos.

Más del 90% de los sistemas de ventilación dependen enteramente de los dispositivos de remoción de grasa en la campana para un control eficiente. La mayoría de los dispositivos para la remoción de grasa operan con el mismo principio. Generalmente, la mayor parte de los dispositivos extractores de grasa se encuentran clasificados en las siguientes categorías:

---

<sup>4</sup> NFPA 96. Grease Removal Devices for Solid Fuel Cooking

- Precipitadores electrostáticos.
- Vapor de agua, caída de agua
- Filtro desechables de fibras naturales o sintéticas
- Deflector de Acero Inoxidable.
- Deflector de Aluminio.
- Filtros de malla.

- *Precipitadores electrostáticos.*

Los precipitadores electrostáticos emplean un ensamble en paralelo de electrodos, incluyendo un plato acanalado y provisto de agujeros. La precipitación ocurre en una única etapa donde la ionización y acopio se lleva a cabo simultáneamente, y depende de potenciales altas que oscilan entre los 25000 y 75000 voltios. Las velocidades del aire varían desde 1.25 m/s a 2.5 m/s con una pérdida de presión constante menor a 12.7 mm c.a. Una máxima eficiencia se obtiene en el tratamiento de partículas finas en concentraciones bajas, la precipitación no es efectiva para partículas grandes.

La recirculación del aire tratado está prohibida. Los equipos de limpieza de alto voltaje producen ozono y oxido de nitrógeno en cantidades excesivas. Usualmente son utilizados para temperaturas menores de 700 °F. Los valores de eficiencia de estas unidades bordean rangos del 90%

- *Vapor de agua, caída de agua*

El efluente contaminado pasa a través de flujos de agua o vapor impulsados mecánicamente. Son utilizados muchos métodos para humedecer el contaminante y removerlo del flujo de aire. No se requiere una construcción especial para altas temperaturas siendo éstos adecuados para mezclas de contaminantes sólidos y gases o partículas líquidas.

La protección contra la corrosión es necesaria, además, la eliminación de líquidos de desecho puede llegar a ser un problema.

- *Filtro desechables de fibras naturales o sintéticas*

Los filtros desechables de fibras naturales o sintéticas son frecuentemente conocidos como colectores de tela, y están generalmente construidos como alojamientos de tela sobre marcos de alambre o tubos. Los colectores de fibra dependen ampliamente del contaminante acumulado para su efectividad. Su básica e inicial eficiencia depende de la fibra empleada.

El incremento de la resistencia al flujo del aire, resulta de la acumulación del contaminante que se relaciona con el flujo de descarga o caudal, concentración y características del contaminante.

Los tipo de filtros más eficientes están hechos de papel de asbesto de celulosa, composites de lana y vidrio, fibra de vidrio comprimido en forma de papel. El uso de este tipo de filtros está limitado a requerimientos altos de eficiencia mayores a 99.95 %. Estos son utilizados fundamentalmente para la recolección de polvo.

Los colectores de fibra no son adecuados para altas temperaturas mayores de 150 °C, para vapores ácidos o mezclas de contaminantes como gases corrosivos y partículas solidas o liquidas. El tejido de algodón está limitado a 80 °C mientras que la lana a temperaturas menores de 90 °C

- *Deflector de Acero Inoxidable.*

Estos son los dispositivos de remoción de grasa más utilizados hoy en día. Consiste en una serie de deflectores verticales diseñados para capturar la grasa y drenarla a un contenedor. Los filtros son colocados en un ángulo de no menos de

45° con relación a su horizontal. Los filtros son limpiados en un lavaplatos o remojándolos y enjuagándolos.

- *Deflector de Aluminio.*

Posee las mismas características que el filtro deflector de acero inoxidable. La diferencia más notable es su peso. Sin embargo, sin el peso adicional que presentan los deflectores de acero, los deflectores de aluminio pueden traquetear y aún caer dentro del asador.

- *Filtros de malla.*

Son una serie de mallas superpuestas horizontalmente sobre un bastidor que se ubica en la boca de la campana de extracción. Normalmente es de acero inoxidable o aluminio y son construidos en tamaños estandarizados. Su limpieza se la realiza en un lavaplatos o con agua jabonosa.

Los filtros de malla no deben ser utilizados para equipos comerciales de cocina. El peligro de su utilización radica en la acumulación de la grasa con el consiguiente riesgo de fuego.

La Tabla 1.7 muestra las ventajas y desventajas en la implementación de los dispositivos de remoción de grasa.

Tabla 1.7 Ventajas y Desventajas de los Dispositivos de Remoción de Grasa

Tipo	Ventajas	Desventajas
------	----------	-------------

Precipitadores Electrostáticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colectan finas partículas en concentraciones bajas</li> <li>- La eficiencia bordea rangos del 90%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En medio ambientes fríos, la grasa colectada puede bloquear el efluente.</li> <li>- La recirculación del aire tratado está prohibida</li> </ul>
--------------------------------	---	--

Tabla 1.7 Ventajas y Desventajas de los Dispositivos de Remoción de Grasa (continuación)

Tipo	Ventajas	Desventajas
Vapor de agua, caída de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No requieren una construcción especial para altas temperaturas</li> <li>- Son adecuados para mezcla de contaminantes sólidos y gases o partículas líquidas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presenta altas pérdidas de carga.</li> <li>- Necesaria protección contra la corrosión.</li> </ul>
Filtros desechables de fibras naturales o sintéticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alto grado de remoción para partículas muy finas.</li> <li>- Eficiencia altas de 99.95 %</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No son adecuados para altas temperaturas mayores de 150 °C</li> <li>- La eficiencia depende de la fibra empleada.</li> </ul>
Deflector de acero inoxidable	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presenta pérdidas de carga bajas</li> <li>- Fácil remoción y limpieza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peso moderado</li> </ul>

Deflector de aluminio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Debido a su material, su peso es liviano.</li> <li>- La grasa colectada se deposita en un contenedor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se requiere precaución para labores de limpieza si se utiliza soluciones caústicas</li> </ul>
Filtros de malla	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bajo costo de adquisición e instalación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La acumulación de la grasa significa un alto riesgo de fuego.</li> </ul>

Fuente: Air Cleaners

Elaboración: Adaptada de ASHRAE, Guide and Data Book

#### 1.4.1.4 Dispositivo de Control para VOCs<sup>5</sup>

El control completo del efluente requiere el control de grasa (en estado sólido, líquido o gas) y compuestos orgánicos volátiles (VOCs).

Primeramente, es necesario conocer que es un compuesto orgánico volátil. Un compuesto orgánico volátil es una clase de compuesto químico que posee dos propiedades primordiales:

- Se evaporan fácilmente
- Contienen carbón

Los VOCs están asociados con productos como la gasolina, plásticos, refrigerantes y pinturas. Una de las fuentes biológicas de VOCs son los árboles. La ignición de combustibles sólidos contiene un alto nivel de VOCs.

En el proceso de cocción de pollos al carbón, la fuente de calor está expuesta a los fluidos que secreta el alimento durante su cocción. Los VOCs que se producen, provienen en su mayoría del acto de asar, y en una proporción menor los compuestos que resultan de la quema del carbón

<sup>5</sup> ASHRAE; Application Handbook; Kitchen Ventilation

Hay muchos factores que determinan un posible daño a la salud debido a la exposición a los compuestos orgánicos volátiles. Algunos de ellos son:

- La concentración y volatilidad del producto.
- Las características personales, como: edad, género, peso.
- Método de exposición al químico (vía respiratorio o mediante la piel).
- Tiempo de exposición

Algunos efectos inmediatos en la salud son:

- Irritación en ojos, nariz o garganta
- Dolor de cabeza
- Reacciones alérgicas en la piel (erupciones leves, salpullidos)
- Dificultad al respirar
- Náusea
- Fatiga

A continuación se describen los métodos para el control de los compuestos orgánicos volátiles.

- *Filtros de carbón activado.*

Los filtros de carbón granular activado son ampliamente utilizados para remover olor y vapores irritantes (incluyendo compuestos orgánicos volátiles dentro de las instalaciones) provenientes de flujos de aire, a través de la adsorción. Se conoce como adsorción a la condensación física de un gas o vapor en una sustancia activada, sustancias que son altamente porosas. Los artefactos de adsorción son utilizados para la remoción de vapores orgánicos en concentraciones altas o bajas.



El carbón activado en forma de gránulos es hecho de carbón mineral, cáscara de coco, o residuos de petróleo. En un típico arreglo el aire circula con una velocidad de 1.8 a 2.5 m/s, con caídas de presión entre 5 y 8 mm. c.a. La capacidad de adsorción es afectada por la temperatura de operación y la humedad.

La eficiencia de remoción del carbón activado se mantiene relativamente constante durante su vida útil. Cuando la eficiencia de remoción cae bajo un mínimo aceptable, ésta debe ser restituida por un procedimiento de reactivación o regeneración.

La reactivación es el proceso por el cual el carbón desgastado es reemplazado por carbón fresco. La regeneración es el proceso por el cual el carbón desgastado es convertido en carbón fresco. La regeneración solo puede llevarse a cabo por un fabricante de carbón activado. La forma más simple de averiguar si el carbón necesita ser reemplazado, es detectar el olor después del filtro de carbón activado que se suponía que sería removido

- *Incineración.*

La incineración se lleva a cabo a través de dispositivos de incineración que utilizan combustibles líquidos o gaseosos para destruir o descomponer compuestos orgánicos. En esencia, la forma más simple de un dispositivo de incineración consiste en el paso del aire a través de una cámara de combustión o quemador

- *Conversión catalítica.*

La conversión catalítica se utiliza para destruir los compuestos orgánicos gaseosos o particulados. La temperatura necesaria para de destrucción de compuestos varía con la naturaleza del contaminante. La utilización de

catalizadores permite reducir la temperatura de combustión. La temperatura requerida para una destrucción completa es usualmente alrededor de 600 °C. Con un catalizador la temperatura llega solo a 250 °C.

La Tabla 1.8 muestra los beneficios e inconvenientes de cada mecanismo para el control de los compuestos orgánicos volátiles.

Tabla 1.8 Ventajas y Desventajas de los Dispositivos de Control para VOCs

Tipo	Ventajas	Desventajas
Filtros de carbón activado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La eficiencia se mantiene relativamente constante durante su vida útil</li> <li>- Si la eficiencia disminuye, el carbón es reactivado a través de un procedimiento de regeneración.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Requiere un gran volumen y una cama gruesa de carbón para ser efectivo.</li> <li>- Se dañan fácilmente si se saturan de grasa.</li> </ul>
Incineración	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control eficiente de olor y VOCs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Su instalación es costosa</li> <li>- Las labores de mantenimiento son dificultosas.</li> <li>- Su operación es muy costosa.</li> </ul>

<p>Conversión catalítica</p>	<p>- Los gases contaminantes son reducidos a gases inofensivos para el ambiente</p>	<p>- Requiere altas temperaturas (mínimo 260 °C)</p> <p>- Su operación es costosa debido a las altas temperaturas necesarias.</p>
------------------------------	---	---

Fuente: Kitchen Ventilation

Elaboración: Adaptada de ASHRAE, Application Handbook

#### 1.4.1.5 Equipo de Extracción de Aire<sup>6</sup>

El elemento que se encarga de la extracción del aire se denomina ventilador. Los ventiladores pueden dividirse en dos grandes grupos: ventiladores axiales y ventiladores radiales o centrífugos. Los primeros lanzan el aire en dirección axial; en los segundos, la corriente de aire se establece radialmente a través del rodete.

Están accionados por medio de un motor eléctrico y la transmisión puede ser directa o por medio de poleas y correas trapezoidales. Los ventiladores centrífugos son los más utilizados para aplicaciones de sistemas de descarga debido a las presiones que se manejan. En los sistemas que se incluyen dispositivos de limpieza, los ventiladores están usualmente localizados en el extremo del aire limpio, es decir después del filtro o deflector. La Tabla 1.9 muestra las ventajas y desventajas de los distintos ventiladores.

Tabla 1.9 Ventajas y Desventajas de los Ventiladores Centrífugos y Axiales

<sup>6</sup> ASHRAE; Application Handbook; Kitchen Ventilation

Tipo	Ventajas	Desventajas
Centrifugo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Son más eficientes en el manejo de presiones estáticas relativamente altas</li> <li>- Los motores están instalados fuera de la corriente del aire</li> <li>- Ventilán aire con alta temperatura y contaminación.</li> <li>- Producen menos intensidad de ruido que los ventiladores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manejan caudales pequeños a una elevada presión.</li> </ul>

Tabla 1.9 Ventajas y Desventajas de los Ventiladores Centrífgos y Axiales

Tipo	Ventajas	Desventajas
Axial	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maneja grandes volúmenes de aire ( mayor a 8000 m<sup>3</sup>/h)</li> <li>- Manejan presiones estáticas relativamente bajas (12 mm. c.a. o menos)</li> <li>- Mayor simplicidad en su montaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los motores son generalmente montados dentro de la corriente del aire</li> <li>- Aplicaciones limitadas a temperaturas máximas de 40°C</li> </ul>

Fuente: Kitchen Ventilation

Elaboración: Adaptada de ASHRAE, Application Handbook

## **CAPITULO 2**

### **ESTABLECIMIENTO DE COMERCIO BÁSICO: RESTAURANTE**

#### **INTRODUCCIÓN**

Este capítulo tiene como finalidad conocer la normativa vigente dentro de los límites del Distrito Metropolitano de Quito, aplicada a cada una de las áreas funcionales que conforman un restaurante. Además, se incluyen las recomendaciones técnicas pertinentes para la ventilación adecuada del local.

#### **2.1 ANÁLISIS DEL RESTAURANTE**

Para el diseño adecuado del sistema de extracción de gases es necesario analizar las condiciones del restaurante. Los elementos para su análisis son:

- Ubicación del restaurante
- Distribución y dimensionamiento del restaurante
- Necesidades funcionales del restaurante
- Cumplimiento con las ordenanzas vigentes
- Recomendaciones técnicas

### 2.1.1 UBICACIÓN DEL RESTAURANTE.

La ubicación del restaurante establece la localización geográfica del local. La información necesaria es detallada en la Tabla 2.1. Los detalles cartográficos se muestran en los ANEXOS 1 y 2

Tabla 2.1 Localización geográfica del restaurante.

Indicador	Detalle	Descripción
Administración Zonal	La Delicia	Comprende las parroquias de: Cotocollao, Ponceano, Comité del Pueblo, El Condado, Carcelén, Nono, Pomasqui, San Antonio de Pichincha y Calacali
Parroquia	Comité del Pueblo	Tiene una población de 37,173 habitantes con una tasa de crecimiento demográfico del 4.8%
Barrio	Comité del Pueblo	Calle Jorge Garcés N30-41 y Gutiérrez
Zona	Residencial	Es la que tiene como destino la vivienda permanente, en uso exclusivo o combinado con otros usos de suelo permitidos, en áreas del territorio, lotes independiente y edificaciones (individual y/o colectiva)

Tipo	R3	En áreas residenciales R3, las actividades complementarias o usos permitidos o condicionados, no podrán superar el 70% del COS TOTAL.
Actividad complementaria	Comercio barrial CB1	Implantación de establecimientos de comercio como: restaurantes, abarrotes, frigoríficos con venta de embutidos, bazares y similares, carnicerías, fruterías, panaderías, pastelerías, cafeterías, confiterías, heladerías, farmacias, pequeñas ferreterías, papelerías, delicatessen

Fuente: Usos del Suelo y la Edificación

Elaboración: Adaptada de Ordenanza 095, Distrito Metropolitano de Quito

### **2.1.2 DISTRIBUCIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DEL RESTAURANTE**

La distribución y dimensionamiento, consiste en la administración apropiada de materiales y espacio para obtener una disposición efectiva de las áreas funcionales del establecimiento.

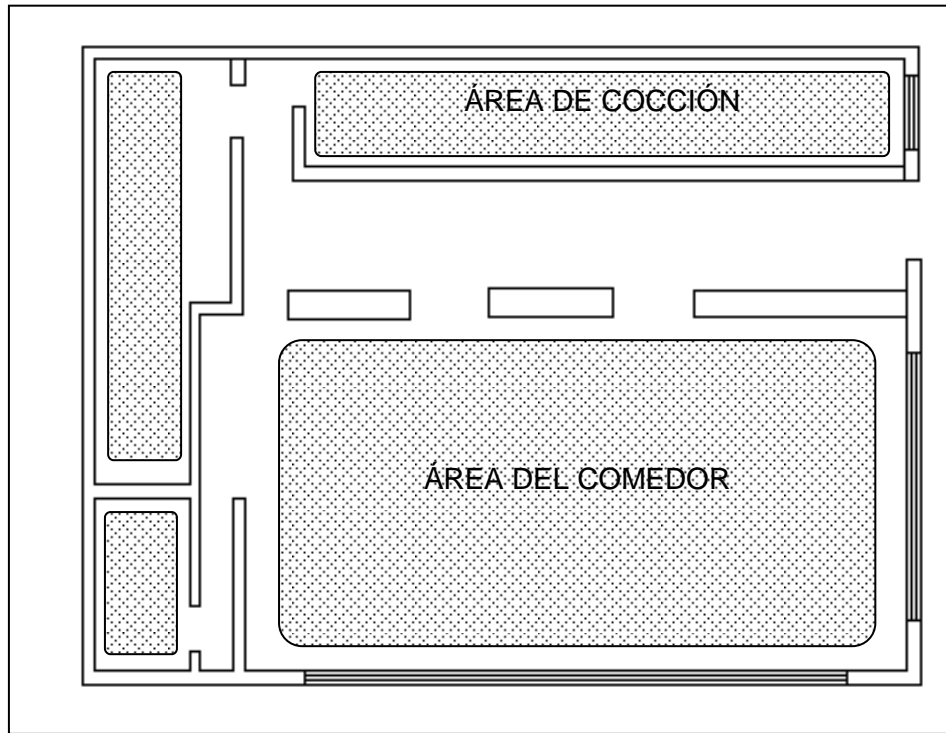


Figura 2.1 Sectores Funcionales del Restaurante

El restaurante cuenta con los sectores funcionales siguientes:

1. Área de Preparación
2. Área de Cocción
3. Área del Comedor
4. Área Higiénico Sanitaria

#### **2.1.2.1 Área de Preparación**

El área de preparación está situada junto al área de cocción. En esta área se encuentran el lavado de utensilios, lavado de vajilla, almacenamiento de alimentos y depósito de basura. Los aparatos ubicados en esta área son un refrigerador y una cocina de tres quemadores



### **2.1.2.2 Área Cocción**

Ocupa un lugar adyacente al área de preparación y tiene dimensiones suficientes para la ubicación de los aparatos de cocina y la circulación del personal y los alimentos.

Los aparatos de cocina que se encuentran en esta área son: freidora y asador de pollos

### **2.1.2.3 Área del Comedor**

El área del comedor está dividida en 8 módulos con una capacidad máxima de 32 plazas, separado por elementos de ornamentación (jardineras) que definen el pasillo de acceso al restaurante

### **2.1.2.4 Área Higiénico Sanitaria**

El área higiénico sanitaria se compone de dos sanitarios para el servicio masculino y femenino. Esta área tiene un lavabo y dos inodoros. La Tabla 2.2 muestra la distribución y dimensionamiento del local.

Tabla 2.2 Distribución y Dimensionamiento del Restaurante

Área	Dimensiones	Superficie	Elementos	Equipos	Piso	Techo y Paredes
------	-------------	------------	-----------	---------	------	-----------------

Preparación	7.5 x 3 m	22.5 m <sup>2</sup>	1 lavabo	1 Refrigerador 1 Cocina	Baldosa	Concreto
Cocción	9 x 2 m	18 m <sup>2</sup>	---	1 Freidora 1 Asador de pollos	Baldosa	Concreto
Comedor	9 x 6 m	54 m <sup>2</sup>	8 módulos (4 personas c/u)	---	Baldosa	Concreto
Higiénico Sanitaria	2.5 x 2.5 m	6.25 m <sup>2</sup>	1lavamanos 2 inodoros	---	Baldosa	Concreto

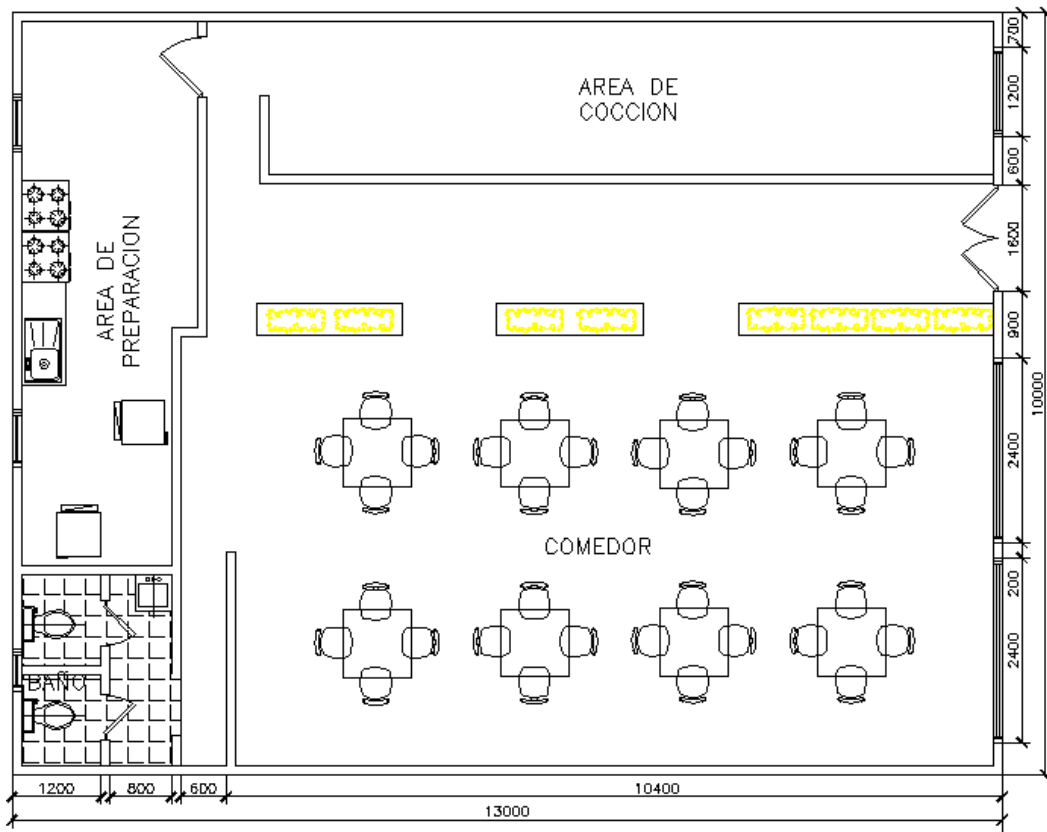


Figura 2.2 Distribución y Dimensionamiento del Restaurante

### 2.1.3 NECESIDADES FUNCIONALES DEL RESTAURANTE

El funcionamiento de un local destinado a la preparación y comercialización de alimentos, depende del cumplimiento de ciertos requisitos. Las disposiciones que recoge la normativa vigente, analiza las necesidades funcionales y normas mínimas de diseño y construcción.

La normativa considera los siguientes campos:<sup>7</sup>

- Dimensiones del local
- Iluminación y ventilación de locales
- Circulaciones interiores y exteriores
- Pisos, techos y paredes
- Accesos y salidas
- Protección contra incendios

A continuación, se detallan las disposiciones pertinentes que pone a consideración la Ordenanza 3457 de las Normas de Arquitectura y Urbanismo

### **2.1.3.1 Dimensiones del Local**

Las dimensiones de los locales se sujetan a las normas mínimas establecidas en la normativa vigente, las cuales se basan en: las funciones o actividades que se desarrollen en ellos, y en específico de las actividades que se llevan a cabo en un establecimiento de comercio básico destinado a la preparación de alimentos.

Las medidas lineales y la superficie, que se refieren al dimensionamiento de locales corresponden a longitudes y áreas libres, y no a las consideradas entre ejes de construcción o estructura.

---

<sup>7</sup> DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO; Ordenanza 3457 Arquitectura y Urbanismo

La Tabla 2.3 detalla los requerimientos dimensionales del local.

Tabla 2.3 Dimensiones de los Locales

DIMENSIONES DE LOS LOCALES	
Altura de locales	- Altura mínima de locales será de 2.30 m.
Área Higiénico Sanitaria	<ul style="list-style-type: none"><li>- Espacio mínimo entre la proyección de piezas sanitarias consecutivas: 0.10 m.</li><li>- Espacio mínimo entre la proyección de las piezas sanitarias y la pared lateral: 0.15 m.</li><li>- Espacio mínimo entre la proyección de la pieza sanitaria y la pared frontal: 0.50 m.</li></ul>

Fuente: Normas Generales de Arquitectura

Elaboración: Adaptada de Ordenanza 3457, Distrito Metropolitano de Quito

### 2.1.3.2 Iluminación y Ventilación de Locales

De igual forma, la iluminación y ventilación en un local se somete a las normas actuales de Arquitectura y Urbanismo. Como requisito fundamental en este tipo de establecimientos, se menciona que todo local tendrá iluminación y ventilación naturales por medio de vanos que permitan recibir aire y luz natural directamente desde el exterior.

Otras exigencias y obligaciones se muestran en la Tabla 2.4 con las disposiciones para este campo.

Tabla 2.4 Iluminación y Ventilación de Locales

ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN DE LOCALES		
Ventanas		Ventilación por medio de ductos
Iluminación	Ventilación	Las piezas de baño, cocinas, cocinetas y otras dependencias similares, podrán ventilarse mediante ductos cuya área no será inferior a 0.32 m <sup>2</sup> ., con un lado mínimo de 0.40 m.; la altura máxima del ducto será de 6m
El área mínima total de ventanas para iluminación será del 20% de la superficie útil del local	El área mínima para ventilación será del 30% de la superficie de la ventana, porcentaje incluido dentro del área de iluminación indicada	El ducto de ventilación que atraviesa una cubierta accesible, deberá sobrepasar del nivel de ésta, una altura de 1.00 m. como mínimo.

Fuente: Normas Generales de Arquitectura

Elaboración: Adaptada de Ordenanza 3457, Distrito Metropolitano de Quito

### 2.1.3.3 Circulaciones Interiores y Exteriores, Accesos y Salidas

Se debe considerar también, las condiciones de circulación y acceso del público que acude al local. Por tal razón, esta norma establece las dimensiones mínimas y las características funcionales y constructivas que deben cumplir los corredores y pasillos.

En la Tabla 2.5 se describe las condiciones de accesibilidad para el público.

Tabla 2.5 Circulaciones Interiores y Exteriores, Accesos y Salidas; Pisos, Techos y Paredes

CIRCULACIONES INTERIORES Y EXTERIORES	ACCESOS Y SALIDAS	PISOS, TECHOS Y PAREDES.
Corredores y pasillos	Puertas	
Los corredores y pasillos deben tener un ancho mínimo de 1.20 m.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Altura mínima: 2.05 m.</li><li>- Ancho mínimo: 0.90 m.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Los muros y pavimentos serán lisos, impermeables y lavables.</li></ul>

Fuente: Normas Generales de Arquitectura

Elaboración: Adaptada de Ordenanza 3457, Distrito Metropolitano de Quito

#### **2.1.3.4 Protección contra Incendios**

Las medidas de protección contra incendios se considera desde el momento que se inicia la planificación de todo proyecto arquitectónico y se elaboran las especificaciones técnicas de los materiales de construcción.

En las construcciones ya existentes, y que no hayan sido edificadas de acuerdo con las normas de protección contra incendios establecidas para el caso, deberá cumplirse la protección contra incendios supliendo medidas de seguridad que no sean factibles de ejecución por aquellas que el Cuerpo de Bomberos determine.

Las condiciones de seguridad para prevenir y combatir los incendios se detallan en la Tabla 2.6

Tabla 2.6 Protección contra Incendios

PROTECCION CONTRA INCENDIOS	
Separación de Edificios	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La cubierta de un edificio cuya distancia a otro edificio colindante sea inferior a tres metros no presentará huecos de salida, lucernarios, ni claraboyas.</li> </ul>
División de Sectores de Incendio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los lugares de mayor riesgo de incendio: hornos, cocinas industriales, tanques fijos de gas (GLP), etc. conformarán sectores independientes de incendio.</li> <li>- Se entenderá como sector de incendio al espacio limitado en todas las superficies de contigüidad con otros por cerramientos de materiales resistentes al fuego.</li> </ul>
Pisos, Techos y Paredes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los materiales que se empleen serán a prueba de fuego</li> </ul>
Extintores de Incendio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los extintores se colocarán en las proximidades de los sitios de mayor riesgo o peligro.</li> <li>- Los extintores ubicados se suspenderán en soportes a una altura de 1.50 m. del nivel del piso</li> </ul>

Fuente: Normas Generales de Arquitectura

Elaboración: Adaptada de Ordenanza 3457, Distrito Metropolitano de Quito

#### **2.1.4 CUMPLIMIENTO CON LAS ORDENANZAS VIGENTES**

El Distrito Metropolitano de Quito determina con carácter normativo los requerimientos e indicadores que regirán la utilización del suelo y edificación. A

continuación, se analiza el cumplimiento de cada parámetro de la normativa recogido en las distintas Ordenanzas vigentes.

La Tabla 2.7 muestra el cumplimiento con los requerimientos que dictan las ordenanzas vigentes

Tabla 2.7 Cumplimiento con las Ordenanzas Vigentes

Campos	Indicador	SI	NO	Observaciones
Dimensiones del local	Altura de locales	x		
	Área Higiénico Sanitaria	x		
Iluminación y ventilación de locales	Ventanas	x		
	Ventilación por medio de ductos	x		El local no posee ventilación por medio de ductos
Circulaciones interiores y exteriores	Corredores y Pasillos	x		
Accesos y Salidas	Puertas	x		
Pisos, Techos, y Paredes		x		Los materiales empleados son concreto y baldosa

Fuente: Normas Generales de Arquitectura

Elaboración: Adaptada de Ordenanza 3457, Distrito Metropolitano de Quito

Tabla 2.7 Cumplimiento con las Ordenanzas Vigentes (continuación)

Campos	Indicador	SI	NO	Observaciones
--------	-----------	----	----	---------------



Protección contra incendios	Separación de Edificios		x	Las edificaciones contiguas están adosadas
	División de Sectores de Incendio	x		
	Pisos, Techos y Paredes	x		
	Extintores de Incendio		x	El local no posee extintores de incendio

### 2.1.5 RECOMENDACIONES TÉCNICAS

Las recomendaciones técnicas establecen los requisitos mínimos para la ventilación del local, y se especifica las renovaciones de aire para cada área funcional del restaurante.

Para establecer una ventilación adecuada hay que conocer el volumen del local y el número de veces por hora que se necesite cambiar de aire, lo que se conoce como el número de renovaciones por hora.

La Tabla 2.7 muestra los caudales aconsejados para la renovación de aire en las áreas funcionales de un restaurante.

Tabla 2.8 Renovaciones de Aire Recomendables<sup>8</sup>

<sup>8</sup> INEN, Norma 1126: Ventilación Natural de Edificios; Renovación de Aire en Locales

Área	Tipo de local	Mínimo de aire fresco recomendable por persona (m <sup>3</sup> /h)	Renovaciones de aire recomendables Cambios de aire por hora
Preparación	Cocina para seis personas o menos	20	3 a 4
Cocción			
Comedor	Comedores con 9 m <sup>3</sup> o menos por persona	20	1 a 1,5
Higiénico Sanitaria	Baño con WC	30	2 a 3

Fuente: Renovación de Aire en Locales

Elaboración: Adaptada de Norma 1126: Ventilación Natural de Edificios

Todo local que se use eventualmente como cocina o baño, poseerá dispositivos que aseguren una renovación permanente de aire. Es recomendable colocar siempre a la cocina y baño en depresión con respecto al resto de áreas funcionales. La ventilación por depresión consiste en aspirar el aire interior contaminado y expulsarlo fuera.

Una correcta renovación del aire en cuartos de baño, se consigue con un barrido del aire en sentido de abajo arriba. Es importante que las entradas de aire (rejillas, puertas, etc.) se encuentren en la zona opuesta a aquella donde ha de situarse el extractor, a fin de conseguir que el barrido sea lo más completo posible.

El caudal requerido para la renovación de aire se lo obtiene con el mínimo de aire fresco recomendable por persona (m<sup>3</sup>/h) considerando un promedio de presencia de personal en cada área funcional del local. Así, por ejemplo, si en el área de preparación permanecen alrededor de 5 personas, el caudal requerido es de 300 m<sup>3</sup>/h para una renovación aceptable de aire

Para proveer una correcta renovación del aire, las referencias elegidas se describen a continuación.

Tabla 2.9 Recomendaciones Técnicas para una Correcta Renovación de Aire

Área	Volumen	Caudal requerido para renovación de aire	Extractor	
	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /h	Modelo	Caudal (m <sup>3</sup> /h)
Preparación	56.2	300 - 400	HCM-150 N	400
Cocción	45	300 - 400	HCM-150 N	400
Comedor	135	640 - 960	HV-300 AE	1100
Higiénico Sanitaria	15.6	60 - 100	DECOR-100	100

Fuente: Catálogo de Productos

Elaboración: Adaptada de Ventiladores y Extractores SOLER & PALAU, S.A

### CAPITULO 3

# DISEÑO DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE GASES PARA UN ASADOR DE POLLOS

## INTRODUCCIÓN

En este capítulo se definen las condiciones funcionales y alternativas para el diseño del sistema de extracción de gases para un asador de pollos. Estas condiciones describen de manera detallada los parámetros y requerimientos necesarios para dimensionar los elementos del sistema, definiendo las características más adecuadas para una correcta extracción.

### 3.1 PARÁMETROS Y REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

Los parámetros funcionales son las condiciones o datos del asador de pollos que se consideran necesarios para diseñar el sistema de extracción de gases. La Tabla 3.1 muestran los parámetros fundamentales.

Tabla 3.1 Parámetros Funcionales del Asador de Pollos

Parámetro	Característica
Tipo de Asador	Asador industrial a carbón
Capacidad	48 pollos
Régimen de Trabajo	60-80 minutos
Dimensiones de la Parrilla	2.6 x 1.2 metros

Los requerimientos funcionales son las características técnicas que se deben llevar a efecto para asegurar un adecuado funcionamiento del sistema de extracción de gases.

Tabla 3.2 Requerimientos Funcionales del Sistema de Extracción de Gases

Requerimientos	Característica
Tipo de campana	Campana Tipo I
Estilo de campana	Montada en la pared
Altura de Campana	0.76 m
Número de caras abiertas	Cara frontal abierta
Dispositivos de remoción de grasa	Deflectores de acero inoxidable
Dispositivos de control para VOCs	Filtro de carbón activado
Equipo de extracción de aire	Ventilador centrifugo

### 3.2 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

El análisis de alternativas para el sistema de extracción de gases considera los siguientes aspectos:

- Posición del asador de pollos en el área de cocción
- Salida del ducto desde local

#### 3.2.1 POSICIÓN DEL ASADOR DE POLLOS EN EL ÁREA DE COCCIÓN

La posición del asador de pollos en el área de cocción, considera dos alternativas de colocación. Las alternativas se describen a continuación.

### Alternativa A

El asador de pollos se ubica en la parte central del área de cocción a una distancia simétrica del área contigua de preparación de alimentos y la entrada al restaurante.

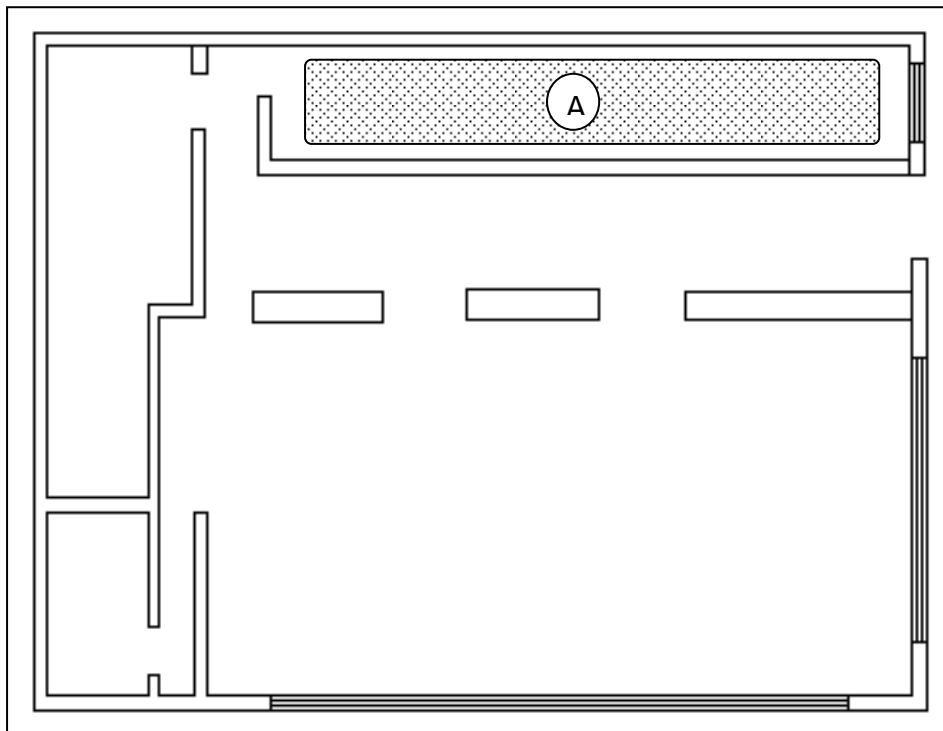


Figura 3.1 Alternativa A. Posición del Asador de Pollos en el Área de Cocción

### Alternativa B

El asador de pollos se ubica junto a la entrada del restaurante en el extremo del área de cocción.

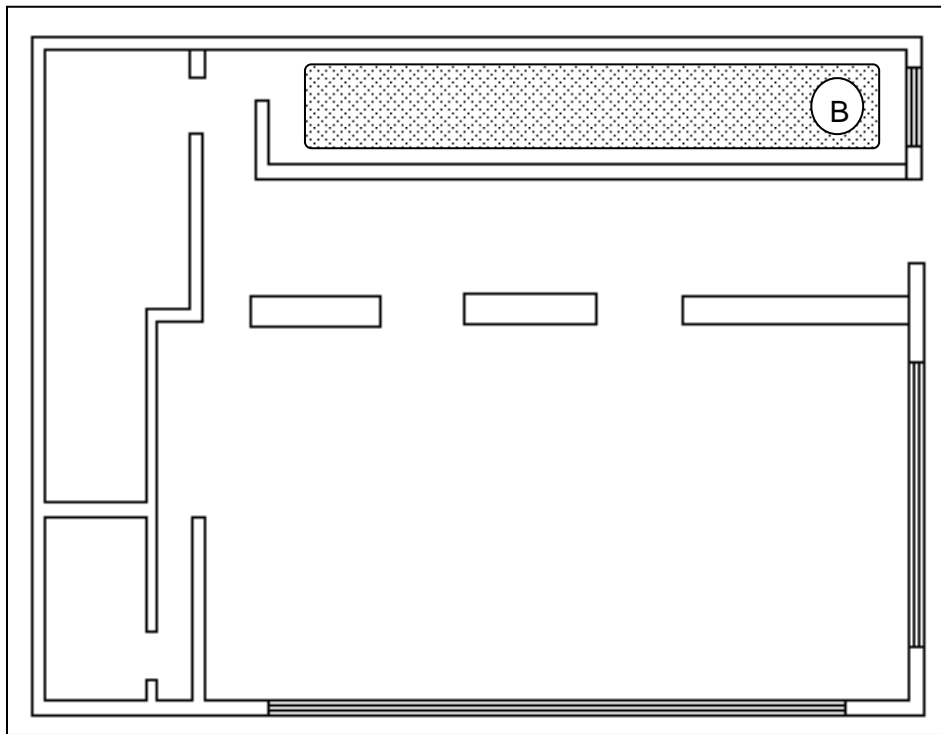


Figura 3.2 Alternativa B. Posición del Asador de Pollos en el Área de Cocción

Es necesario definir las ventajas y desventajas de las alternativas analizadas con el propósito de elegir la más adecuada. A continuación, la Tabla 3.3 lista las condiciones de cada opción examinando la situación más favorable para el montaje del sistema de extracción de gases.

Tabla 3.3 Ventajas y Desventajas de las Alternativas para la Posición del Asador

	Ventajas	Desventajas
--	----------	-------------

Alternativa A	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fácil acceso para labores de mantenimiento</li> <li>- Menor dificultad en el montaje del sistema de extracción</li> <li>- Costo Moderado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mayor longitud de ducto</li> </ul>
Alternativa B	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menor longitud de ducto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presencia de corrientes externas de aire</li> <li>- Mayor tiempo de montaje</li> <li>- Distribución asimétrica</li> </ul>

### 3.2.1.1 Selección de Alternativa

La selección de alternativa consiste en elegir la opción más adecuada considerando los parámetros funcionales del sistema de extracción. Los criterios de selección que se toman en cuenta son: costo, facilidad de montaje, mantenimiento y apariencia.

La representatividad de cada criterio en la selección de la alternativa de diseño, depende de su grado de importancia. Para lo cual, es necesario definir un factor de ponderación que permita jerarquizar los criterios. La Tabla 3.4 muestra los factores de ponderación considerados.

Tabla 3.4 Escala de Calificaciones para Alternativas de Diseño

Criterio	Factor de Ponderación
----------	-----------------------



Costo	0.3
Facilidad de Montaje	0.3
Mantenimiento	0.3
Apariencia	0.1

En la Tabla 3.5 se indica la calificación de cada alternativa como resultado de la ponderación de los criterios tomados en cuenta.

La alternativa elegida, es la que mayor valor numérico haya acumulado después de determinar las cualidades de los criterios analizados.

Tabla 3.5 Selección de Alternativas para la Posición del Asador

	Factor de Ponderación	Alternativa A		Alternativa B		Ideal	
		Calif.	Factor	Calif.	Factor	Calif.	Factor
Costo	0.3	3	0.9	2	0.6	3	0.9
Facilidad de montaje	0.3	2	0.6	1	0.3	3	0.9
Mantenimiento	0.3	2	0.6	1	0.3	3	0.9
Apariencia	0.1	3	0.3	2	0.2	3	0.3
TOTAL	1	10	2.4	6	1.4	12	3

La alternativa A es la más adecuada para la posición del asador en el área de cocción

### 3.2.2 SALIDA DEL DUCTO DESDE EL LOCAL

Son dos las alternativas que definen la salida del ducto desde el local.

### Alternativa A

Consiste en la salida lateral del ducto a través de la fachada del restaurante, para luego dirigirse hacia lo alto.

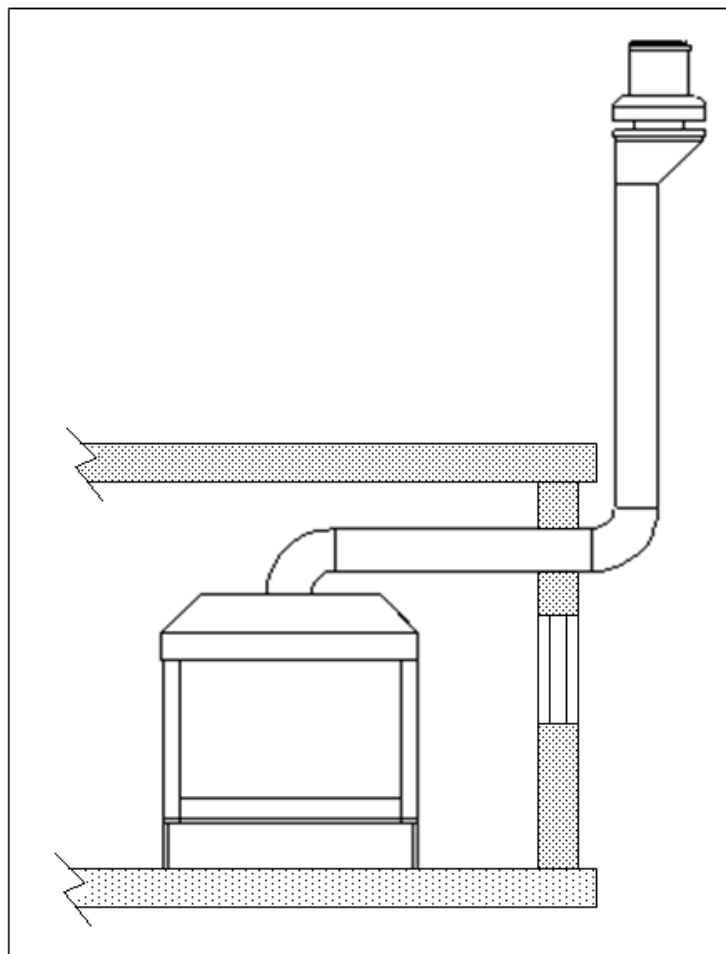


Figura 3.3 Alternativa A. Salida del Ducto desde el Local

### Alternativa B

El ducto del sistema de extracción tiene su salida directa y perpendicular a través del techo del restaurante

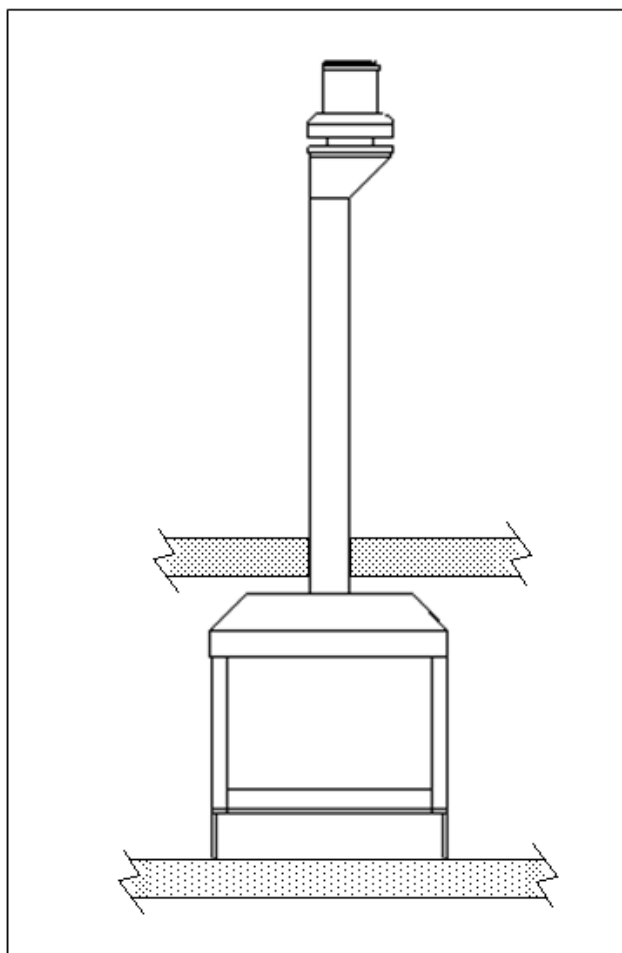


Figura 3.4 Alternativa B. Salida del ducto del local

Las ventajas y desventajas de las distintas alternativas son necesarias para definir la solución técnica más adecuada para la implementación del sistema. La Tabla 3.6 las describe en detalle.

Tabla 3.6 Ventajas y Desventajas de las Alternativas para la Salida del Ducto

	Ventajas	Desventajas
Alternativa A	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No es necesario cortar la losa</li> <li>- Menor tiempo de instalación</li> <li>- Mayor seguridad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mayor longitud de ducto</li> </ul>
Alternativa B	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menor longitud de ducto</li> <li>- Menores pérdidas de carga por la ausencia de accesorios (codos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mayor tiempo de montaje</li> <li>- Posibles filtraciones en losa</li> <li>- Debido a la ausencia de separación con las edificaciones contiguas, no está permitido la salida directa a través de la losa</li> </ul>

### 3.2.2.1 Selección de Alternativa

La selección de alternativa para la salida del ducto desde el local toma los siguientes criterios de selección: costo, facilidad de montaje, seguridad, cumplimiento con ordenanza, mantenimiento, apariencia. De acuerdo con la ponderación siguiente la elección se desarrolla a continuación en la Tabla 3.7

Tabla 3.7 Selección de Alternativas para la Salida del Ducto

	Factor de Ponderación	Alternativa A		Alternativa B		Ideal	
		Calif.	Factor	Calif.	Factor	Calif.	Factor
Costo	0.3	1	0.3	2	0.6	3	0.9
Facilidad de montaje	0.2	3	0.6	1	0.2	3	0.6
Mantenimiento	0.2	1	0.2	2	0.4	3	0.6
Seguridad	0.2	3	0.6	1	0.2	3	0.6
Apariencia	0.1	1	0.1	2	0.2	3	0.3
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>1.8</b>	<b>8</b>	<b>1.6</b>	<b>15</b>	<b>3</b>

Entonces, la alternativa A es la escogida para la salida del ducto desde el local.

Seleccionadas las dos alternativas se puede concluir que el asador de pollos se ubica en el centro del área de cocción con la salida del ducto por la fachada del local.

### **3.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE GASES**

El diseño del sistema de extracción de gases, consiste en el cálculo y dimensionamiento de sus elementos. Los aspectos que se tratan son:

- Cálculo del caudal de extracción
- Dimensionamiento de ductos
- Pérdidas de carga
- Selección del dispositivo de extracción

#### **3.3.1 CÁLCULO DEL CAUDAL DE EXTRACCIÓN**

La cantidad de aire contaminado se denomina caudal o tasa de descarga y viene expresada por:

$$Q = A \times V \quad (3.1)$$

Siendo:

Q = caudal en m<sup>3</sup>/s

A = área de influencia en m<sup>2</sup>

V = velocidad de captura en m/s

El primer paso es determinar el área de influencia del equipo. El área de influencia constituye el área abierta de la campana de extracción considerando las proyecciones recomendadas para campanas estándar (Tabla 1.2)

Los requerimientos funcionales para campanas, muestran una dimensión de 2,6 x 1,2 m. y una altura mínima de montaje de las campana Tipo I en equipos comerciales de 0.76 m. Si el área abierta de la campana está ubicada en el panel frontal, el área de influencia es igual:

$$A = 2,6 \times 0,76 = 1,97m^2$$

La velocidad de captura en el diseño del sistema de extracción es un aspecto crítico. Una velocidad de captura por debajo de lo recomendado significa una captación deficiente y la propagación del contaminante

Para equipos de cocina la velocidad de captura recomendada es de 0.66 m/s.<sup>9</sup>  
Entonces el caudal es:

$$Q = A \times V$$

$$Q = 1.97m^2 \times 0.66m / s$$

$$Q = 1.3m^3 / s$$

### 3.3.2 DIMENSIONAMIENTO DE DUCTOS

El objetivo del dimensionamiento de ductos es determinar los requerimientos que deberá cubrir el sistema para evacuar el caudal de extracción del efluente contaminado.

El caudal que circula por un ducto y la velocidad de circulación están ligados por la expresión:

$$Q = S \times V \tag{3.2}$$

En donde:

Q = caudal en m<sup>3</sup>/s

S = área o sección de paso en m<sup>2</sup>

V = velocidad de transporte en m/s

---

<sup>9</sup> ASHRAE; Application Handbook; Kitchen Ventilation

La velocidad de transporte para este tipo de aplicación es de 7.6 m/s (Tabla 1.5). Conocidos el caudal y la velocidad de transporte, el diámetro circular del ducto se lo calcula a partir del área o sección de paso:

$$S = \frac{Q}{V}$$

$$S = \frac{1.3m^3 / s}{7.6m / s}$$

$$S = 0.17m^2$$

Con la sección circular (S) del ducto, el diámetro es igual:

$$S = \frac{\pi \times d^2}{4}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \times S}{\pi}}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 0.17m^2}{\pi}}$$

$$d = 0.46m$$

### **3.3.3 PÈRDIDAS DE CARGA.**



Cuando el aire fluye por un ducto, supone una pérdida de energía que se manifiesta en una disminución de presión. Esta pérdida de presión es lo que conocemos con el nombre de pérdida de carga o caída de presión.

Las pérdidas de carga en el sistema de extracción de gases son:

- Pérdidas de carga en la campana
- Pérdidas de carga en el ducto
- Pérdidas de carga en accesorios
- Pérdidas de carga en dispositivos de limpieza.

### 3.3.3.1 Pérdidas de Carga en la Campana.

La magnitud de las pérdidas de carga en la campana, es calculada a partir del caudal y la presión estática relacionados con la expresión:

$$Q = 4.04 \times S \times \left[ \frac{0.1021 \times \Delta P}{(1 + Fc)} \right]^{1/2} \quad (3.3)$$

En donde:

Q = caudal en m<sup>3</sup>/s

S = sección del ducto unido a la campana en m<sup>2</sup>

ΔP = presión estática en la campana en Pa

Fc = Factor pérdidas de campana

Despejando las ΔP, se tiene:

---

<sup>(3.3)</sup> ASHRAE; Handbook of Fundamentals

$$\Delta P = \frac{\left( \frac{Q}{4.04 \times S} \right)^2 \times (1 + Fc)}{0.1021}$$

La sección del ducto unido a la campana, es el área del ducto rectangular equivalente al ducto de sección circular calculado anteriormente. Los ductos rectangulares son utilizados más comúnmente debido a que poseen una mejor área transversal si se los compara con los ductos de sección circular. El ducto resultante es uno con una dimensión de 0.40 x 0.55 m. (Ver Anexo 3)

El factor de pérdida en la campana depende de la forma del ducto. Para un ducto de boca rectangular o cuadrada y un ángulo  $\alpha$  de campana igual a  $90^\circ$  se tiene un factor de 0,24 (Ver Anexo 4). Conocidas todas las magnitudes las pérdidas en la campana son:

$$\Delta P = \frac{\left( \frac{1.3m^3 / s}{4.04 \times 0.22m^2} \right)^2 \times (1 + 0.24)}{0.1021}$$

$$\Delta P = 25.98 Pa$$

$$\Delta P = 2.67 mm.c.a$$

### 3.3.3.2 Pérdidas de Carga en el Ducto.

Las pérdidas de carga en un ducto recto se obtienen con la expresión:

$$\Delta P = \frac{0.4 \times f \times \left( \frac{L}{100 \times d} \right)^{1.22} \times V^{1.82}}{0.1021}$$

En donde:

$\Delta P$  = pérdida de carga en Pa

f = rugosidad superficial interior (0.9 ducto galvanizado)

L = longitud del ducto en metros

d = diámetro del ducto circular en metros

V = velocidad del aire en m/s

La longitud del ducto recto considerando las secciones horizontal y vertical del sistema de extracción es de 8 metros. Por lo tanto, las pérdidas en el ducto son:

$$\Delta P = \frac{0.4 \times 0.9 \times \left( \frac{8}{100 \times 0.46} \right)^{1.22} \times 7.6^{1.82}}{0.1021}$$

$$\Delta P = 16.73 Pa$$

$$\Delta P = 1.68 mmc.a$$

### 3.3.3.3 Pérdidas de Carga en Accesorios

En la instalación de sistemas de extracción de gases, los tramos rectos son unidos por derivaciones y codos. Estos accesorios también producen una pérdida de carga adicional, y se listan a continuación.

#### *3.3.3.3.1 Pérdidas de Carga en Codos*

Los accesorios utilizados son dos codos con una proporción de aspecto (W/D) y relación R/D igual a 1. El Anexo 5 muestra las pérdidas de carga para un codo de 90°, proporción de aspecto y relación R/D igual a 1. Las pérdidas resultantes son:

$$\text{Pérdidas del codo} = 7.335\text{Pa}$$

$$= 0.75 \text{ mm.c.a}$$

Si consideramos todo el sistema de extracción de gases, se tiene:

$$\text{Pérdidas en los dos codos} = 14.67\text{Pa}$$

$$= 1.50 \text{ mm c.a}$$

#### **3.3.3.4 Pérdidas de Carga en Dispositivos de Limpieza**

Producto de la cocción de alimentos se producen grasa, agua, vapor y otras partículas. El objetivo de los dispositivos de limpieza, es extraer las emisiones disminuyendo sus contenidos de grasa, olor, y vapores irritantes.

Se deberá contar con filtros de condensación de grasa, filtros de carbón activado u otros, con las especificaciones técnicas necesarias que garanticen el control de emisiones gaseosas<sup>10</sup>

Se identifican entonces, dos tipos de dispositivos:

- Dispositivo de remoción de grasa
- Dispositivo de control para VOCs

#### *3.3.3.4.1 Dispositivo de remoción de grasa.*

La remoción de grasa en el sistema de extracción de gases se lleva a cabo con la utilización de deflectores de acero inoxidable. El número de deflectores que cubre el área de la campana son 5 con un caudal aproximado de 0.3 m<sup>3</sup>/s cada uno. Las pérdidas de carga en este tipo de dispositivos vienen dada por el fabricante. (Ver Anexo 6)

Pérdidas en deflector de acero inoxidable = 67.135 Pa

= 6.86 mm c.a.

#### *3.3.3.4.2 Dispositivo de Control para VOCs*

Los compuestos volátiles orgánicos son controlados con la utilización de filtros de carbón activado. Las pérdidas son evaluadas directamente por el fabricante. (Ver Anexo 7)

Pérdidas en filtro de carbón activado = 39.75 Pa

---

<sup>10</sup> DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO; Resolución 001. Guía de Buenas Prácticas Ambientales Sectoriales

$$= 4.06 \text{ mm c.a.}$$

PÉRDIDAS TOTALES = Campana+ Ducto +Accesorios + Dispositivos de limpieza

$$= 25.28 + 16.73 + 14.67 + 67.13 + 39.75$$

$$= 163.56 \text{ Pa}$$

$$= 16.7 \text{ mm c.a}$$

Las curvas características de los ventiladores que figuran en los catálogos, responden a una temperatura del aire de 20 °C y una presión barométrica de 760 mm Hg. equivalente a una densidad del aire de 1,2 kg/m<sup>3</sup>. Cualquier modificación de estos valores implica la utilización de los coeficientes de corrección

Para una altitud de 2800 msnm y 20 °C, el factor de corrección es igual a 0.705.<sup>11</sup> Este valor es el componente que define el desempeño del sistema de extracción de gases. Un adecuado factor de corrección garantiza el correcto funcionamiento del extractor, evitando así, inconvenientes como: insuficiente velocidad de captura en la boca de la campana, deficiente extracción del caudal contaminado.

De modo que las pérdidas totales corregidas son igual:

$$\text{PÉRDIDAS TOTALES} = 163.56 / 0.705$$

$$= 232 \text{ Pa}$$

---

<sup>11</sup> CARNICER, Enrique; Ventilación Industrial. Calculo y Aplicaciones

$$= 23.7 \text{ mm c.a.}$$

En el montaje de dispositivos de extracción de aire o ventiladores, el nivel de ruido o ruido máximo admisible es considerado como un requerimiento funcional. Este está sometido a la normativa que controla la contaminación acústica en este tipo de establecimientos.

Para este tipo de locales, el nivel sonoro está restringido a un rango de 55 a 75 dB<sup>12</sup>.

### **3.3.4 SELECCIÓN DEL DISPOSITIVO DE EXTRACCIÓN**

El dispositivo de extracción es seleccionado considerando los valores de caudal, pérdidas de carga y nivel sonoro. Los datos obtenidos son:

- Caudal: 1.3 m<sup>3</sup>/s
- Pérdidas totales de carga: 232 Pa
- Nivel sonoro en dB: 55-75 dB

Las especificaciones de caudal, pérdidas totales de carga y nivel sonoro, corresponden a los ventiladores centrífugos de la serie CRV de la marca Soler & Palau. (Ver Anexo 8)

El ventilador seleccionado es del tipo CRV 18 definido por:

- Caudal: 1.35 m<sup>3</sup>/s

---

<sup>12</sup> DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO; Ordenanza 0123. Prevención y Control de la Contaminación

- Presión Estática: 248.65 Pa
- Potencia: 1 HP
- Nivel sonoro: 66.95 dB

Con la selección del dispositivo de extracción, el proceso de diseño del sistema de extracción de gases está finalizado. El dimensionamiento de ductos y las pérdidas de carga, se analizan para los ductos horizontal y vertical con una longitud total de 8 metros.

Con la finalidad de confirmar los datos obtenidos, se propone a continuación el tratamiento del ducto vertical como una chimenea.

### **3.3.5 PROCEDIMIENTO ALTERNATIVO PARA EL DISEÑO DEL DUCTO VERTICAL**

Es necesario, primeramente, conocer algunas definiciones fundamentales acerca de la utilización de chimeneas.

- Chimenea. Es una estructura que contiene uno o más canales o conductos verticales que transporta un flujo gaseoso hacia el exterior.<sup>13</sup>
- Tiro. Es la diferencia de presión asociada con el movimiento de flujos gaseoso a través de una chimenea. El tiro natural se produce por la diferencia de peso entre la columna de gases dentro del flujo y la columna de aire ambiental. Cuando el movimiento del aire es suministrado por un ventilador, se denomina tiro forzado o inducido.
- Tiro teórico (Dt). El tiro teórico es producido por la diferencia de peso entre la columna de gases dentro del flujo y la columna de gases fuera de él. El tiro teórico esta expresado por la siguiente fórmula:

---

<sup>13</sup> NFPA 211; Standard for Chimneys, Fireplaces, Vents, And Solid Fuel – Burning Appliances; 2006 Edition



$$Dt = 0.03413 \times H \times B \times \left( \frac{1}{T_o} - \frac{1}{T_m} \right) \quad (3.4)$$

En donde:

Dt = tiro teórico en Pa

H = altura de chimenea en metros.

B = presión barométrica en Pa

T<sub>o</sub> = temperatura ambiental en °K

T<sub>m</sub> = temperatura media de los gases en °K

- Tiro disponible (Dd). El tiro disponible es producido por una chimenea es igual al tiro teórico menos la pérdida de carga.

$$Dd = Dt - \Delta P \quad (3.5)$$

En donde:

Dd = tiro disponible en Pa.

Dt = tiro teórico en Pa.

$\Delta P$  = pérdida de carga en Pa.

- Tiro requerido (Dr). El tiro requerido resulta de la adición de la caída de presión en cada elemento del sistema de extracción hasta la chimenea.

---

<sup>(3.4)</sup> ASHRAE; Guide and Data Book; Chimney and Draft

Conocidos los conceptos esenciales que intervienen en el diseño de una chimenea, se prosigue con el proceso de cálculo y dimensionamiento.

### 3.3.5.1 Pérdida de carga en la chimenea

Para obtener la pérdida de carga producto de la fricción a través de la chimenea se emplea la expresión:

$$\Delta P = k \cdot \rho_g \cdot \left( \frac{V^2}{2} \right) \quad (3.6)$$

Siendo:

$\Delta P$  = pérdida de carga en Pa.

K = coeficiente de fricción

$\rho_g$  = densidad media de los gases en la chimenea en kg/m<sup>3</sup>

V = velocidad de los gases en m/s

La densidad media de los gases ( $\rho_g$ ) es calculada mediante la ecuación:

$$\rho_g = 0.003486 \left( \frac{B}{T_m} \right) \quad (3.7)$$

Siendo:

B = presión barométrica en Pa

T<sub>m</sub> = temperatura media de los gases en °K

---

<sup>(3.7)</sup> ASHRAE; Guide and Data Book; Chimney and Draft

Entonces,

$$\rho_g = 0.003486 \left( \frac{72375 Pa}{322^\circ K} \right)$$

$$\rho_g = 0.78 \frac{kg}{m^3}$$

Usando la ecuación (3.6), se tiene:

$$\Delta P = 0.35 \times 0.78 \times \left( \frac{7.6^2}{2} \right)$$

$$\Delta P = 7.8842 Pa$$

$$\Delta P = 0.805 mmc.a.$$

Para encontrar el tiro disponible (Dd), se requiere el tiro teórico (Dt). Entonces, con la ecuación (3.4):

$$Dt = 0.03413 \times 72375 Pa \times 3.3m \times \left( \frac{1}{293} - \frac{1}{322} \right)$$

$$Dt = 2.5056 Pa.$$

$$Dt = 0.256 mmc.a.$$

Para el cálculo del tiro teórico se considera una altura de chimenea de 3.3 m. Esta es la distancia necesaria para evacuar los gases a una altura de 1 metro por encima de la última planta accesible de la edificación contigua.

Entonces, el tiro disponible (Dd) es:

$$Dd = Dt - \Delta P$$

$$Dd = 2.5056 - 7.8842$$

$$Dd = -5.3786 Pa$$

$$Dd = -0.549 mmc.a.$$

Los sistemas de tiro inducido o forzado utilizan ventiladores usualmente seleccionados a partir de su caudal en m<sup>3</sup>/s. La ecuación para determinar el caudal es:

$$Q = 19.714 \times (d_i)^2 \times \left( \frac{\Delta P \cdot T_m}{k \cdot B} \right)^{0.5} \quad (3.8)$$

En donde:

Q = caudal de en m<sup>3</sup>/s

d<sub>i</sub> = diámetro de la chimenea en metros

---

<sup>(3.8)</sup> ASHRAE; Guide and Data Book; Chimney and Draft

$T_m$  = temperatura media de los gases en °K

$K$  = coeficiente de fricción

$B$  = presión barométrica en Pa

$\Delta P$  = pérdida de carga en Pa

El diseño de la chimenea radica en determinar su diámetro. Ahora, el diámetro se obtiene a partir de la ecuación anterior:

$$d_i = \sqrt{\frac{Q}{19.714 \times \left( \frac{\Delta P T_m}{k \cdot B} \right)^{0.5}}}$$

$$d_i = \sqrt{\frac{1.3 \text{ m}^3 / \text{s}}{19.714 \times \left( \frac{7.8842 \text{ Pa} \cdot 322^\circ \text{ K}}{0.35 \times 72375 \text{ Pa}} \right)^{0.5}}}$$

$$d_i = 0.456 \text{ m.}$$

El tiro requerido para extraer los gases que provienen del asador de pollos se obtiene sumando los elementos que intervienen en el sistema hasta llegar a la chimenea. Los componentes considerados son: la campana, deflectores antigrasa, ducto horizontal y los dos codos.

$$Dr = \Delta P(\text{campana}) + \Delta P(\text{deflector}) + \Delta P(\text{ducto.horizantal}) + \Delta P(\text{codos})$$

$$Dr = 25.28 + 67.13 + 7.73 + 14.67$$

$$Dr = 114.81 Pa.$$

$$Dr = 11.73 \text{ mmc.a.}$$

El diseño adecuado de una chimenea debe cumplir con la siguiente condición:

$$Dd > Dr$$

La evacuación de los gases por medios naturales es posible, solamente, si se cumple esta condición. Si comparamos los valores de tiro requerido ( $Dr$ ) y tiro disponible ( $Dd$ ), se aprecia que el valor del tiro disponible es mucho menor que el tiro requerido. Por lo tanto, la extracción del efluente no es posible por medios naturales.

Por consiguiente, el movimiento del contaminante se obtiene mediante la utilización de un extractor de aire que produce el tiro inducido o forzado necesario para extraer los gases.

Finalmente, si contrastamos los valores de dimensionamiento de 0.46 m, con el procedimiento principal, y 0,456 m. con el método alternativo; se observa que los valores son prácticamente iguales.

## **CAPÍTULO 4**

# **ESPECIFICACIONES CONSTRUCTIVAS DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE GASES**

## **INTRODUCCIÓN**

En este capítulo se describe de una manera particularmente útil las especificaciones constructivas de los elementos del sistema de extracción de gases. Este estudio pretende proveer una referencia básica de los requerimientos mínimos de fabricación e instalación de los sistemas de extracción de gases utilizados en procesos de cocción comercial.

### **4.1 MATERIALES.**

Es necesario definir como información preliminar el carácter de los materiales utilizados. El propósito es identificar y sustentar la selección del material más conveniente para la construcción del sistema de ductos y campana.

Los materiales son clasificados por el grado de propagación de fuego y desarrollo de humo en un evento de ignición. Se los identifica a través de un número o índice. El índice de un material, es la tasa relativa de propagación de fuego en la superficie de un material. La Tabla 4.1 muestra la clasificación de los materiales.

Tabla 4.1 Clasificación de los Materiales por su Propagación de Fuego

Clase	Índice de propagación de fuego	Índice de desarrollo de humo
A	0 - 25	0 - 450
B	26 - 75	0 - 450
C	76 - 200	0 - 450
Referencia		
Cemento	0	0
Roble Rojo	100	100

Fuente: Duct Construction

Elaboración: ASHRAE, Handbook and Product Directory

#### 4.1.1 MATERIALES PARA DUCTOS

La Asociación Nacional de Protección contra Fuego (NFPA) especifica que el material destinado para la construcción de ductos es el acero, hierro galvanizado, aluminio, concreto y ladrillo. Estos materiales poseen un índice de propagación de fuego de 0. Los materiales Clase A pueden ser utilizados en ductos para sistemas en edificaciones hasta dos plantas y temperaturas no mayores de 121 °C.

Los ductos rectangulares poseen la mejor área transversal comparativamente con otro tipo de ductos. Son menos rígidos que los ductos con sección circular y más fácilmente construidos en sitio.



Los materiales más usados para la construcción de ductos rectangulares son acero galvanizado y aluminio. El espesor y grado de las láminas galvanizadas se describen a continuación en la Tabla 4.2

Tabla 4.2 Espesor de las Láminas de Acero para Ductos Rectangulares

Grado	Espesor (pulgadas)		Peso nominal lb/ft <sup>2</sup>
	Nominal	Mínimo	
30	0.0157	0.0127	0.656
28	0.0187	0.0157	0.781
26	0.0217	0.0187	0.906
24	0.0276	0.0236	1.156
22	0.0336	0.0296	1.406
20	0.0396	0.0356	1.656
18	0.0516	0.0466	2.156
16	0.0635	0.0575	2.656
14	0.0785	0.0705	3.281
13	0.0934	0.0854	3.906
12	0.1084	0.0994	4.531
11	0.1233	0.1143	5.156
10	0.1382	0.1292	5.781

Fuente: Duct Construction  
Elaboración: ASHRAE, Handbook and Product Directory

#### 4.1.2 RESUMEN DE MATERIALES

Los materiales utilizados para la construcción de los elementos del sistema se describen en la Tabla 4.3

Tabla 4.3 Resumen de Materiales utilizados en el Sistema de Extracción de Gases

	Material	Especificación
Campana	Acero Inoxidable	Espesor = 0.9 mm
Ducto	Tol Galvanizado	Espesor = 0.5 mm
Soporte Ducto	Acero	Espesor = 3mm Ancho = 19 mm
Acople Ventilador	Tol Galvanizado	Espesor = 0.5 mm
Junta Transversal	Tol Galvanizado	Espesor = 0.5 mm

## **4.2 REQUERIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE**

Las especificaciones constructivas del sistema de extracción de gases, comprende la descripción de las características constructivas y de instalación de cada uno de los elementos del sistema. Los elementos analizados son:

- Ductos
- Campana
- Dispositivo de remoción de grasa
- Dispositivo de extracción de aire

## 4.2.1 ESPECIFICACIONES CONSTRUCTIVAS PARA DUCTOS

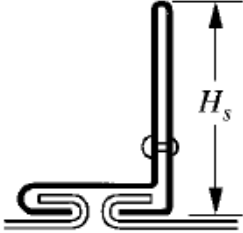
Para el diseño y construcción de un sistema de descarga económicamente asequible, se recomienda seleccionar una combinación óptima de espesores, tipo de refuerzo en juntas transversales, y un máximo espaciado de cada sección. A continuación se analiza estos aspectos.

### 4.2.1.1 Seccionamiento del Ducto

Las secciones del ducto en un sistema de extracción de gases dependen de la rigidez y espesor de material utilizado. La longitud de las secciones determina la necesidad de refuerzos en juntas transversales y longitudinales

En la Tabla 4.4 se detalla la selección del tipo de junta transversal y seccionamiento más adecuados para la aplicación analizada.

Tabla 4.4 Selección del Tipo de Refuerzo y Seccionamiento

Tipo de Junta	Descripción		Junta Tipo A
A-5 Hs: 1 1/8 in	Espesor del ducto	0.0187 in	
	Diámetro del ducto	18 in	
	Perdida de carga	± 2 mm c.a	
	Espaciamiento	5 ft	

Fuente: Duct Construction

Elaboración: Adaptada de SMACNA; HVAC Duct Construction Standards

La Tabla 4.5 detalla los aspectos fundamentales para un apropiado montaje y fabricación de ductos.

Tabla 4.5 Especificaciones Constructivas para Ductos

DUCTOS	
Juntas longitudinales	- Las juntas longitudinales de los ductos deben ser traslapadas y remachadas o soldadas por puntos en una longitud máxima de 3 pulgadas.
Conexiones Ducto - Ducto	- Las conexiones ducto - ducto deben ser traslapadas y remachadas una longitud de 2 pulgadas
Accesos de limpieza	- Están ubicados cada 10 pies, cercanos a los ángulos y codos - La distancia de los extremos del acceso a los extremos del ducto no debe ser menor de 38.1 mm (1 ½ in.)
Soporte de ductos	- Los soportes de los ductos se localizan cada 12 pies para ductos de 8 pulgadas o menores, y 20 pies para ductos más grandes.
Espacio libre	- Debe existir una separación mínima de 6 pulgadas entre el ducto y paredes, techo o piso.

Fuente: Kitchen Ventilation

Elaboración: Adaptado de ASHRAE, Application Handbook

#### **4.2.2 ESPECIFICACIONES CONSTRUCTIVAS PARA CAMPANAS DE EXTRACCIÓN**

El elemento encargado de captar el efluente producto de la cocción de alimentos es la campana de extracción. Las especificaciones constructivas se definen en la Tabla 4.6

Tabla 4.6 Especificaciones Constructivas para Campanas

CAMPANAS	
Material	- Las campanas deben ser construidas en acero de no menos de 1.09 mm (0.043 in) de espesor o acero inoxidable de no menos de 0.94 mm (0.037in) de espesor
Juntas	- Todas las juntas de la campana expuestas directamente a gases de descarga y vapores con grasa, deben ser soldadas con un cordón continuo de soldadura para evitar la acumulación de grasa

Fuente: Kitchen Ventilation  
Elaboración: Adaptado de ASHRAE, Application Handbook

#### **4.2.3 ESPECIFICACIONES DE MONTAJE PARA LOS DISPOSITIVOS DE REMOCIÓN DE GRASA**

El control del efluente, consiste en la depuración del aire que se extrae del aparato de cocción. Esta operación es realizada mediante dispositivos de

remoción de grasa, dispuestos de tal manera, que limiten los compuestos grasos que los atraviesan.

La Tabla 4.7 expone las especificaciones constructivas para los dispositivos de remoción de grasa. Los aspectos considerados son: materil, espacio libre y posición.

Tabla 4.7 Especificaciones Constructivas para los Dispositivos de Remoción de Grasa

DISPOSITIVOS DE REMOCIÓN DE GRASA	
Material	- Los dispositivos de remoción de grasa deben ser contruidos de acero o materiales equivalentes
Espacio Libre	- La distancia entre el dispositivo y la superficie de cocción para parrillas a carbón, gas o eléctricas, no debe ser menor de 1.22 m (4 ft)
Posición	- Los dispositivos deben estar instalados con un ángulo no menor a 45 grados con relación a la horizontal

Fuente: Grease Removal Devices in Hoods  
Elaboración: Adaptado de NFPA 96; Standar for Ventilation Control and Fire Protection of Commercial Cooking Operation

#### 4.2.4 ESPECIFICACIONES DE MONTAJE PARA LOS DISPOSITIVOS DE EXTRACCIÓN DE AIRE

El dispositivo de extracción de aire es el encargado de evacuar el contaminante hacia el exterior. Los extractores que se encuentran instalados al final del sistema de ductos y se colocan en el exterior del local se denominan extractores de techo.

Los requerimientos que se consideran para un montaje adecuado del dispositivo de extracción son: espacio libre entre el dispositivo de extracción y el techo, y accesibilidad. La Tabla 4.8 designa las principales recomendaciones para tales aspectos.

Tabla 4.8 Especificaciones Constructivas para el Dispositivo de Extracción de Aire

DISPOSITIVO DE EXTRACCIÓN DE AIRE	
Espacio libre	- En los ventiladores de descarga vertical el ducto de descarga se extiende un mínimo de 18 in (0.45 m) por encima de la superficie del techo. El punto de descarga debe estar a un mínimo de 24 - 40 in (60 - 102 cm) por encima de la superficie del techo.
Accesibilidad	- El equipo de extracción deberá estar engoznado con el ducto de descarga para labores de mantenimiento y limpieza

Fuente: Upblast Fan Clearances

Elaboración: Adaptado de SMACNA; Kitchen Ventilation Systems and Food Service Equipment

### 4.3 MÁQUINAS Y EQUIPOS.

Las máquinas y equipos que se emplean para el sistema de extracción de gases se enumeran en la Tabla 4.9 con su respectiva descripción.

Tabla 4.9 Máquinas y Equipos

Equipo	Descripción
Dispositivo de Extracción de Aire	<p>Ventilador CRV-18 Soler &amp; Palau</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Caudal: 1.35 m<sup>3</sup>/s</li><li>- Presión Estática: 248.65 Pa</li><li>- Potencia: 0.74 Kw</li><li>- Nivel sonoro: 66.95 dB</li></ul>
Dispositivos de Limpieza	<p>Deflector antigrasa de acero inoxidable</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Dimensiones: 0.5x0.6 m.</li><li>- Caudal: 0.30 m<sup>3</sup>/s</li><li>- Pérdida de carga: 67.13 Pa</li></ul> <p>Filtro de carbón activado</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Dimensiones: 0.6x0.6 m.</li><li>- Caudal: 1.13 m<sup>3</sup>/s</li><li>- Pérdida de carga: 39.78 Pa</li></ul>

El Anexo II muestra en detalle los manuales de los equipos utilizados con sus características principales.



#### **4.4 HERRAMIENTAS**

Las herramientas destinadas a la construcción de los elementos son:

- Cizalla
- Taladro
- Escuadra
- Tijera para cortar tol
- Remachador
- Destornillador
- Dobladora
- Alicates
- Llaves estriadas acodadas
- Llaves fijas

#### **4.5 INSTRUMENTOS DE VERIFICACIÓN Y MEDICIÓN**

Los instrumentos de verificación y medición se utilizan durante el proceso de construcción y pruebas de campo en el lugar de montaje del sistema de extracción. Los instrumentos son:

- Flexómetro
- Medidor de aire
- Medidor de sonido

El medidor de aire se emplea para la medición de la velocidad del aire y del caudal volumétrico. Según el tipo de aplicación, los medidores de aire son fabricados como medidor de aire de hilo caliente, medidores de aire de rueda alada o como medidores de aire herméticos portátiles de tamaño de bolsillo.

#### **4.6 SECUENCIA DE FABRICACIÓN**

La secuencia de fabricación es la sucesión de operaciones de construcción de los elementos del sistema de extracción. Las Hojas de Procesos muestran el conjunto de acciones, recogidas en el Anexo III

#### **4.7 PRUEBAS DE CAMPO**

Las pruebas de campo son procedimientos de verificación e inspección del funcionamiento del sistema de extracción de gases. Están destinadas para el control de la calidad de operación de los equipos, así como sus condiciones de seguridad y confiabilidad. El Anexo IV muestra el Protocolo de Pruebas a realizarse.

# **CAPÍTULO 5**

## **ANALISIS DE COSTOS**

### **INTRODUCCIÓN**

En este capítulo se identifican los rubros del presente proyecto, detallándose la cantidad, unidad, costo unitario y costo total del sistema de extracción de gases. Se consideran los gastos de equipos, materiales, mano de obra y su proporción en el costo total del proyecto.

#### **5.1 COSTO DEL PROYECTO**

Los valores que intervienen en el coste del proyecto son:

- Costo de equipos
- Costo de materiales
- Costo de mano de obra
- Costo de diseño

##### **5.1.1 COSTO DE EQUIPOS**

Los valores de los equipos son los costos de los artefactos utilizados en el sistema de extracción de gases. Los equipos son: dispositivo de extracción de aire

Tabla 5.1 Costo de los Equipos

Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
Dispositivo de Extracción de Aire				
Ventilador CRV-18 Soler & Palau	1	Unidad	860	860
Motor 0.74Kw	1	Unidad	160	160
Dispositivos de Limpieza				
Deflector antigrasa de acero inoxidable	5	Unidad	125	625
Filtro de carbón activado	2	Unidad	6.19	12.38
<b>TOTAL EQUIPOS</b>	<b>1657.38</b>			

### 5.1.2 COSTO DE MATERIALES

La Tabla 5.2 explica acerca de los costos de materiales que se emplean en la construcción y montaje del sistema de extracción de gases

Tabla 5.2 Costo de los Materiales

Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
<b>MATERIALES</b>				
<b>Ducto</b>				
Ducto recto sin aislamiento 550x450 Tol galvanizado e=0.5 mm	49	Kg	3.7	181.3
<b>Campana</b>				
Campana Tipo I, Estilo Marquesina Acero Inoxidable e=0.9 mm	57	Kg	9.3	530.1
<b>Soporte Ducto</b>				
Platina de acero e=3 mm, a=19 mm	2.4	Kg	2.8	6.7
<b>Acople Ventilador</b>				
Tol galvanizado e=0.5 mm	5.9	Kg	3.7	21.83
<b>TOTAL PARCIAL (M)</b>			<b>739.93</b>	
<b>Instrumentos para Sujeción</b>				
Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
Tornillo M6x18	24	Unidad	0.04	0.96
Tacos F6	24	Unidad	0.02	0.48
Perno M6x18	24	Unidad	0.25	6
Remache Pop 1.5x6	27	Unidad	0.05	1.35
<b>TOTAL PARCIAL (N)</b>			<b>8.79</b>	
<b>TOTAL (M+N)</b>			<b>748.72</b>	

### 5.1.3 COSTO DE MANO DE OBRA.

Los gastos por concepto de mano de obra se detallan en la Tabla 5.3

UNIDAD = Kg.

$R = (\text{UNIDAD}/\text{HORA}) \quad 2.5$

$K = (\text{HORA}/\text{UNIDAD}) \quad 0.4$

Tabla 5.3 Costo de Mano de Obra

Descripción	Cantidad A	Jornal /Hora B	Costo Hora $C=A*B$	Costo Unitario $D=C*K$	Costo Total
Asistente	1	1.25	1.25	0.5	29.8
Ayudante montaje	1	1.5	1.5	0.6	35.76
TOTAL	65.56				

#### 5.1.4 COSTO DE DISEÑO

El costo de diseño comprende los gastos durante el todo el proceso de concepción y fabricación del sistema de extracción de gases. Los rubros considerados son: diseñador, dibujante y ayudante.

En la Tabla 5.4 se reflejan los costos por concepto de diseño.

Tabla 5.4 Costo de Diseño

Descripción	Cantidad A	Jornal/Hora B	Costo Hora $C=A*B$	Número Total horas K	Costo Total $D=C*K$
Diseñador	1	4	4	120	480
Dibujante	1	2	2	40	80
Ayudante	1	1.5	1.5	100	150
<b>TOTAL</b>	<b>710</b>				

### 5.1.5 COSTO TOTAL

Finalmente, el Costo Total del Proyecto es el agregado de los rubros detallados anteriormente. La Tabla 5.5 los describe a continuación.

Tabla 5.5 Costo Total del Proyecto

Descripción	Costo	Porcentaje
Costo de Equipos	1657.38	52
Costo de Materiales	748.72	24
Costo de Mano de Obra	65.56	2
Costo de Diseño	710	22
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>3181.66</b>	<b>100</b>

La Figura 5.1 muestra la proporcionalidad en el costo total del sistema de extracción de gases.

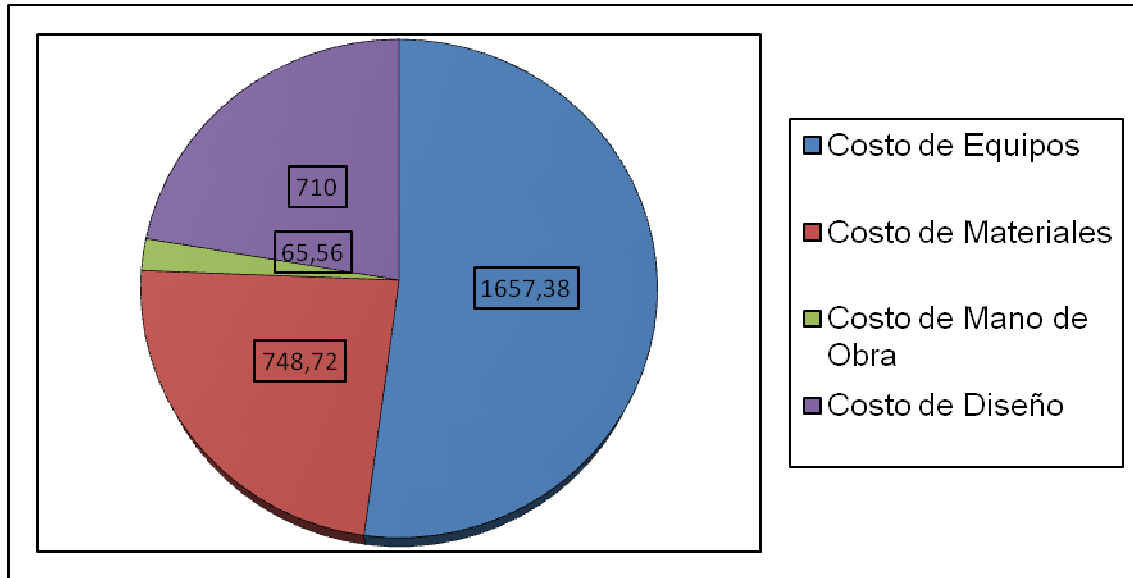


Figura 5.1 Proporción de Costos



## **CAPÍTULO 6**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1 CONCLUSIONES**

- La extracción de gases en procedimientos de cocción comercial de alimentos es importante no solo para evitar la diseminación del contaminante sino para salvaguardar la seguridad del personal
- Los paneles laterales y posteriores en una campana son altamente recomendables al proporcionar una mejor captura además de reducir el efecto de las corrientes de aire. Instalados de una manera correcta pueden reducir hasta del 10% del caudal de extracción.
- Una eficaz extracción depende básicamente de la capacidad de generar la velocidad de captura necesaria para remover el contaminante lo más cercanamente posible del foco de emisión.
- Primordialmente, los contaminantes que se emiten en operaciones de cocción de alimentos son grasa y compuestos orgánicos volátiles. El material particulado presente como grasa es removido a través de deflectores de acero inoxidable localizados en la campana. Los

compuestos orgánicos volátiles son controlados con la utilización de filtros de carbón activado.

- La velocidad de transporte en el ducto de extracción debe ser la suficiente para mantener las partículas de grasa en suspensión hasta su extracción hacia el exterior. Una velocidad escasa puede significar la sedimentación del contaminante, con el consiguiente peligro de incendio
  
- El diseño del sistema de extracción debe integrar el cálculo de las necesidades de ventilación para cada área funcional del establecimiento. Las recomendaciones técnicas plantean el mínimo de aire fresco a través de las renovaciones de aire sugeridas para mantener un ambiente termal satisfactorio en el local.
  
- Los requisitos esenciales que se exigen para la ventilación en edificios son establecidos por las normas INEN 1124 y 1126. Se indican las definiciones referentes a la ventilación, así como las disposiciones generales para una ventilación eficaz
  
- Para un adecuado diseño, se utiliza una serie de códigos que regulan los aspectos del diseño de sistemas de extracción de gases en cocinas comerciales. El estándar escrito específicamente para los sistemas de extracción en operaciones comerciales de cocción es la normativa NFPA 96 como también el ASHRAE en capítulos afines.
  
- La longitud de las secciones del ducto depende de su pérdida de carga y diámetro. La información producto de este análisis propone el espesor del material, tipo de refuerzo, y longitud de la sección.

- Una solución técnicamente sustentada incluye un análisis situacional y ocupacional del lugar donde se implanta. Los aspectos de edificación y uso de suelo son regulados por el Distrito Metropolitano de Quito conforme a las ordenanzas pertinentes.

## **6.2 RECOMENDACIONES**

- Para operaciones de cocción comercial, el dispositivo para limitar el contenido de grasa del efluente, debe ser de acero inoxidable. Debido al riesgo de incendio, los filtros de malla no se recomiendan para este tipo de aplicaciones.
- La inspección y limpieza del sistema de extracción de gases, se debe llevar a cabo según un cronograma de mantenimiento, donde se defina la frecuencia de estas labores. En aquellos sistemas que utilizan combustibles sólidos como fuente de calor, se recomienda la revisión mensual del sistema.
- Se recomienda la utilización de ventiladores centrífugos de descarga vertical para la extracción de gases con contenidos grasos. Este tipo de extractor posee su motor fuera de la corriente de gases, protegiéndolo de las impurezas y temperatura excesivas.
- Para aquellas secciones del ducto que quedan expuestas al ambiente, es necesario revestirlas con pintura anticorrosiva para combatir el posible daño del ducto. Además, la pintura debe ser restituida cumpliendo la recomendación del fabricante.

- Los deflectores antigrasa para operaciones de cocción que utilizan combustibles sólidos, deben estar colocados a una altura mínima de 1.2 metros por encima de la fuente de calor. Una distancia menor, puede provocar el ingreso de partículas encendidas al sistema de extracción.
  
- De ser posible, se recomienda la utilización de herramientas complementarias para la selección del ventilador. El software CAPS de los productos de la marca Greenheck, brinda una ayuda ágil y eficiente para la elección de un dispositivo de extracción

## BIBLIOGRAFIA

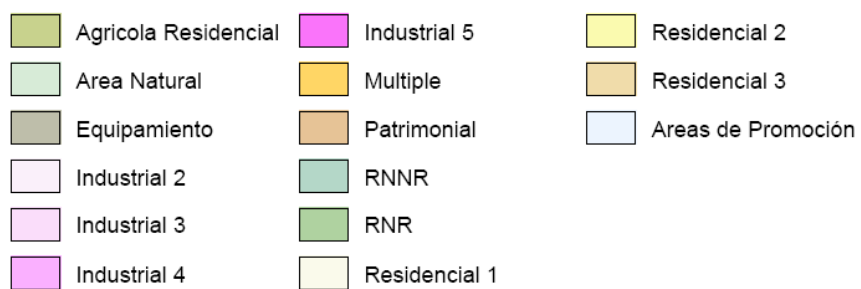
- CARNICER ROYO, Enrique; Ventilación Industrial. Cálculo y Aplicación; Editorial Paraninfo; Segunda Edición; 1994
- ASHRAE; Guide and Data Book. Applications; 1972
- CASTILLO, Pablo; NARANJO, Fernando; Estudio y Diseño de un Sistema de Ventilación, Limpieza y Tratamiento de Aire para la Sección de Tejeduría de la Industria TEIMSA; Enero 1999
- DURAN, Santiago; LASCANO Alex; Procedimientos Normalizados para la Evaluación de Sistemas de Ventilación Mecánica, Aire Acondicionado y Calefacción
- *NFPA 96*; Standard for Ventilation Control and Fire Protection of Commercial Cooking Operation; 2008 Edition
- INEN, Norma 1126: Ventilación Natural de Edificios; Requisitos; 1984
- INEN, Norma 1124: Ventilación Natural de Edificios; Definiciones; 1984
- CARRIER AIR CONDITIONING COMPANY; Manual de Aire Acondicionado; Boixareu Editores; Barcelona
- SOLER & PALAU; Manual de Ventilación; 2002
- GREENHECK; Sistemas de Ventilación para Cocinas; Guía de Diseño y Aplicaciones; 2005
- DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO; Ordenanza 3457 Arquitectura y Urbanismo; 2003
- DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO; Ordenanza 0024 Plan de Uso y Ocupación de Suelo; 2006
- DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO; Ordenanza 0095 Nuevo Régimen del Suelo; 2003
- DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO; Ordenanza 0123 Prevención y Control de la Contaminación; 2004

- DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO; Guías de Buenas Prácticas Ambientales para los Sectores de Industrias de Bajo Impacto y Mediano Impacto Ambiental; 2007

## **ANEXOS**

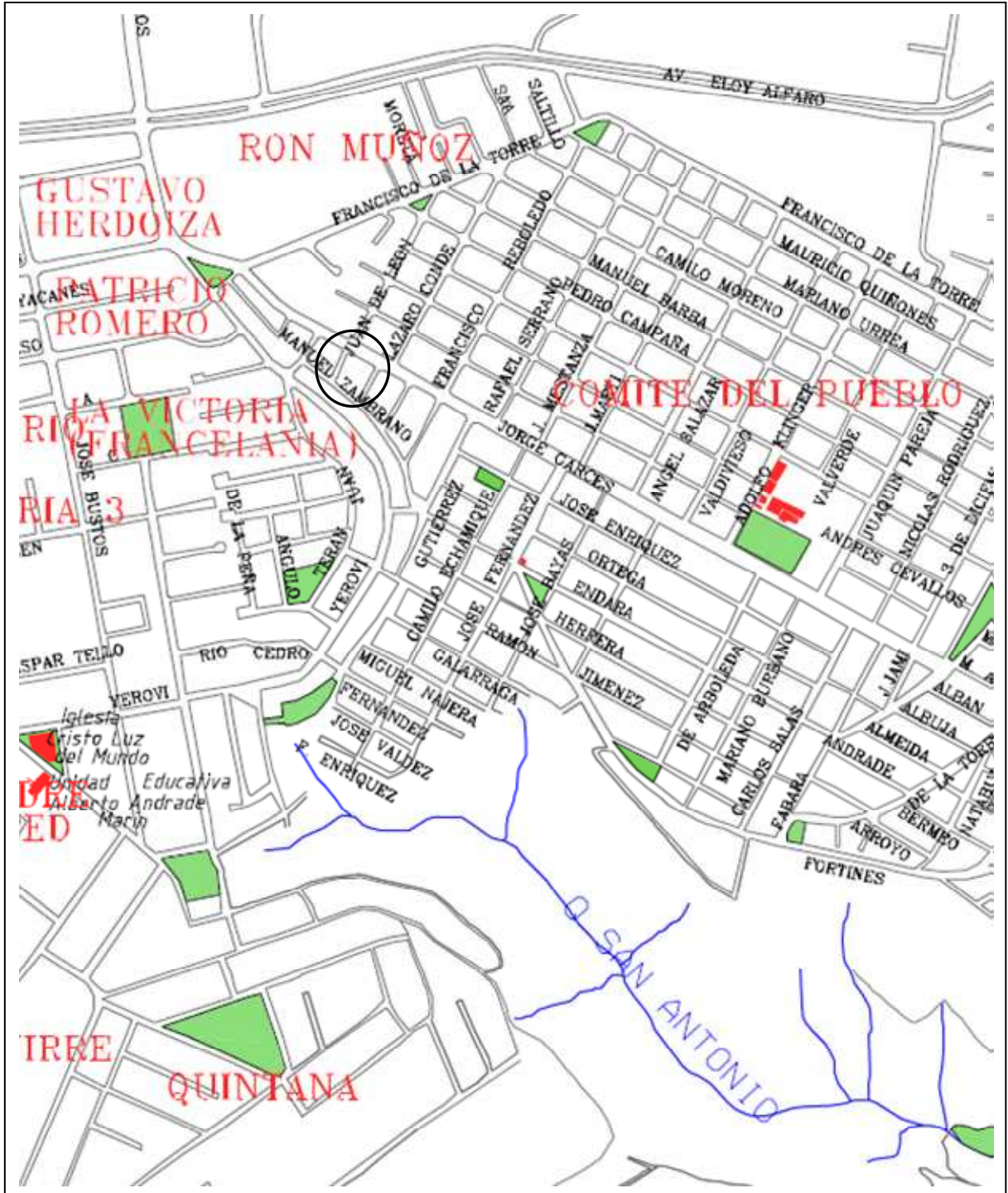


ANEXO 1. MAPA DE USO DE SUELO PRINCIPAL<sup>1</sup>



<sup>1</sup> DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO; B1C Mapa de Uso de Suelo Principal





ANEXO 2. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL LOCAL<sup>2</sup>

<sup>2</sup> DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO; act\_quito. Mapa de la Ciudad de Quito

Lgth Adj. <sup>b</sup>	Length of One Side of Rectangular Duct (a), mm																			
	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900
100	109																			
125	122	137																		
150	133	150	164																	
175	143	161	177	191																
200	152	172	189	204	219															
225	161	181	200	216	232	246														
250	169	190	210	228	244	259	273													
275	176	199	220	238	256	272	287	301												
300	183	207	229	248	266	283	299	314	328											
350	195	222	245	267	286	305	322	339	354	383										
400	207	235	260	283	305	325	343	361	378	409	437									
450	217	247	274	299	321	343	363	382	400	433	464	492								
500	227	258	287	313	337	360	381	401	420	455	488	518	547							
550	236	269	299	326	352	375	398	419	439	477	511	543	573	601						
600	245	279	310	339	365	390	414	436	457	496	533	567	598	628	656					
650	253	289	321	351	378	404	429	452	474	515	553	589	622	653	683	711				
700	261	298	331	362	391	418	443	467	490	533	573	610	644	677	708	737	765			
750	268	306	341	373	402	430	457	482	506	550	592	630	666	700	732	763	792	820		
800	275	314	350	383	414	442	470	496	520	567	609	649	687	722	755	787	818	847	875	
900	289	330	367	402	435	465	494	522	548	597	643	686	726	763	799	833	866	897	927	984
1000	301	344	384	420	454	486	517	546	574	626	674	719	762	802	840	876	911	944	976	1037
1100	313	358	399	437	473	506	538	569	598	652	703	751	795	838	878	916	953	988	1022	1086
1200	324	370	413	453	490	525	558	590	620	677	731	780	827	872	914	954	993	1030	1066	1133
1300	334	382	426	468	506	543	577	610	642	701	757	808	857	904	948	990	1031	1069	1107	1177
1400	344	394	439	482	522	559	595	629	662	724	781	835	886	934	980	1024	1066	1107	1146	1220
1500	353	404	452	495	536	575	612	648	681	745	805	860	913	963	1011	1057	1100	1143	1183	1260
1600	362	415	463	508	551	591	629	665	700	766	827	885	939	991	1041	1088	1133	1177	1219	1298
1700	371	425	475	521	564	605	644	682	718	785	849	908	964	1018	1069	1118	1164	1209	1253	1335
1800	379	434	485	533	577	619	660	698	735	804	869	930	988	1043	1096	1146	1195	1241	1286	1371
1900	387	444	496	544	590	633	674	713	751	823	889	952	1012	1068	1122	1174	1224	1271	1318	1405
2000	395	453	506	555	602	646	688	728	767	840	908	973	1034	1092	1147	1200	1252	1301	1348	1438
2100	402	461	516	566	614	659	702	743	782	857	927	993	1055	1115	1172	1226	1279	1329	1378	1470
2200	410	470	525	577	625	671	715	757	797	874	945	1013	1076	1137	1195	1251	1305	1356	1406	1501
2300	417	478	534	587	636	683	728	771	812	890	963	1031	1097	1159	1218	1275	1330	1383	1434	1532
2400	424	486	543	597	647	695	740	784	826	905	980	1050	1116	1180	1241	1299	1355	1409	1461	1561
2500	430	494	552	606	658	706	753	797	840	920	996	1068	1136	1200	1262	1322	1379	1434	1488	1589
2600	437	501	560	616	668	717	764	810	853	935	1012	1085	1154	1220	1283	1344	1402	1459	1513	1617
2700	443	509	569	625	678	728	776	822	866	950	1028	1102	1173	1240	1304	1366	1425	1483	1538	1644
2800	450	516	577	634	688	738	787	834	879	964	1043	1119	1190	1259	1324	1387	1447	1506	1562	1670
2900	456	523	585	643	697	749	798	845	891	977	1058	1135	1208	1277	1344	1408	1469	1529	1586	1696

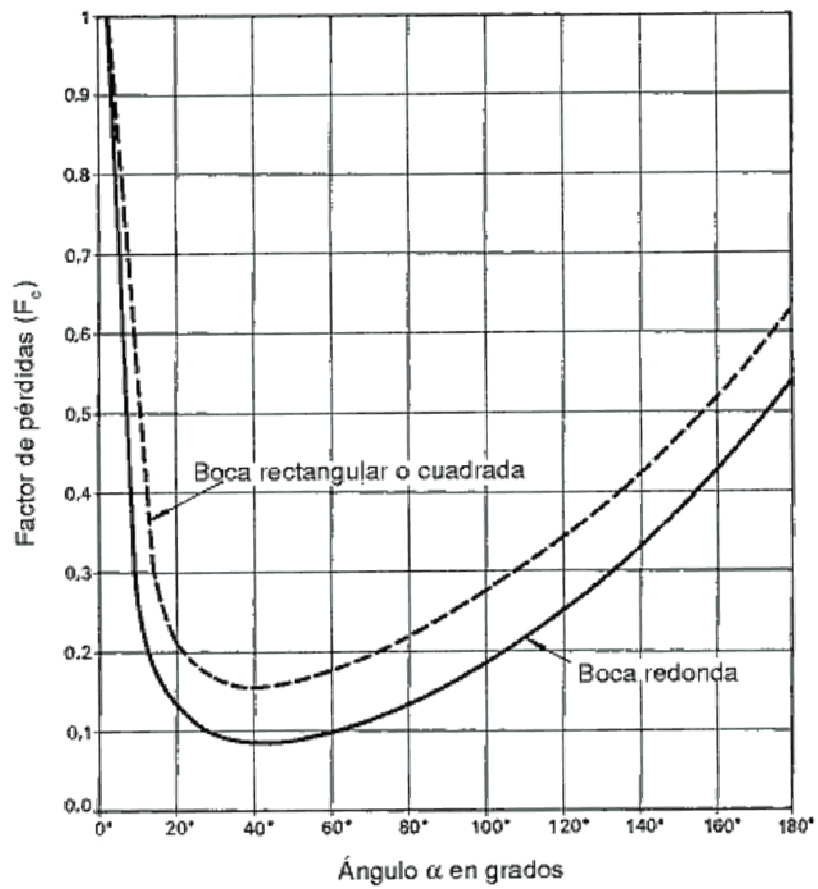
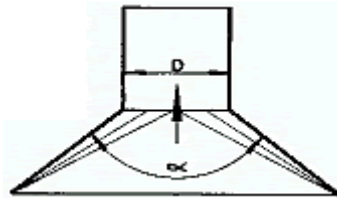
Lgth Adj. <sup>b</sup>	Length of One Side of Rectangular Duct (a), mm																			
	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800	2900
1000	1093																			
1100	1146	1202																		
1200	1196	1256	1312																	
1300	1244	1306	1365	1421																
1400	1289	1354	1416	1475	1530															
1500	1332	1400	1464	1526	1584	1640														
1600	1373	1444	1511	1574	1635	1693	1749													
1700	1413	1486	1555	1621	1684	1745	1803	1858												
1800	1451	1527	1598	1667	1732	1794	1854	1912	1968											
1900	1488	1566	1640	1710	1778	1842	1904	1964	2021	2077										
2000	1523	1604	1680	1753	1822	1889	1952	2014	2073	2131	2186									
2100	1558	1640	1719	1793	1865	1933	1999	2063	2124	2183	2240	2296								
2200	1591	1676	1756	1833	1906	1977	2044	2110	2173	2233	2292	2350	2405							
2300	1623	1710	1793	1871	1947	2019	2088	2155	2220	2283	2343	2402	2459	2514						
2400	1655	1744	1828	1909	1986	2060	2131	2200	2266	2330	2393	2453	2511	2568	2624					
2500	1685	1776	1862	1945	2024	2100	2173	2243	2311	2377	2441	2502	2562	2621	2678	2733				
2600	1715	1808	1896	1980	2061	2139	2213	2285	2355	2422	2487	2551	2612	2672	2730	2787	2842			
2700	1744	1839	1929	2015	2097	2177	2253	2327	2398	2466	2533	2598	2661	2722	2782	2840	2896	2952		
2800	1772	1869	1961	2048	2133	2214	2292	2367	2439	2510	2578	2644	2708	2771	2832	2891	2949	3006	3061	
2900	1800	1898	1992	2081	2167	2250	2329	2406	2480	2552	2621	2689	2755	2819	2881	2941	3001	3058	3115	3170

<sup>a</sup> Table based on  $D_e = 1.30(ab)^{0.625}/(a + b)^{0.25}$ .

<sup>b</sup> Length of adjacent side of rectangular duct (b), mm.

### ANEXO 3. EQUIVALENTES RECTANGULARES PARA DUCTOS CIRCULARES<sup>14</sup>

<sup>14</sup> ASHRAE; Handbook of Fundamentals; Duct Design

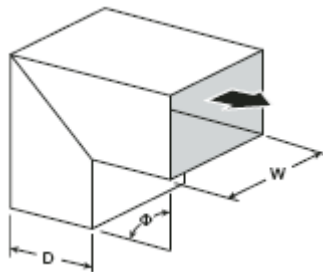


#### ANEXO 4. FACTOR DE PÉRDIDAS ( $F_c$ ) EN LA ENTRADA DE LA CAMPANA<sup>15</sup>

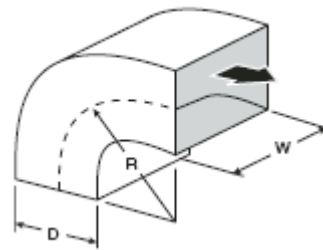
<sup>15</sup> ASHRAE; Handbook of Fundamentals; Dynamic Losses

R/D	Proporción Aspecto (W/D)					
	0.25	0.5	1	2	3	4
Inglete	0.215	0.1852	0.1613	0.1459	0.1291	0.1207
0.5	0.1908	0.1698	0.1473	0.1333	0.1179	0.1108
1	0.0631	0.0393	0.0295	0.0295	0.0281	0.0267
1.5	0.0393	0.0253	0.0182	0.0182	0.0168	0.0168
2	0.0337	0.0210	0.0154	0.0154	0.0140	0.0140
3	0.0337	0.0210	0.0154	0.0154	0.0140	0.0140

ANEXO 5. PÉRDIDAS DEL CODO (pulg. c.a.) @ 1,500 fpm <sup>16</sup>



Ducto Tipo Codo (Inglete)



Ducto Tipo Codo (90°)

<sup>16</sup> ASHRAE; Handbook of Fundamentals; Duct Design; Rectangular Fittings

**CFM - STATIC PRESSURE|  
 STATIC PRESSURE - INCHES OF H<sub>2</sub>O**

SIZE	10x20	12x16	12x20	16x20	16x25	20x20	20x25	25x20
100								
150		.13						
200	.20	.21	.12					
250	.315	.30	.185	.13				
300	.46	.415	.26	.16	.113	.11	.04	.06
350	.61	.54	.34	.21	.154	.15	.06	.10
400	.80	.70	.43	.26	.196	.19	.08	.135
450	1.0	.90	.54	.33	.247	.24	.12	.185
500		1.16	.645	.40	.303	.295	.15	.21
550			.78	.48	.361	.35	.185	.25
600			.935	.57	.432	.42	.255	.30
650			1.10	.66	.504	.49	.27	.35
700				.75	.587	.57	.315	.41
750				.85	.669	.65	.36	.475
800				.95	.762	.74	.415	.52
850				1.05	.885	.84	.46	.60
900				1.16	.968	.94	.52	.68
950					1.081	1.05	.57	.76
1000							.63	.85
1050							.695	.94
1100							.76	1.04
1150							.83	1.16
1200							.91	

**ANEXO 6. PERDIDAS DE CARGA EN DEFLECTORES DE ACERO  
 INOXIDABLE<sup>17</sup>**

<sup>17</sup> ASHRAE; Handbook of Fundamentals; Dynamic Losses

Medidas Reales	Medidas Nominales	Velocidad PPM	Capacidad PCM	Resistencia Inicial en Col de agua
		300	670	0.04"
15 1/2 x 19 1/2 x 7/8"	16 x 20 x 1"	500	1,100	0.10"
Modelo		625	1,300	0.16"
		300	900	0.04"
15 1/2 x 24 1/2 x 7/8"	16 x 25 x 1"	500	1,300	0.10"
Modelo		625	1,500	0.16"
		300	900	0.04"
19 1/2 x 19 1/2 x 7/8"	20 x 20 x 1"	500	1,300	0.10"
Modelo		625	1,500	0.16"
		300	1,040	0.04"
19 1/2 x 24 1/2 x 7/8"	20 x 25 x 1"	500	1,740	0.10"
Modelo		625	1,900	0.16"
		300	1,200	0.04"
23 1/2 x 23 1/2 x 7/8"	24 x 24 x 1"	500	2,000	0.10"
Modelo		625	2,400	0.16"

## ANEXO 7. PÉRDIDAS DE CARGA PARA FILTROS GARO