



**UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**

SEDE: GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE VENTILACION PARA UNA PANADERIA  
EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de ingeniero industrial

AUTORES: Angie Dayana Fuentes Gallego & Geovany Obando Echavarría

TUTOR: Ing. Armando López, Ph.D

Guayaquil- Ecuador

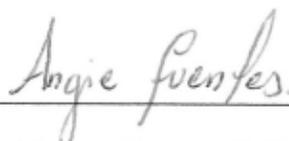
2023

**I. CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

Nosotros, **Angie Dayana Fuentes Gallego** con documento de identificación N° 0965063704- FB549858 y **Geovany Obando Echavarria** con documento de identificación N° 0933086654; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 1 de marzo del año 2023



Angie Dayana Fuentes Gallego

0965063704-FB549858



Geovany Obando Echavarria

0933086654

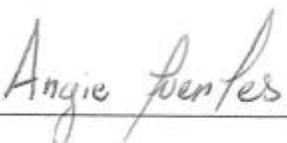
## II. CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, **Angie Dayana Fuentes Gallego** con documento de identificación No. **0965063704- FB549858** y **Geovany Obando Echavarria** con documento de identificación No. **0933086654** expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del proyecto técnico “Diseño De Un Sistema De Ventilación Para Una Panadería En La Ciudad De Guayaquil”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Industrial, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 1 de marzo del año 2023

Atentamente,



---

Angie Dayana Fuentes Gallego  
0965063704- FB549858



---

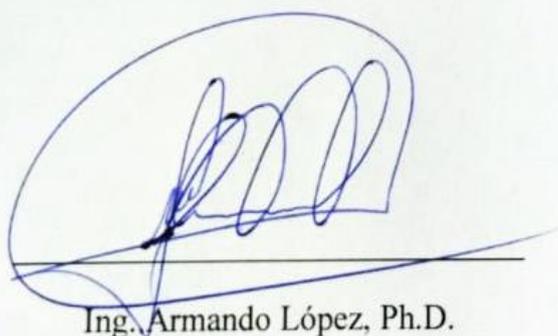
Geovany Obando Echavarria  
0933086654

### III. CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.

Yo, **Ing. Armando López, Ph.D.** con documento de identificación N° 0912034790, docente de la Universidad POLITECNICA SALESIAN DE GUAYAQUIL declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE VENTILACION PARA UNA PANADERIA EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL" realizado por **Angie Dayana Fuentes Gallego** con documento de identificación N° **0965063704-FB549858** y por **Geovany Obando Echavarria** con documento de identificación N° **0933086654**, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción **proyecto técnico** que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 1 de marzo del año 2023

Atentamente,



Ing. Armando López, Ph.D.

0912034790

## DEDICATORIA

A mis padres, que formaron a una persona fuerte, con valores y principios arraigados en el corazón, a mis hermanos que siempre me apoyaron, a mis compañeros y amigos que siempre me alentaron.

A la universidad politécnica salesiana que me brindo todas las herramientas, a los docentes que me instruyeron y permitieron que mis años de estudio los viviera en una de las ingenierías más unidas de la universidad.

Angie Dayana Fuentes Gallego

A mis padres, mis primeros maestros, a mi suegra la cual es mi segunda madre, a mi hijo, que con su alegría me anima, a mi esposa mi fiel compañera, a mis hermanos.

Y a mis amigos que con su granito de arena me ayudaron a construir como ingeniero. A los docentes que más que docentes, han sido fuente de inspiración y grandes amigos.

Geovany Obando Echavarría

### AGRADECIMIENTO

El agradecimiento de este proyecto va dirigido a mi madre que me brindo el mejor ejemplo de nunca darse por vencido que con la constancia y dedicación podemos cumplir nuestro sueños y metas. Agradezco a los docentes que tuvieron la paciencia y la vocación que me formaron como profesional, brindándome sus conocimientos y apertura para poder aprender.

Gracias a Dios por permitirme llegar hasta aquí, acompañada de personas maravillosas que me alentaron y apoyaron, por mi familia, amigos, compañeros, por todas esas personas que han hecho partes de mi vida brindándome fuerzas para llegar hasta este momento y especialmente a la Dra. Ana Guerra que cuando pensé colocar mi sueño en pausa me brindo la ayuda para seguir adelante.

Angie Dayana Fuentes Gallego

Agradezco mis padres, los cuales me dieron la vida y me ha dado su apoyo incondicional, a mi segunda madre, mi suegra quien ha sido un gran pilar en toda la carrera, a mi hijo el cual es mi gran motor en este camino tan difícil, a mi padre, él me ha enseñado a no rendirme nunca y ser siempre un hombre de bien, mis hermanos los que me inspiran a cada día ser mejor. También agradezco a mis docentes universitario los cuales me sirvieron de guía y ayudaron en momentos de dudas, a mis amigos que también me impulsaron a seguir luchando, en especial a mi amigo Alejandro Ceballos que siempre está dispuesto ayudarme.

Principalmente agradezco a Dios por tan maravillosa vida, a la gran familia y amigos que me dio, y como no, lo más importante, a mi gran amor, a mi amiga, a mi compañera de toda la vida, a la mujer que me soporta cada día, la que ha sido y es mi mano derecha y es quien me ayudó a ser un gran profesional, mi esposa Andrea Chávez.

Geovany Obando Echavarría

## RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo principal el diseño de un sistema de ventilación focalizado, este con la necesidad de eliminar los vapores y olores de fuentes de calor en una panadería en la ciudad de Guayaquil. Este sistema de ventilación extrae el aire caliente y el dióxido de carbono que generan los hornos y cocinas industriales. Como norma el aire de cocinas y panaderías industriales debe ser renovado cada hora para minimizar las cargas térmicas y evitar un estrés térmico.

La calidad del aire es principal para condiciones óptimas ambientales en espacios cerrados. Para ello es importante controlar: la temperatura, el flujo de aire (renovación), esto permite una zona de confort de las personas que ocupan el lugar.

Previo a este sistema se plantea un diseño con la ubicación de extractores en cada fuente calor, y según la necesidad de caudal a extraer por cada fuente se pudo calcular las dimensiones de la campanas y ductos, y continuación a esto la selección del extractor. También fue necesario el cálculo de las cargas térmicas en el lugar de trabajo para determinar la necesidad calor a extraer y seleccionar el extractor adecuado.

El diseño del sistema se basó en tabla y cálculos de ventilación, que además se apoyaron en los programas de diseño como: AutoCAD e Inventor, que permiten la creación de planos del sistema y visualizar como quedaría el sistema de ventilación.

**Palabras claves:** Carga térmica, presión dinámica, caudal, renovación de aire, calor sensible, calor latente, pérdida por carga de presión

## ABSTRACT

The main objective of this project is the design of a focused ventilation system to eliminate vapors and odors from heat sources in a bakery in the city of Guayaquil. This ventilation system extracts hot air and carbon dioxide generated by ovens and industrial kitchens. As a rule, the air in industrial kitchens and bakeries must be renewed every hour to minimize thermal loads and avoid thermal stress.

Air quality is essential for optimal environmental conditions in enclosed spaces. For this it is important to control temperature, air flow (renewal), this allows a comfort zone of the people who occupy the place.

Prior to this system, a design is proposed with the location of extractors in each heat source, and according to the need of flow to be extracted by each source, it was possible to calculate the dimensions and measures of the hoods and ducts, and then the selection of the extractor. It was also necessary to calculate the thermal loads in the workplace to determine the heat to be extracted and select the appropriate extractor.

The design of the system was based on ventilation tables and calculations, which were also supported by design programs such as AutoCAD and Inventor, which allow the creation of system drawings and visualize how the ventilation system would look like.

**Key words:** thermal load, dynamic pressure, flow rate, air renewal, sensible heat, latent heat, pressure head loss.

## ÍNDICE

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA .....	0
I. CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	2
II. CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA .....	3
III. CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN. ....	4
DEDICATORIA.....	5
AGRADECIMIENTO.....	6
RESUMEN.....	7
ABSTRACT .....	8
ÍNDICE .....	9
ÍNDICE DE TABLA.....	13
ÍNDICE DE FIGURAS .....	15
ÍNDICE DE GRAFICA .....	17
TÍTULO .....	18
GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	18
INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>3</b>
1. PROBLEMÁTICA .....	3
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2 JUSTIFICACIÓN DE ESTUDIO .....	3
1.3 GRUPO OBJETIVO BENEFICIARIO.....	4

1.4	OBJETIVO GENERAL .....	4
1.5	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	4
<b>CAPITULO II.....</b>		<b>5</b>
2.	MARCO TEÓRICO.....	5
2.1	SISTEMA DE VENTILACIÓN .....	5
2.2	TIPOS DE SISTEMA DE VENTILACIÓN .....	6
2.2.2.	SISTEMAS DE VENTILACIÓN LOCALIZADA.....	6
2.3	TIPOS DE EXTRACTORES DE AIRES .....	7
2.3.1	EXTRACTOR CENTRÍFUGO.....	7
2.3.2	CAJA DE VENTILACIÓN (PLENUM).....	7
2.3.3	FILTROS PLISADOS .....	8
2.4	EXTRACTOR AXIAL .....	9
2.4.1	ALETA PLÁSTICA .....	9
2.4.2	ALETA EN LÁMINA.....	9
2.4.3	VENTILADOR AXIAL CON MOTOR A PRUEBA DE EXPLOSIÓN.....	10
2.4.4	EXTRACTOR TUBO AXIAL DE TEJADO .....	11
2.5	TIPOS DE CONDUCTOS DE EXTRACCIÓN .....	11
2.5.1	CONDUCTO FLEXIBLE.....	11
2.6	MÉTODO DE CÁLCULO PARA UNA CORRECTA CIRCULACIÓN DE AIRE (MÉTODO DE PRESIÓN DINÁMICA).....	14
2.6.1	PÉRDIDA DE CARGA.....	14
2.6.2	CÁLCULO DE LA PÉRDIDA DE CARGA .....	17
2.6.3	CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS.....	23
2.6.4	MÉTODOS EMPLEADOS .....	25

2.7	PANADERÍA.....	26
2.7.1	EQUIPOS DE PANADERÍA.....	27
2.7.2	HORNO DE PANADERA.....	27
2.7.3	ESTUFA INDUSTRIAL.....	29
2.7.4	CÁMARA DE LEUDO.....	30
2.7.5	MOJADORA DE PAN.....	31
2.7.6	BATIDORA INDUSTRIAL.....	31
2.8	ALTAS TEMPERATURAS EN EL ENTONO DE TRABAJO .....	32
2.9	PELIGROS EN LA PANADERÍA.....	33
2.10	INCIDENTES LABORALES EN LOS EMPLEADOS.....	33
2.11	CONDICIONES INSEGURAS .....	33
2.11.1	ESTRÉS TÉRMICO.....	33
2.11.2	RIESGOS FÍSICOS.....	34
2.12	NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL .....	34
<b>CAPITULO III.....</b>		<b>36</b>
3.	MARCO METODOLÓGICO.....	36
3.1	ALCANCE DEL ESTUDIO .....	36
3.2	MÉTODO DE PRESIÓN DINÁMICA Y PRESIÓN EQUIVALENTE.....	36
3.2.1	ESTEPAS PRELIMINARES .....	37
3.2.2	DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DE OPERACIONES .....	38
3.2.3	ESQUEMA UNIFILAR .....	40
3.2.4	DISEÑO PREVIO DE LA CAMPANA .....	43
3.2.5	DEFINICIÓN DE MODELO DE EXTRACTOR.....	52
3.3	MÉTODO DE CARGA TÉRMICA .....	55

3.3.1	CÁLCULO DE LA CARGA SENSIBLE .....	56
3.3.2	CÁLCULO DE CARGA LATENTE .....	62
3.3.3	CARGAS TOTALES .....	64
3.4.2	DETERMINACIÓN DE EQUIPO DE CLIMATIZACIÓN .....	67
3.5	CALCULO PARA EXTRACTOR DE AIRE PARA RENOVACIÓN DE AIRE .....	68
3.5.1	CÁLCULO DE RENOVACIÓN DE AIRE POR VOLUMEN DE ESPACIO DE TRABAJO .....	68
3.5.2	CÁLCULO DE VENTILACIÓN MEDIANTE CARGAS TÉRMICAS .....	70
3.5.3	CALCULO DE RENOVACIÓN DE AIRE TOTAL.....	70
<b>CAPITULO IV .....</b>		<b>72</b>
4.	RESULTADOS.....	72
4.1	DISEÑO DE SISTEMA DE VENTILACIÓN .....	72
4.2	SELECCIÓN DE EXTRACTOR.....	76
4.2.1	EXTRACTOR PARA SISTEMA DE VENTILACIÓN .....	76
4.2.1	EXTRACTOR PARA RENOVACIÓN DE AIRE .....	78
4.3	COSTOS DE SISTEMA DE VENTILACIÓN.....	78
CONCLUSIONES .....		81
RECOMENDACIONES .....		83
BIBLIOGRAFIA.....		85
ANEXOS.....		87

## ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1	Clasificación de las cargas térmicas .....	24
Tabla 2	Equipos y muebles en el área de producción en la panadería .....	39
Tabla 3	Equipos principales fuentes de calor .....	40
Tabla 4	Dimensiones de las fuentes de calor .....	43
Tabla 5	Dimensiones de las campanas y volumen a ventilar .....	44
Tabla 6	Velocidad de captación ... ..	45
Tabla 7	Necesidad de captación .....	46
Tabla 8	Velocidad recomendada para diseño de ductos .....	47
Tabla 9	Necesidad de captación .....	49
Tabla 10	Pérdidas de cargas en codos ... ..	50
Tabla 11	Pérdidas de cargas en campanas .....	51
Tabla 12	Total, pérdida por carga .....	52
Tabla 13	Sufijo de modelo de ventilación.....	53
Tabla 14	Presión estática en pulgada .....	54
Tabla 15	Aire de infiltraciones en metros cúbicos por hora (m <sup>3</sup> /h), por persona y por puerta .....	57
Tabla 16	Carga sensible por infiltración de aires .....	58
Tabla 17	Calor emitido por la personas en watts (W) .....	59
Tabla 18	Carga sensible por personas .....	59
Tabla 19	Carga sensible por iluminación.....	60
Tabla 20	Carga sensible por máquina .....	61
Tabla 21	Carga latente por infiltración de aires .....	63
Tabla 22	Carga latente por personas .....	64
Tabla 23	Cargas sensibles totales .....	65
Tabla 24	Cargas sensibles .....	66
Tabla 25	Cargas totales .....	67
Tabla 26	Deducción de la capacidad de los equipos de climatización .....	67
Tabla 27	Volumen de renovación de aire .....	69
Tabla 28	Volumen de renovación de aire .....	70

Tabla 29 Características técnicas especiales .....	71
Tabla 30 Tramos, diámetro y longitudes de los ductos .....	74
Tabla 30ª Diámetro y Ángulo de codos .....	74
Tabla 31 Extractor tipo hongo RCU-B-20 .....	76
Tabla 32 Descripción del extractor .....	77
Tabla 33 Deducción de la capacidad de los equipos de climatización .....	78
Tabla 34 Costo de materiales y accesorios .....	78
Tabla 35 Costo de mano de obra .....	79
Tabla 36 Total de costo .....	79

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Extractor centrífugo .....	7
Figura 2. Caja de ventilación (plenum).....	8
Figura 3. Filtros plisados .....	8
Figura 4. Aleta plástica.....	9
Figura 5. Aleta en lamina .....	10
Figura 6. Ventilador axial.....	10
Figura 7. Extractor tubo .....	11
Figura 8. Conducto flexible.....	12
Figura 9 Ventilación axial .....	12
Figura 10. Tubo simple .....	13
Figura 11. Tubo aislante .....	11
Figura 12. Conductos circulares rectilíneos pérdida de carga por rozamiento del aire .....	15
Figura 13. Diámetro equivalente de un conducto rectangular con igual pérdida de carga por rozamiento del aire .....	15
Figura 14. Presión dinámica, caudal y diámetro .....	18
Figura 15. Entradas varias .....	19
Figura 16. Entrada de conductos .....	20
Figura 17. Pérdidas de cargas .....	21
Figura 18. Conductos circulares rectilíneos pérdida de carga por rozamiento .....	25
Figura 19. Horno de convencional .....	28
Figura 20. Horno de convencional (gaveta) .....	28
Figura 21. Estufa industrial .....	29
Figura 22. Cámara de leudo .....	30
Figura 23. Mojadora de pan .....	31
Figura 24. Batidora industrial de pan .....	32
Figura 25. Planta de producción.....	38
Figura 26. Plano de fuentes de calor .....	41
Figura 27. Esquema de Ubicación De Campanas. ....	42

Figura 28. Extractor de campana flotante .....	45
Figura 29. Plano isométrico de los ductos y campanas de ventilación .....	48
Figura 30. Campana de captación. ....	49
Figura 30 <sup>a</sup> . Campana de captación. ....	50
Figura 31. Salida por el tejado .....	51
Figura 32. Lectura de pérdida de carga y capacidad .....	54
Figura 32. Dimensiones de la campana.....	71
Figura 33. Diseño de sistema de ventilación. Vista isométrica derecha .....	73
Figura 33 <sup>a</sup> . Sistema de ventilación. Vista isométrico lado izquierdo.....	73
Figura 34. Lectura de pérdida y capacidad .....	75
Figura 35. Dimensiones de extractor axial tipo C .....	76
Figura 36. Extractor axial .....	77

**ÍNDICE DE GRAFICA**

Grafica 1	Total de cargas latentes .....	67
Grafica 2	Cargas sensible totales. ....	68

## TÍTULO

Diseño de un sistema de ventilación para una panadería en la ciudad de Guayaquil

### GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Anemómetro:** Es un dispositivo meteorológico utilizado para pronosticar el tiempo y más específicamente para medir la velocidad del viento. Estos dispositivos miden la velocidad instantánea del viento

**Estrés térmico por calor:** Es la presión que se ejerce sobre una persona cuando se expone a temperaturas extremas y la igualdad de los valores de temperatura, humedad y velocidad del aire (desagradable), lo que produce una respuesta diferente para cada persona en función de la temperatura, las sensibilidades y adaptaciones individuales.

**Productividad:** Generalmente se define como la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicio y los recursos utilizados para lograrlo. También se define como la relación entre los resultados y el tiempo que se tarda en conseguirlos: cuanto menos tiempo se tarda en conseguir los resultados deseados, más eficientemente funciona el sistema.

**Sistema de Extracción Localizada:** Un sistema de extracción local que tiene como objetivo capturar el contaminante lo más cerca posible del punto de origen, fuente, del contaminante, evitando que se libere al ambiente general del laboratorio o área de producción.

**WBGT:** El índice de temperatura de globo y bulbo húmedo, fue establecido por Yaglou & Minard, en los años 50, para la US NAVY como un método rápido y fácil para determinar la

severidad del ambiente térmico durante la ejecución de ejercicios y entrenamientos militares. Ha sido recogido como criterio internacional por la ISO 7243 y tiene, entre otras, la ventaja de la sencillez en su aplicación: mediciones, cálculos e interpretación (Falagán, 2008, p. 277; Mondelo et al., 2001, p. 107)

**Rehidratación:** Restaura el contenido de agua en el cuerpo. También se puede definir como la introducción terapéutica de agua en un organismo que carece de ella.

**Sudoración:** cómo el cuerpo baja su temperatura. Por lo general, ocurre cuando el cuerpo está expuesto al calor, después del ejercicio, debido a cambios hormonales o cuando las personas se sienten ansiosas y estresadas. Si está enfermo, tener fiebre también puede causar sudoración.

## INTRODUCCIÓN

La importancia de un buen ambiente laboral es un factor primordial para el trabajador, el evitar un estrés térmico que se genera hoy en día en muchos procesos industriales que generan un mal ambiente laboral, ocasionando un bajo rendimiento y afecta significativamente su productivo; genera irritabilidad y aumento en su agresividad, su distracción, es más propenso a errores, la incomodidad al transpirar, el incremento en la frecuencia cardiaca, presión arterial elevada, todo esto influye en un mal estado de salud del trabajador.

De acuerdo con el Reglamento de Seguridad y Salud suscrito en el decreto 2393 de los trabajadores y mejoramiento del ambiente de trabajo , en el Art. 54, Literal 1 “En aquellos ambientes de trabajo donde por sus instalaciones o procesos se origine calor, se procurará evitar el superar los valores máximos establecidos en el numeral 5 del artículo anterior” en este numeral se establece los límites de temperatura en °C en bulbo seco y húmedo aquellas que en el gráfico de confort térmico indiquen una sensación confortable; se deberá condicionar los locales de trabajo dentro de tales límites, siempre que el proceso de fabricación y demás condiciones lo permitan.

al sobrepasar los límites de temperatura se deben tomar medidas que minimicen el impacto de la salud del trabajador, éste es a través de aislantes térmicos como son las cortinas de aire con ventilación forzada. En Guayaquil al estar en una zona costera y con el uso de freidoras, cocinas industriales y hornos se tiende a superar los límites máximos de temperatura al de un ambiente confortable. Es de suma importancia y beneficio para la empresa la investigación y el estudio, en la cual se hace una propuesta de rediseño en el área de panaderías industriales que mejoren el ambiente laboral, que mitigue el estrés térmico en largo, mediano y

corto plazo. Éste permitiría mejorar la temperatura ambiente y el desempeño de los trabajadores, con esto una optimización de los recursos y no menos importante, evitar los egresos económicos de la empresa por enfermedades en los trabajadores

## **CAPITULO I**

### **1. PROBLEMÁTICA**

#### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En las panaderías ecuatorianas, en especial en la ciudad de Guayaquil se ha detectado un estrés térmico por parte de los trabajadores, debido al aumento de la demanda de la empresa de productos de alimentos, se ha aumentado la producción e incluso en algunas ocasiones extendiendo la jornada laboral para los trabajadores. De esta forma poder cumplir con dicha demanda.

Esta alza de producción y horarios extendidos ha hecho que el trabajo de las cocinas sea más constante, cabe recalcar que en la ciudad se manejan temperaturas ambientales entre los 27 y 34°C. en algunas ocasiones no se cuenta con sistemas de ventilación adecuado y no cumplen con el propósito. De ahí la importancia de crear un diseño de forma general para la climatización de las áreas de producción y evitar el estrés térmico en los trabajadores e inhalación de gases por combustión de gas.

#### **1.2 JUSTIFICACIÓN DE ESTUDIO**

La necesidad del mercado y cumplir con las demandas del cliente hace crear un ámbito de desarrollo y crecimiento de la empresa y área de producción a corto y largo plazo. Se busca siempre un crecimiento responsable, así como el desarrollo de los trabajadores dentro de la empresa. La salud es lo más importante para mantener un alto índice de producción.

Luego de lo mencionado las plantas de producción de pan, por su naturaleza de procesamiento de la materia prima, se generan condiciones térmicas desfavorables afectando directamente a los trabajadores de dicha área. De ahí la importancia de implementar metodologías y tecnologías que ayuden a mitigar el aumento de temperatura.

### **1.3 GRUPO OBJETIVO BENEFICIARIO**

Este proyecto se realiza en una panadería con el fin de poder diseñar un sistema de extracción de olores, humos y vapor caliente, así como de poder mejorar la temperatura ambiente, ya que éste acarrea estrés térmico, demasiada sudoración, generando un malestar en el trabajador.

Al mejorar el ambiente del trabajador, éste podrá desarrollar sus actividades con más tranquilidad y por ende será más eficiente. No sólo se beneficia el trabajador sino la empresa la cual obtendrá un mayor rendimiento y menos quejas del empleado, y por su puesto un mayor ingreso económico.

### **1.4 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un sistema de ventilación para una panadería en la ciudad de Guayaquil

### **1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Diseñar un sistema de ventilación por medio de extracción localizada
- Seleccionar los elementos del sistema de ventilación
- Realizar presupuesto de costos del sistema de ventilación

## **CAPITULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

Para el diseño de un sistema de ventilación se debe conocer algunos conceptos, el cual permita realizar el proyecto de forma eficiente. Durante la realización intervienen distintas variables como es lugar, volumen que se quiere extraer en el área de trabajo, las diferentes fuentes de calor. Antes de empezar con el diseño se tiene que calcular los métodos para una correcta circulación del aire, pérdida de cargas, tipos de tuberías y extractores de aire, así como normas que intervienen a la hora de realizar un proyecto como éste y métodos de prevención y mitigación de estrés térmico.

#### **2.1 SISTEMA DE VENTILACIÓN**

Un buen sistema de ventilación proporciona un flujo de aire eficiente que permite optimizar el intercambio de calor donde se usan métodos y elementos que se emplean para ventilar una habitación. En la antigüedad se le dió muy poca importancia a los sistemas de ventilación ya que no se consideraban y lo único que se hacía en los edificios era instalar un extractor de aire. Sin embargo, en la actualidad se han actualizado estos equipos y la nueva normativa CTE contempla la mejora de las prestaciones de los edificios para garantizar la salud, el confort y la seguridad.

## 2.2 TIPOS DE SISTEMA DE VENTILACIÓN

Se puede clasificar los sistemas de ventilación como:

**Sistemas de ventilación no conducidos:** Este sistema se encarga de extraer de forma simple el aire y permitir la entrada de aire natural.

**Sistemas de ventilación conducidos:** Este sistema se encarga de extraer el aire que está conformado por un sistema doble flujo Red de extracción.

El sistema de ventilación se define con los siguientes elementos:

- Ventilador de extracción
- Sistema de conductos, incluyendo reducciones y codos
- Elementos de entrada y salida de aire.

### 2.2.2. SISTEMAS DE VENTILACIÓN LOCALIZADA

Se eligió el sistema extracción localizado dado a las características de éste sistema que consisten en campanas de captación, una tubería de transporte, un depurador, un ventilador y finalmente de una chimenea con puertos de muestreo. La campana permite ser el punto de entrada al sistema de extracción y permite de el punto de partida para este tipo de sistema de extracción no importando cuál sea su configuración física.

Algo muy significativo que en ocasiones no se toma en consideración, es que en la campana se genera la velocidad de captura suficiente para controlar el movimiento del aire cargado de las partículas contaminante y simultáneamente, vencer el efecto que ocurre por las corrientes de aire producidas en el local por otras causas.

## 2.3 TIPOS DE EXTRACTORES DE AIRES

### 2.3.1 *EXTRACTOR CENTRÍFUGO*

Este está formado por rotor de palas planas o curvadas inclinadas hacia atrás como se ven en la figura 1. Es de alto capacidad, que le permite girar a velocidades altas, su fabricación es laminas.

Su característica hace que este pueda extraer grandes cantidades de aire y un flujo continuo, sin pérdida de su capacidad de absorción. Este extractor trabaja mediante correas y poleas o transmisión directa que está localizada en una sección independiente al flujo de aire.

**Figura 1:** *Extractor centrífugo*



Fuente: Blauberg Ventilatoren GmbH

### 2.3.2 *CAJA DE VENTILACIÓN (PLENUM)*

Permite la extracción de grandes volúmenes de aire y un flujo continuo, sin pérdida a su capacidad de suministro. Este equipo trabaja por medio de transmisión-motor se localiza en una sección independiente al flujo de aire. Se caracteriza por su forma rectangular como se ve en la figura 2.

Este modelo de ventilador se encuentra soportada mediante diseños anti vibratorios para disminuir el nivel sonoro y las vibraciones de la Transmisión que se pudiese generar y afectar a la estructura. El suministro de aire sin ningún contaminante libre de partículas externas que brinda una ventilación saludable ya que cuenta con un sistema de filtrado.

**Figura 2: Caja de ventilación**



Fuente: Clima plus components floor air-conditioning

### **2.3.3 FILTROS PLISADOS**

Debido a su característica plegable y al marco, como se ve en la figura 3 aumenta la superficie filtrante permitiendo más retención de polvos y mayor durabilidad. Fabricado en poliéster, fibras sintéticas, papeles filtros y otros con tratamientos adicionales para aumentar la repelencia al polvo.

**Figura 3: Filtro plisado**



Fuentes: Carbotecnia.

## 2.4 EXTRACTOR AXIAL

### 2.4.1 ALETA PLÁSTICA

Esta extracción mixta se caracteriza por ser estática y dinámica, está diseñada para cubrir un caudal de 350 a 1725m<sup>3</sup>/h, este ventilador tiene la facilidad de surtir el aire al entorno se diferencia por su aleta plástica como se ve en la figura 4, extraer el aire caliente del entorno para el confort y bienestar.

**Figura 4: Aleta plástica**



*Fuentes: Paris cencosud*

### 2.4.2 ALETA EN LÁMINA

Este tipo de extractores de aleta en lámina tiene múltiples funciones, como son aquellas en las que se necesita renovar el aire ya que el entorno tiende a ser muy caluroso, contener muchas partículas o concentrar olores. Tiene las mismas características que la figura 4 en potencia y caudal la única diferencia vendría siendo aletas en lámina como se puede ver en la figura 5.

**Figura 5: Aleta en lámina**



*Fuente: Paris Cencosud*

### **2.4.3 VENTILADOR AXIAL CON MOTOR A PRUEBA DE EXPLOSIÓN**

Esta extracción mixta se caracteriza por ser estática y dinámica, está diseñado para tener un caudal de 3000 a 78000m<sup>3</sup>/h, este ventilador de alta eficiencia tiene la facilidad de extraer gases, olores, partículas o suministro de aire limpio al recinto se puede ver sus características físicas en la figura 6. Se enfoca en renovando el aire contaminado y gases nocivos presente en un ambiente para garantizar la salud.

**Figura 6: Ventilador axial**



Fuente: Electro vientos

#### 2.4.4 EXTRACTOR TUBO AXIAL DE TEJADO

Este extractor está diseñado para instalarse en cubierta especialmente su característica principal es su margen de caudal de 1080 m<sup>3</sup>/h hasta 5220 m<sup>3</sup>/h, este ventilador tiende a facilitar el extraer aire, olores, partículas y suministrar aire limpio al entorno del ambiente para el confort y bienestar su forma es circular como se ve en la figura 7.

**Figura 7: *Extractor tubo***



Fuente: Nakomsa

#### 2.5 TIPOS DE CONDUCTOS DE EXTRACCIÓN

Existen una gran variedad de conductos, la elección de uno u otro depende de las características y la instalación donde se va a implementar. A continuación, se hablará de los ductos necesario para el diseño del proyecto:

##### 2.5.1 CONDUCTO FLEXIBLE

Estos conductos permiten las ventilaciones y extracciones de aire caliente o malos olores. Se caracteriza por su terminación rugosa como se ve en la figura 8, una desventaja es que facilita la acumulación de grasa.

**Figura 8: Conducto flexible**

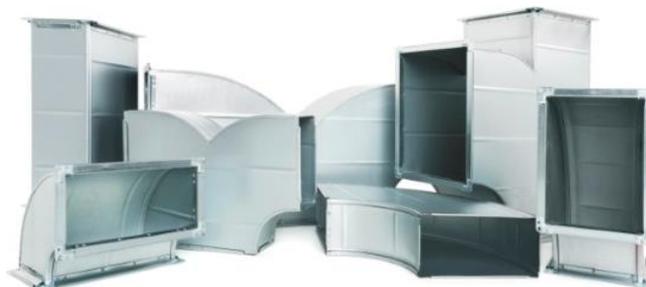


*Fuentes: Palmatec*

### **2.5.2 CONDUCTO CLIMA VER**

Es adecuado para redirigir aire caliente como frío que no contenga partículas de grasa ya que afectaría el ducto. Su característica física se puede ver en la figura 9 su aspecto rectangular. Es recomendable para la industria.

**Figura 9: Conducto climaver**



*Fuentes: Westaflex*

### **2.5.3 TUBO SIMPLE**

Es un tubo metálico ligero, galvanizado o inoxidable, rígido de construcción helicoidal como se ve en la figura 10. La instalación se recomienda muy poco ser implementada en el exterior ya que se ve afectada por los cambios de temperaturas, clima y vibraciones por el paso del aire por ducto.

**Figura 10: *Tubo simple***

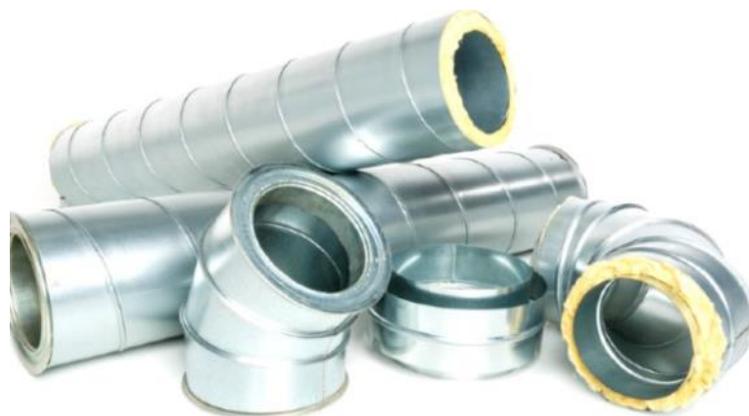


Fuentes: Palmatec ingeniería integral

### **2.5.1 TUBO AISLADO**

Esta elaborado también en galvanizado o inoxidable, el conducto está formado por dos tubos podemos observarlo en la figura 11 que están dispuestos concéntricamente, uno dentro del otro, con una manta de fibra de vidrio en el hueco que los separa.

**Figura 11: *Tubo aislado***



*Fuente: Westaflex*

## 2.6 MÉTODO DE CÁLCULO PARA UNA CORRECTA CIRCULACIÓN DE AIRE (MÉTODO DE PRESIÓN DINÁMICA)

A la hora de ventilar un espacio, área de trabajo o máquina, extrayéndolo o impulsando el aire, es común conectar el extractor o ventilador a tuberías, ductos de menor a mayor diámetro y diferentes longitudes a través de uniones, codos o sección.

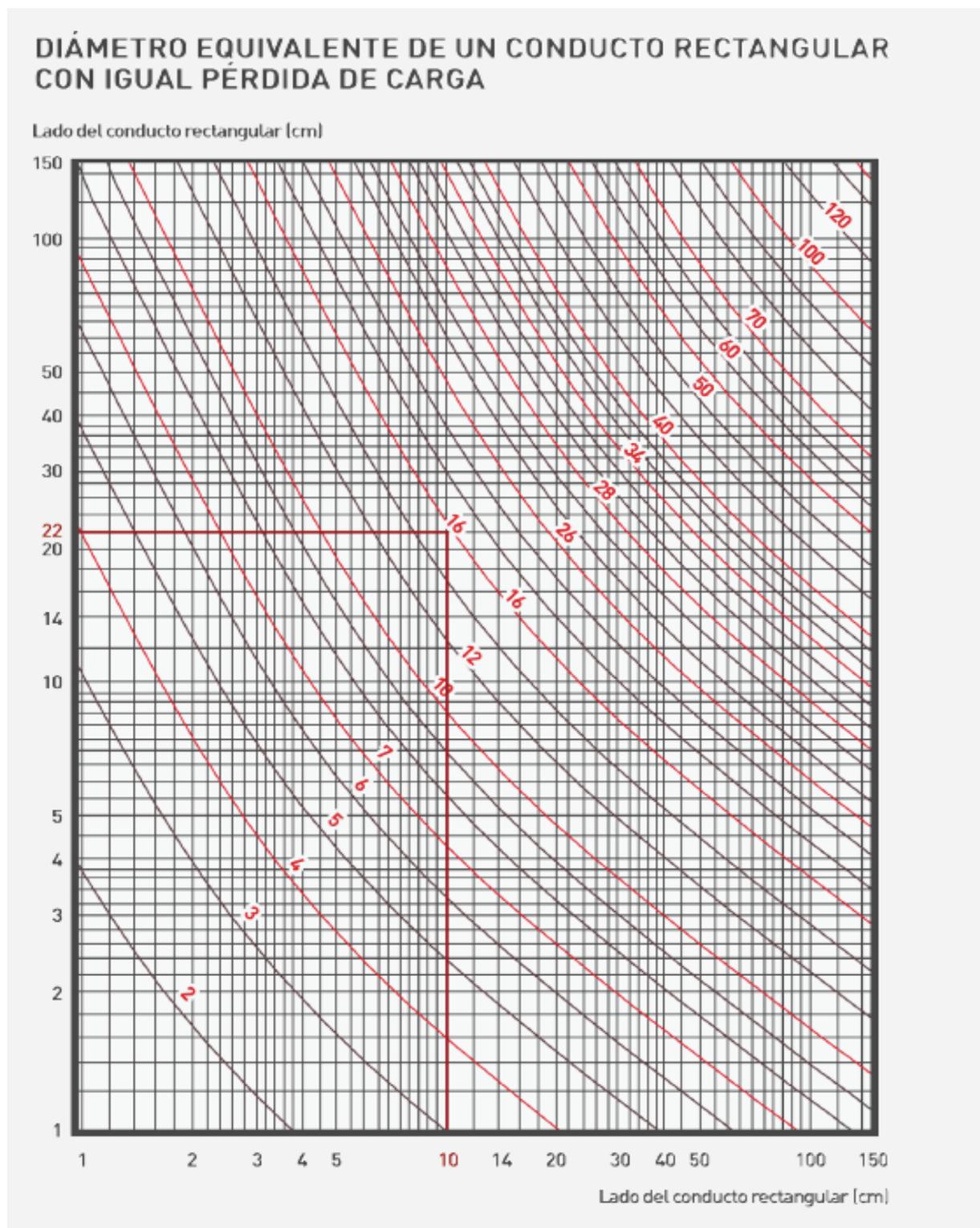
### 2.6.1 PÉRDIDA DE CARGA

La presión de aire que se necesita generar para superar la fricción del conducto que determina el consumo de energía del ventilador se denomina caída de presión. Se calcula a partir de la longitud de la tubería en función del llamado diámetro hidráulico, la velocidad y densidad del aire y el coeficiente de fricción, la rugosidad de la pared, las dimensiones y su disposición como se ve en la figura 12 y 13.

- **Tramos rectos.** - Una forma práctica de hacerlo es confiar en nomogramas elaborados con toda la ingeniería necesaria y aplicables a tubos con las durezas actuales de los materiales más utilizados. El nomograma de la figura 12 muestra uno de ellos de sección circular y coeficiente de rozamiento de  $\lambda = 0,02$  (placa de hierro galvanizado).
- **Conductos rectangulares.** - Si la sección del conducto no es circular, que es el caso habitual de las unidades de ventilación rectangulares o cuadradas, primero se debe determinar la sección transversal circular correspondiente, es decir uno con la misma caída de presión que uno rectangular.

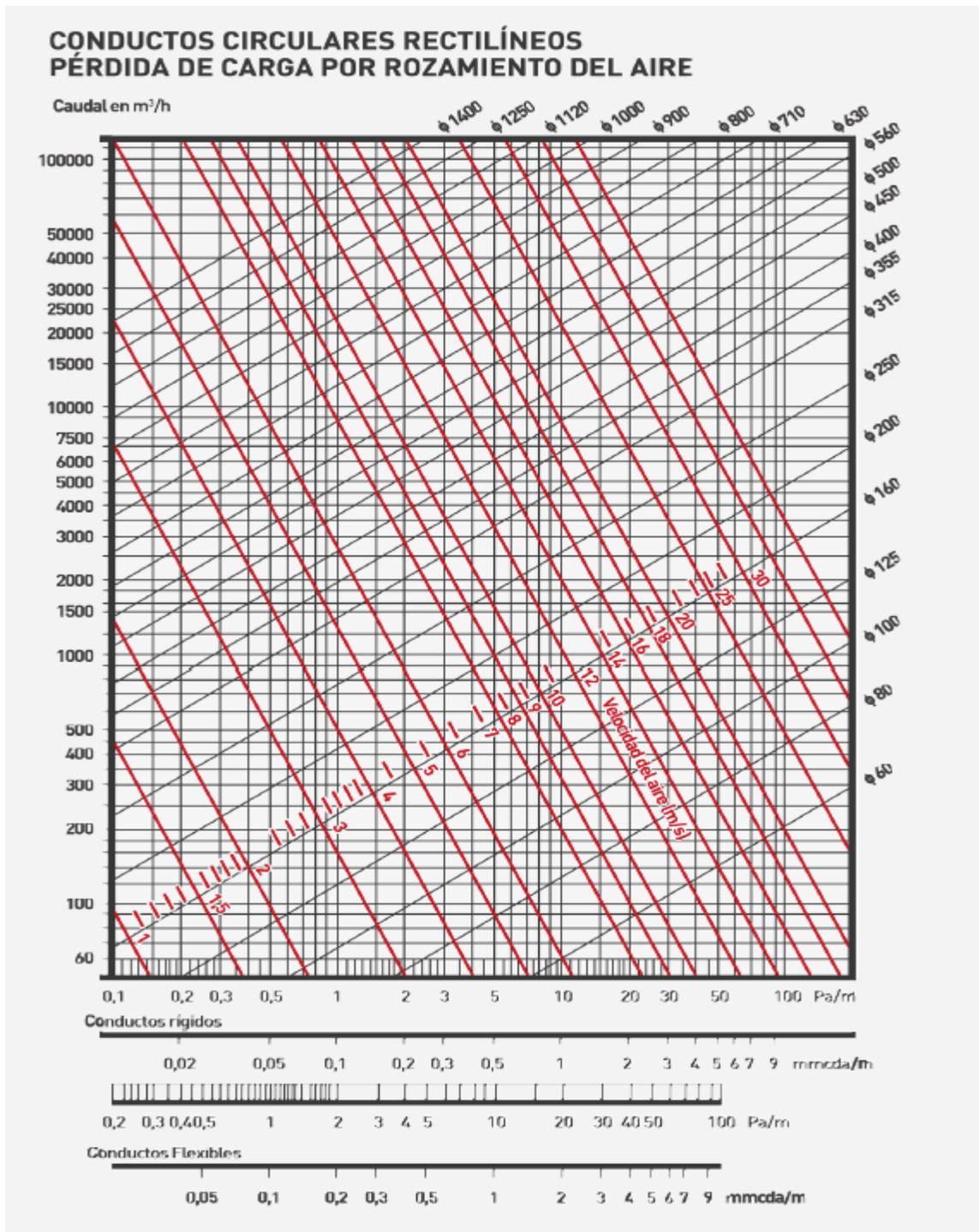
El diámetro correspondiente en la práctica se puede determinar utilizando la curva

**Figura 12: Conductos circulares rectilíneos pérdida de carga por rozamiento del aire**



Fuente: Manual de Ventilación.

Figura 13: *Diámetro equivalente de un conducto rectangular con igual pérdida de carga por rozamiento del aire*



Fuente: Manual de Ventilación.

- **Accidentes de circulación.** - Los conductos de aire no siempre están formados por tramos rectos, sino que a menudo se producen accidentes en sus trayectos, obligando a utilizar curvas, desvíos, entradas, salidas, obstáculos, etc., que provocan pérdidas de carga adicionales. Por lo tanto, es necesario calcular las pérdidas de cada uno de estos accidentes y agregarlas a las pérdidas directas de existencias.

Existen varios métodos para calcular la pérdida de carga por accidentes en tuberías, de los cuales son los más utilizados en manuales especiales (que tienen muchos datos de prueba para determinar su valor en unos simples pasos).

## **2.6.2 CÁLCULO DE LA PÉRDIDA DE CARGA**

### **2.6.2.1 MÉTODO DEL COEFICIENTE «N»**

Este método se basa en el cálculo de la pérdida de carga del elemento de control en función de la presión dinámica  $P_d$  del aire circulante y del factor de proporcionalidad "n", que se determina experimentalmente para cada uno según su forma y dimensiones. La fórmula utilizada es:

#### **PÉRDIDA DE CARGA**

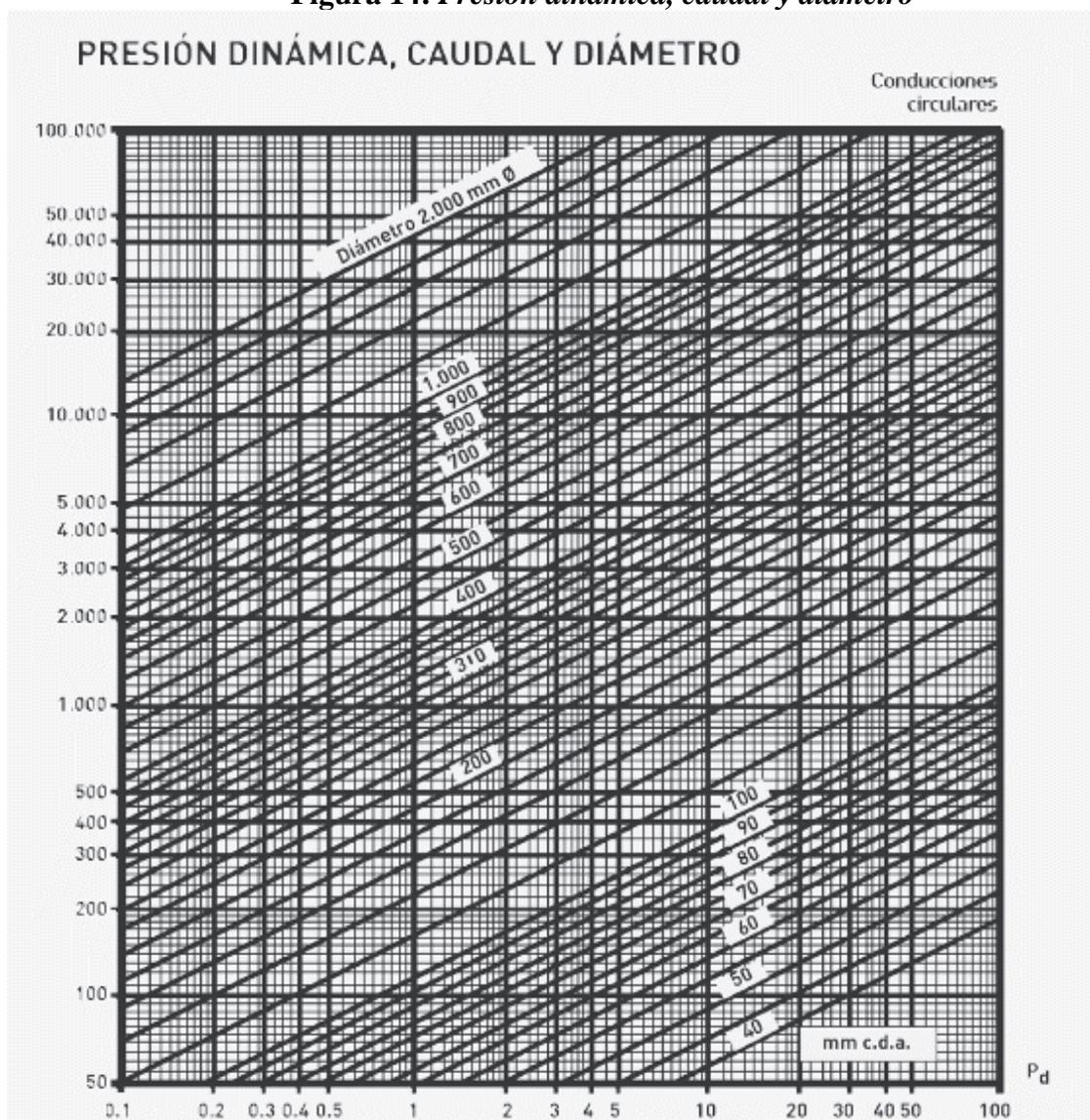
$$\Delta P = n \times P_d \text{ (mm c.d.a.)}$$

Así contamos uno a uno los accidentes de circulación, lo que sumado a los

Accidentes con parte directa nos da la pérdida de presión del sistema de conducción. La presión dinámica  $P_d$  en la fórmula se encuentra fácilmente de la siguiente manera.

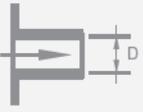
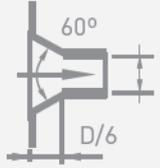
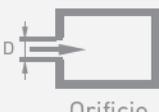
Basándose en el caudal de aire circulante  $Q$  ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) y el diámetro del conducto  $d$  (m), la velocidad del aire  $v$  (m/s) se determina en la curva de la Figura 12. Con esta información y el diagrama de la Figura 14 encontramos la presión dinámica  $p_d$  (mm c.d.a.), que necesitamos para aplicar la fórmula de caída de presión. Las siguientes figuras 15 y 16 muestran los coeficientes de pérdida de presión «n» en relación con varios accidentes en la circulación del aire a través de los canales desde su entrada hasta su salida.

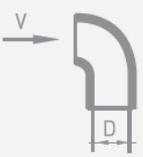
**Figura 14: Presión dinámica, caudal y diámetro**



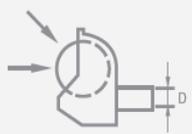
Fuente: Manual de Ventilación.

**Figura 15: Entradas varias**

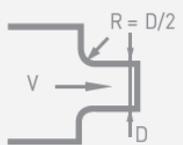
Figura				
<b>Conducto</b>	Coeficiente n			
<b>Circular</b>	0,87	0,49	0,2	1,8
<b>Rectangular</b>	1,25	0,7		



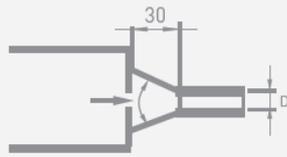
n = 1,6

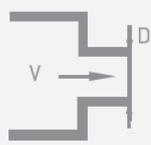


n = 0,65



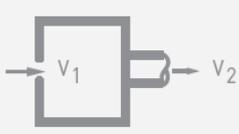
n = 0,6 a 0,1





Conducto:  
Circular n = 0,5  
Rectangular n = 0,7

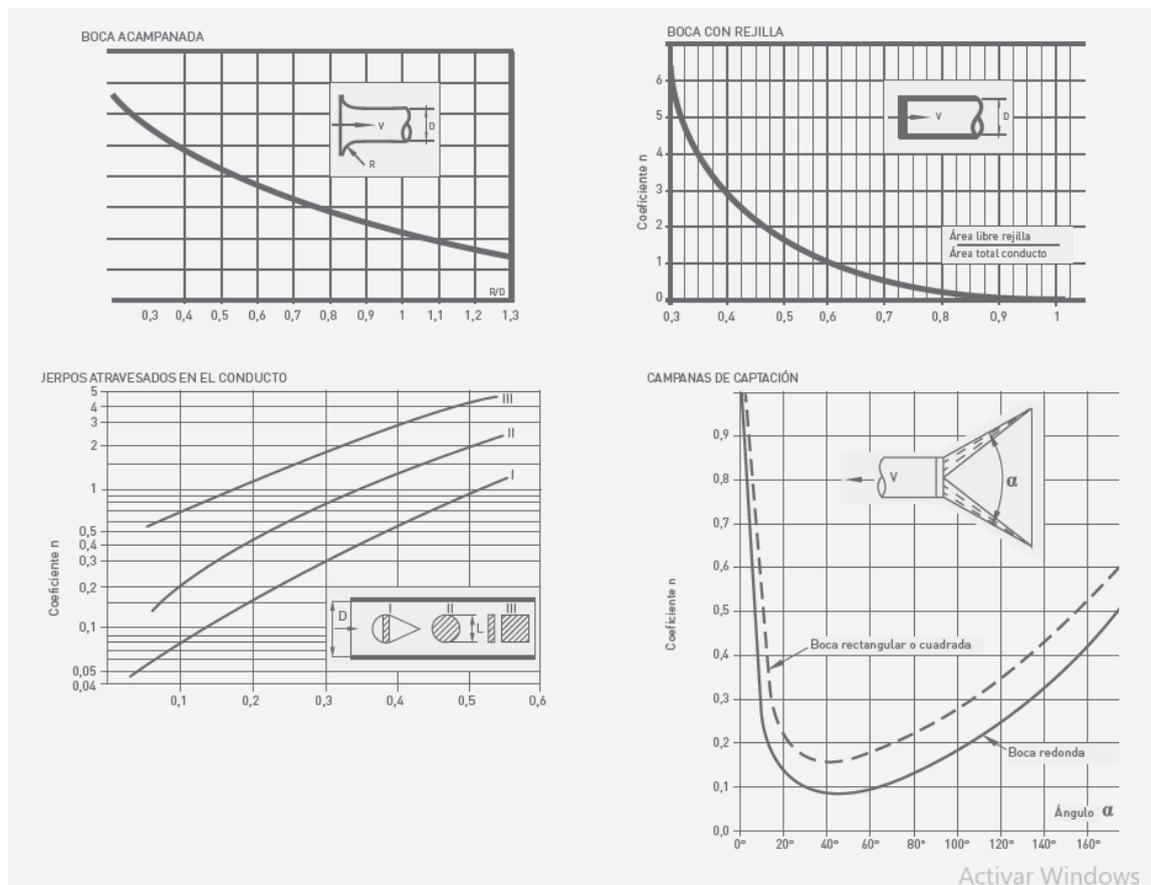
α	Coeficiente n	
	Circular	Rectangular
15°	0,15	0,25
30°	0,08	0,16
45°	0,06	0,15
60°	0,08	0,17
90°	0,15	0,25
120°	0,26	0,35
150°	0,40	0,48



n = 1,78 P<sub>α1</sub> + 0,5 P<sub>α2</sub>  
P<sub>α1</sub> y P<sub>α2</sub> corresponden a V<sub>1</sub> y V<sub>2</sub>

Fuente: Manual de Ventilación.

**Figura 16: Entrada de conductos**



Fuente: Manual de Ventilación.

Deben evitarse los obstáculos que cruzan la línea superior, especialmente en recodos y ramales de la corriente. Nos referimos a objetos extraños en los conductos, no de su ventilación, como en el caso de los radiadores de intercambio de calor, donde, por otro lado, se ya están diseñados para que las hojas estén orientadas para causar la menor obstrucción posible.

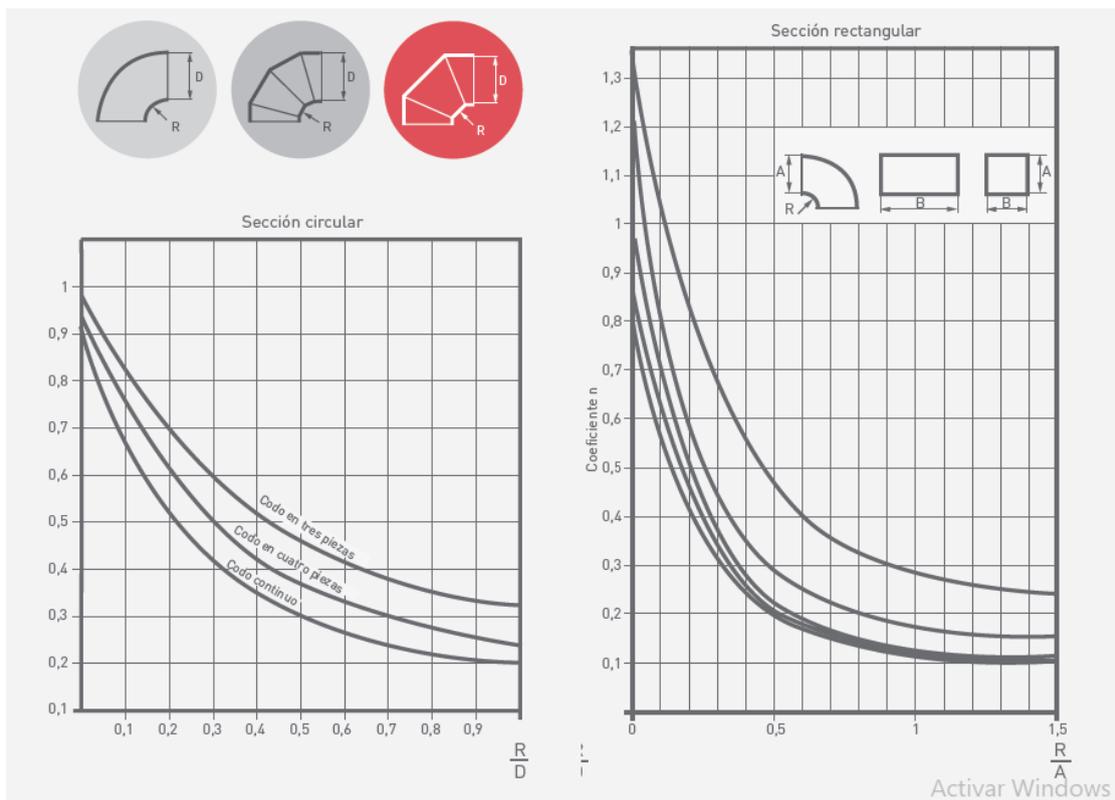
Si no pueden evitarse, deben cubrirse con escudos de silueta aerodinámica para que no causen grandes pérdidas de carga. Los obstáculos con un área frontal de más de cinco centímetros deben cubrirse con perfiles redondeados o, mejor, siluetas de ala de avión,

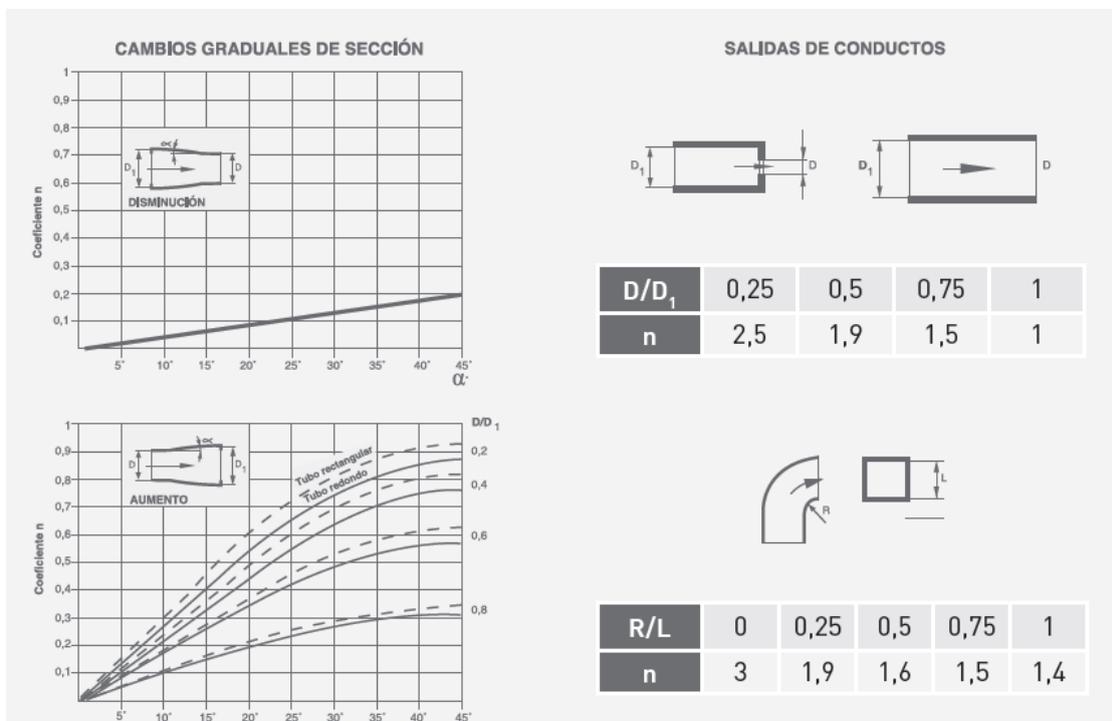
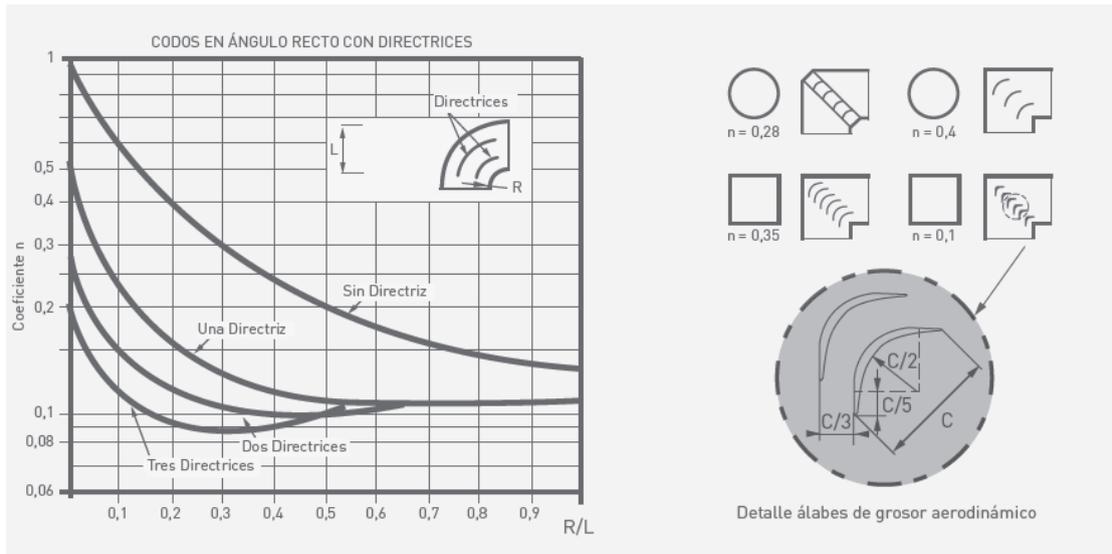
asegurándose de que los puntales estén paralelos al perfil aerodinámico. Si el obstáculo es mayor a  $20^\circ$ , el tramo debe dividir la tubería y unirse a ella cuando se supere el obstáculo.

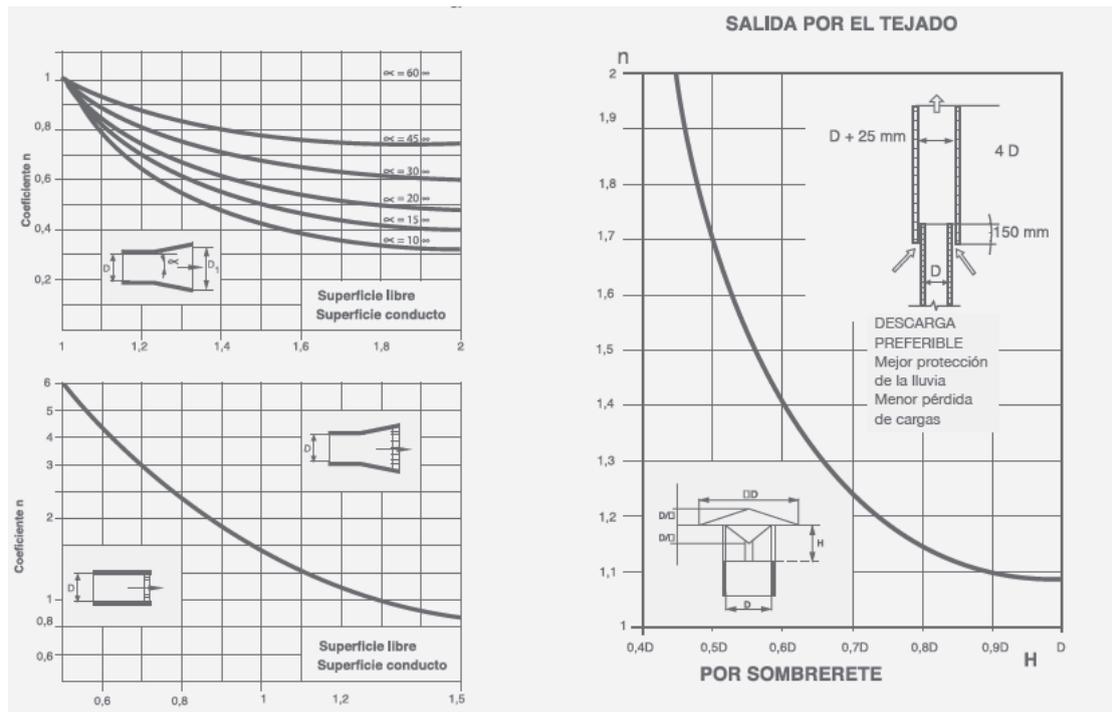
Todas las velocidades utilizadas para calcular el coeficiente  $n$  en este capítulo se refieren a las velocidades en el canal  $V_c$  marcadas por el diámetro  $D$ , incluso si se trata de un cálculo de caída de presión de entrada. Para las tapas colectoras, sean verticales u horizontales, la boca debe ser por lo menos del doble del tamaño del canal. Para filtros de aire rectangulares, « $\alpha$ » significa el ángulo más grande.

*Coeficientes “n” de pérdidas de cargas codo*

**Figura 17: Pérdidas de cargas**







Fuente: Manual de Ventilación.

### 2.6.3 CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

Utilizar un sistema de ventilación en ambientes cerrados donde se producen alimentos, significa mayor confort que en temperaturas elevadas. La ventilación va de la mano con la funcionalidad debido a que los vapores, altas temperatura y humedad limitan la capacidad, e inclusive pueden influir en el estado de ánimo de las personas.

Para poder acondicionar una cocina o panadería industrial, se debe extraer el calor, de ahí la importancia de llevar a cabo el cálculo de las cargas térmicas. Este nos permite determinar la cantidad de calor que se debe extraer y que mediante un sistema de ventilación mantener las condiciones adecuadas (temperatura y humedad).

En ventilación, la carga térmica se puede entender como la perturbación de que tiene la capacidad de la energía de los espacios que se busca climatizar. Estas perturbaciones tienen origen en condiciones climatológicas del espacio externo en el que se rodea el recinto o las fuentes de energía localiza en el interior de los espacios propios. Si estas perturbaciones cambian o altera la temperatura del sitio se le llama carga sensible, si a su vez varía el vapor de agua y que de la mano modifica la energía contenida del volumen de control, esta carga se la denomina latente. En la tabla 1. se puede clasificar las cargas térmicas.

**Tabla 1**

***Clasificación De Las Cargas Térmicas***

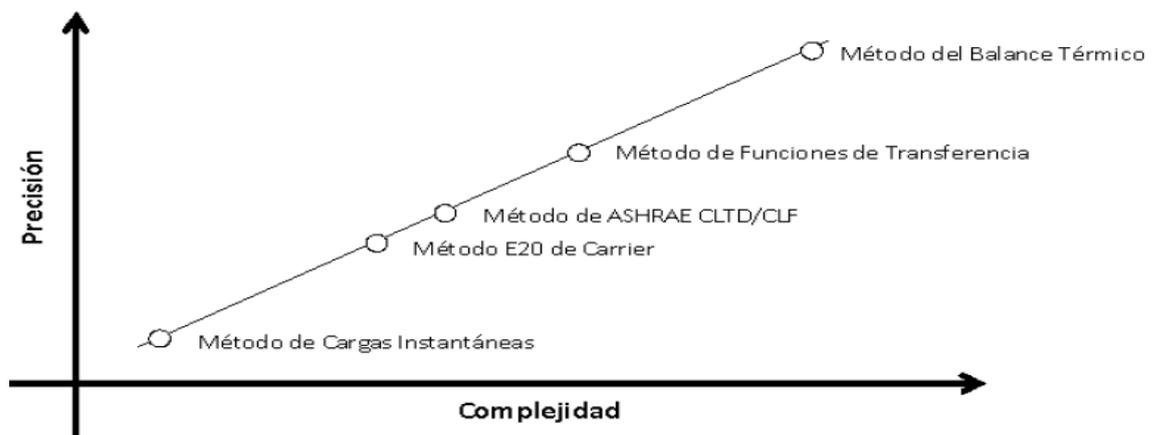
Cargas térmicas: Se clasifica en exteriores o interiores			
Carga exterior	Tipos:	sensible	latente
Transmisión de calor a través de cerramientos ocupado (paredes, techos...)		X	
Transmisión de calor a través de cerramientos semitransparentes (ventanas)		X	
Carga por ventilación		X	X
Carga por infiltración		X	X
Carga interior			
Ocupantes		X	X
Iluminación		X	
Maquinas, motores y otros		X	
Propia instalación		X	

Nota: fuente: Rey, F.I Velasco E. (2006)

### 2.6.4 MÉTODOS EMPLEADOS

Existen varios métodos para el cálculo de la carga térmica. Hay cinco métodos más empleados de manera tradicional, comparando la complejidad y la precisión de cada uno como se ve en la figura 18

**Figura 18: Comparación De La Complejidad Y Precisión De Los Métodos De Cálculo De Cargas Térmicas Más Empleados**



Fuente: Rey, F.J. & Velasco, E. (2006)

#### 2.6.4.1 MÉTODO DE CARGAS INSTANTÁNEAS

En este método el calor acumulados en las habitaciones deben ser removidos inmediatamente para que las condiciones internas no cambien. En otras palabras, no hay almacenamiento de calor.

Por lo tanto, la carga debida a la transferencia de calor a través de las paredes y el techo se puede estimar fácilmente como calor producido o perdido mediante la ecuación  $Q = K \cdot A \cdot \Delta T$ , donde K es el coeficiente de transferencia de calor total, A, es el calor coeficiente de transferencia. área abierta a esta transferencia y a la diferencia de temperatura interior-exterior  $\Delta T$ .

#### ***2.6.4.2 MÉTODO DEL BALANCE TÉRMICO***

Se proponen balances de energía con leyes básicas de transferencia de calor para todas las superficies y espacios que contienen los espacios. Las ecuaciones resultantes se resuelven simultáneamente porque suelen estar acopladas.

La desventaja de este método es el cálculo exhaustivo que solo puede ser resuelto por computadoras. Además, se necesita información sobre todos los materiales que están presentes o componen los edificios, lo que alarga la entrada de datos. Este método también tiene en cuenta el calor de la iluminación, las personas, los equipos y la maquinaria

#### ***2.6.4.3 MÉTODO DE LAS FUNCIONES DE TRANSFERENCIA***

A diferencia de los dos anteriores, tiene mayor precisión y flexibilidad porque las cargas no se calculan en condiciones de referencia, sino que se calculan como resultado de un conjunto específico de entradas térmicas para cada aplicación específica.

### **2.7 PANADERÍA**

Este alimento se remonta su origen al Antiguo Egipto, pues según cuenta la historia, un joven dejó una mezcla de harina, sal y agua bajo el sol durante el día. Después de un tiempo se dio cuenta de que, aunque la masa se encontraba seca, todavía se podía utilizar así que la llevó al horno y como resultado vio cómo se convertía en una masa crujiente y esponjosa resultando en algo delicioso.

### 2.7.1 EQUIPOS DE PANADERÍA

Los equipos de panadería son muy importantes en la industria ya que estos nos brindan la facilidad de elaborar los diferentes productos que ofrece la misma, pero también generar altas temperaturas que terminan afectando a los trabajadores. El calor de cada una de ellas eleva la temperatura en el entorno de trabajo lo que ocasiona que se vuelva un ambiente inadecuado donde los empleados se vean afectados. Podemos encontrar los diferentes elementos:

### 2.7.2 HORNO DE PANADERA.

Es un utensilio muy importante en las panaderías de cocina grande que se usa frecuentemente en cocinas profesionales e industriales. Los hornos de panadería hacen un trabajo excelente permitiendo hornear gran variedad de productos de manera eficiente y uniforme como lo son panes, cake, pasteles, galletas y brownies. En estos hornos tenemos de varios tipos:

- **Horno convección:** Este tipo de horno funciona con energía y gas, tiene como elemento un controlador y el cual permite ingresar el valor de la temperatura deseada como se ve en la figura 19 y de esta forma automática controla las electroválvulas que permite el paso de gas que mediante velas y flautas generan la llama que dan el calor al horno.

**Figura 19: Horno convección**



Fuente: Fritega

- **Horno de convencional (gaveta):** Este tipo de horno clásico que está formado por unas gavetas y en la parte inferior unas tuberías que se enciende de forma manual, como se ve en la figura 20, viene con termostato análogo instalado para poder ver la temperatura deseada y controlar con la válvula la cantidad de gas que queremos que salga.

**Figura 20: Horno de convencional (gaveta).**



Fuente: Cosmoindustria

### **2.7.3 ESTUFA INDUSTRIAL.**

Las estufas industriales hacen partes fundamentales de las industrias alimenticias ya que nos permite calentar, cocinar, preparar y mantener la temperatura de los elementos que hacen parte de los productos que ofrece la panadería, cocinas y restaurantes. A diferencia de las cocinas que podemos encontrar en nuestras casas estas son de mayor duración, están hechas con acero inoxidable 430 ya que este elemento no se oxida y es practico a la hora de su limpieza nos brinda mayor calidad.

Las estufas cuentan con parrilla, con cuatro quemadores, plancha y freidoras como podemos ver su distribución en la figura 21.

**Figura 21: Estufa industrial.**



Fuente: Cosmoindustria

#### **2.7.4 CÁMARA DE LEUDO.**

La cámara de leudo es un equipo de metal que se encuentra en la mayoría de las panaderías donde se colocan bolas de masa, como se ven en la figura 22. La masa de pan necesita tiempo para que la levadura actúe, y la cámara de leudo proporciona ese tiempo. Además, esta masa de pan o pizza necesita un entorno muy controlado de calor, humedad para que se logre la fermentación adecuada y si estas condiciones no se cumplen la masa se verá afectada por lo consiguiente no será de buena calidad y se tendrá que volver a preparar desde cero.

La ventaja que nos brinda es poder controlar la temperatura adecuada para nuestro tipo de masa y humedad necesaria para que fermente. Esta cámara de leudo cuenta con un panel digital. Las temperaturas generadas para la fermentación varían entre 28 a 45 grados Celsius, y una humedad del 70 a 90 %.

**Figura 22: Cámara de leudo**



Fuente: Máquinas y pan

### **2.7.5 MOJADORA DE PAN.**

La amasadora Industrial o mojadora como se puede ver en la figura 23, es un equipo de cocina industrial que permite mezclar masas en grandes cantidades logrando que ésta quede homogénea y dejándola lista para hornear. Su forma es sólida, su olla y el gancho están fabricados en acero inoxidable esto brinda mayor resistencia y durabilidad, está conformado por controles eléctricos y electrónicos para ajustar el tiempo de mezcla como se puede ver en la figura 23.

**Figura 23: Mojadora de pan**



Fuente: Maquinas y pan

### **2.7.6 BATIDORA INDUSTRIAL**

Las ventajas para los panaderos y los profesionales en la panadería industrial es que brinda la facilidad y eficiencia al realizar el trabajo que manualmente podría hacer una persona de manera más rápida y constante. Como podemos observar en la figura 24 la batidora industrial está fabricada con acero inoxidable.

Las batidoras industriales permiten aumentar la producción sin sobrecargar al trabajador ya que sólo se necesita agregar los ingredientes y programarla para que dure el tiempo necesario para que la masa esté lista

**Figura 24: Batidora industrial**



Fuente: Maquinas y pan

## **2.8 ALTAS TEMPERATURAS EN EL ENTONO DE TRABAJO**

Las altas temperaturas implican un importante riesgo para la salud humana. Durante la jornada laboral donde se produce un incremento paulatino de la temperatura que incrementa la mortalidad. Además de generar efectos a corto plazo, la exposición al calor afecta a la salud a medio y largo plazo. (OMS, 2015; Tustin, 2018).

Tomando en consideración que en la panadería por el uso de hornos se genera un calor abrazador y sofocante para los trabajadores ya que se necesita por la producción que los hornos se mantengan a temperaturas elevadas para que así el producto que se esté horneando en ese momento pueda subir la masa.

## **2.9 PELIGROS EN LA PANADERÍA**

Los peligros más comunes que se puede sufrir en la panadería se pueden dar por la alta temperatura que se maneja en el entorno esta puede generar que el trabajador presente síntomas de deshidratación, cortaduras por la falta de concentración al momento de manipular objeto cortopunzante, desmayos y sensación de ahogo.

## **2.10 INCIDENTES LABORALES EN LOS EMPLEADOS**

Es un evento no deseado que se puede generar por las altas temperaturas que se manejan en el entorno de trabajo esto puede ser desmayos, quemaduras, cortaduras por falta de concentración o generado por mareos producto de una deshidratación que sólo requiera los primeros auxilios

## **2.11 CONDICIONES INSEGURAS**

### ***2.11.1 ESTRÉS TÉRMICO***

“El estrés térmico no es un efecto de condiciones ambientales extremas causadas en los trabajadores expuestos, sino precisamente en la carga térmica que reciben y que resulta de la interacción entre las condiciones ambientales, el calor metabólico del trabajador y la vestimenta” (Pérez, 2002; Work safe BC, 2005, p. 2).

Esto quiere decir que el estrés térmico se produce donde se genera calor y frío. se provoca una respuesta fisiológica, que se llama sobrecarga fisiológica, en otras palabras, hace variar el funcionamiento normal del cuerpo.

El excesivo sudor por el ambiente de calor por tiempos muy largos resulta muy perjudicial para el cuerpo, con pérdida de líquido y de sales, que tiene sodio y potasio. El

ambiente húmedo que se generan en ambientes cerrados frena la evaporación del sudor y genera malestar por exceso de goteo y no permite una rápida evaporación. En estas condiciones se debe tener bastantes líquidos como agua, bebidas isotónicas que ayuden a compensar la pérdida de minerales y no haya deshidratación.

Se debe saber que no todos los cuerpos responden de la misma forma a los tratamientos para compensar el estrés térmico y por exceso de calor debido a que la fisiología de cada persona es diferente.

### ***2.11.2 RIESGOS FÍSICOS***

Se refiere a todos aquellos factores ambientales que dependen de las propiedades físicas de los cuerpos, tales como carga física, ruido, iluminación, radiación ionizante, radiación no ionizante, temperatura elevada y vibración, que actúan sobre los tejidos y órganos del cuerpo del trabajador y que pueden producir efectos nocivos de acuerdo con la intensidad y tiempo de exposición de estos.

## **2.12 NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL**

Las normas que a continuación se relacionan contienen disposiciones válidas para esta norma internacional. En el momento de la publicación estaban en vigor las ediciones indicadas. Toda norma está sujeta a revisión por lo que las partes que basen sus acuerdos en esta norma internacional deben estudiar la posibilidad de aplicar la edición más reciente de las normas indicadas a continuación. Los miembros de CEI y de ISO poseen el registro de las normas internacionales en vigor en cada momento (ISO 10551:1995, IDT) NTE INEN-ISO 10551 Primera edición 2014-01).

En este decreto se encuentran las normas sobre la mitigación y medición del estrés térmico en los trabajadores basado en el índice WBGT (temperatura humedad y temperatura de globo), el índice de PMV y PPD, ergonomía del ambiente térmico, evaluación de la sobrecarga térmica, determinación de la producción de calor metabólico

## **CAPITULO III**

### **3. MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 ALCANCE DEL ESTUDIO**

la salud ocupacional del trabajador que, a través del rediseño de ventilación y enfriamiento, por extracción de la mezcla de aire caliente, aceite y vapor de agua centralizado y dirigido a las fuentes de emisión.

Este trabajo se realiza en una panadería que está ubicada en Guayaquil sobre el nivel del mar a una temperatura ambiente promedio de 30°C, en la planta de producción de todo tipo de pan como los es: pan molde, pan dulce, cachitos, roscas, etc. a su vez se elabora repostería como es: tortas tradicionales, tortas mojadas, inakake, cupkake, piononos, biscochos etc., y se realiza con el propósito ya antes mencionado.

Como primeros objetivos debemos determinar la condición actual del área de producción en la panadería industrial, el número de trabajadores, la distribución de planta de operaciones, equipos que generan las cargas térmicas.

#### **3.2 MÉTODO DE PRESIÓN DINÁMICA Y PRESIÓN EQUIVALENTE**

Se debe tener cuidado en el cálculo y diseño del sistema de ventilación, ya que este debe garantizar la adecuada aportación de caudal, minimizar el consumo de energía de los ventiladores o reducir la cantidad de ruido generado por el sistema.

Existen distintos métodos para el cálculo de los conductos:

- Método de presión dinámica

- Método de longitud equivalente

Estos son esenciales para determinar el diámetro de los conductos y la pérdida de carga que va a poseer el sistema. Pero antes de aplicar estos modelos se debe saber ciertos datos y características del área, para luego sí empezar a aplicar los conductos del sistema.

### ***3.2.1 ESTEPAS PRELIMINARES***

Previo al levantamiento del sistema se debe conocer los siguientes datos.

- Distribución de planta de operaciones
- Esquema unifilar del sistema
- Diseño previo de campana
- Información detalle de cada operación

Todo esto con el fin de entender la situación actual de la panadería y ser más precisos a la hora de realizar el diseño.

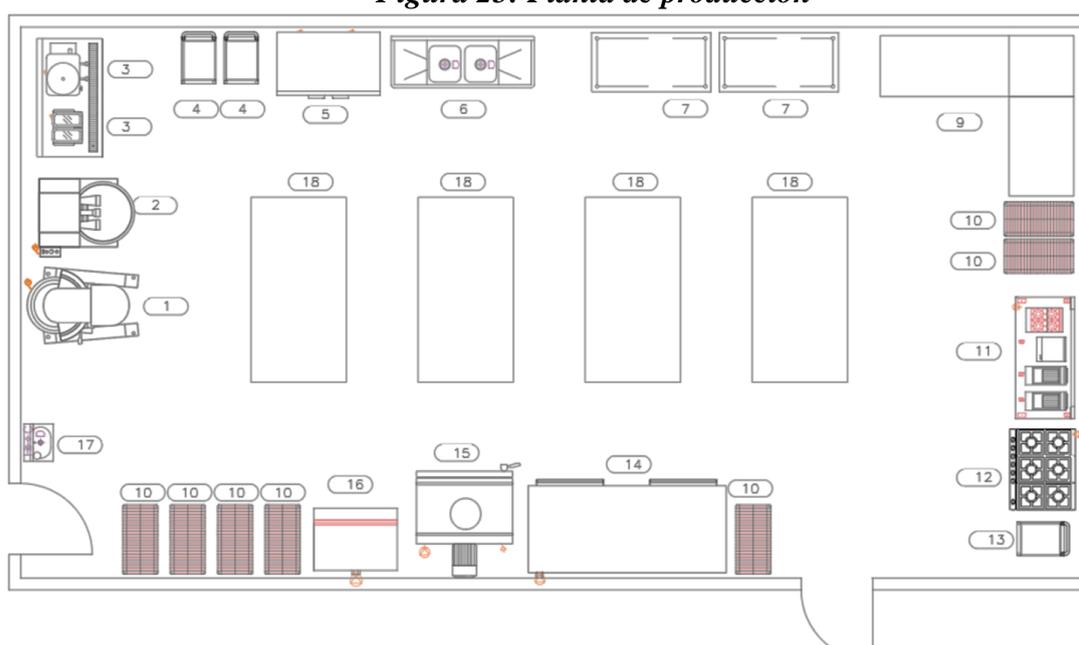
Para la recolección de datos se plantea una visita técnica, para identificar los puntos de fuente de calor, el sistema actual de extracción de olores y una encuesta al personal y lograr entender la situación real de la panadería

Para sustentar la base teórica se partió de la lectura de manuales, así como también de la consulta de expertos en el área de climatización, de ingenieros industriales y de ingenieros químicos. Todo esto con el fin de ser más precisos a la hora de mostrar los resultados.

### 3.2.2 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DE OPERACIONES

En la tabla 2 podemos ver los equipos utilizados para los procesos de producción de pan, repostería y otros. Ahora con la visita se pudo hacer un plano como se puede ver figura 25 la forma de cómo está distribuido los equipos y herramientas en el área de producción

**Figura 25: Planta de producción**



Fuente: Autores.

**Tabla 2*****Equipos y muebles en el área de producción en la panadería***

Ítems	Descripción	Capacidad	Modelo	Marca	Potencia(w)	Btu
1	Batidora	30 litros	B20ga	Brother	1100	3740
2	Mojadora de pan	25 libras	M12c66	Jontex	2400	8160
3	Microondas	20 litros	Emdosg02	Electrolux	500	1700
4	Batidora pequeña	5 litros	Aa2a5	Kitchen	500	1700
5	Carrito	5 latas	P15io0335	Fritega	-	-
6	Refrigeradora /congelador	1200 litros	Gxgn1200btu	Gxgn1200btu	700	2380
7	Fregadero de vajilla	50 litros	Fritega	F12ee12	-	-
8	Estantería	1.2 m <sup>3</sup>	-	-	-	-
9	Gaveta en l	2.3 m <sup>3</sup>	-	-	-	-
10	Carro de bandejas	20 latas	Fritega	B12gc12	-	-
11	Cocina industrial y freidora+ horno	4 boquillas	C4qcpc2h	Fritega	61000	210000
12	Cocina industrial tipo isla	6 boquillas	C6qtich	-	61000	210000
13	Carro de bandeja	5 latas	P15io0335	Fritega	-	-
14	Horno de cámara	8 gavetas	C20i16	Corona	3600	300000
15	Horno eléctrico	10 latas	Br112rr	Brotex	1800	126584
16	Fermentadora	20 latas	L20	Indumaq	900	27150
17	Fregadero de mano	5 litros	G98efe4	Edesa	-	-
18	Mesa de trabajo	2 m <sup>2</sup>	M7ee77889e	Fritega	-	-

Fuente: Autores

Del lado izquierdo de la figura 25 tenemos los equipos de amasado y mezclado, en medio tenemos las mesas las cuales se concentra el mayor número de trabajadores, que es donde se elaboran los panes, en la parte inferior del plano tenemos los hornos que son los que más tiempo trabajan

### 3.2.3 ESQUEMA UNIFILAR

Se puede ver cada uno de los equipos y herramientas distribuidos en toda la panadería. Mediante el mapa de la figura 25. Así ya podemos seleccionar, a criterio propio, la fuente de calor principal que se ve la siguiente tabla 3.

**Tabla 3**

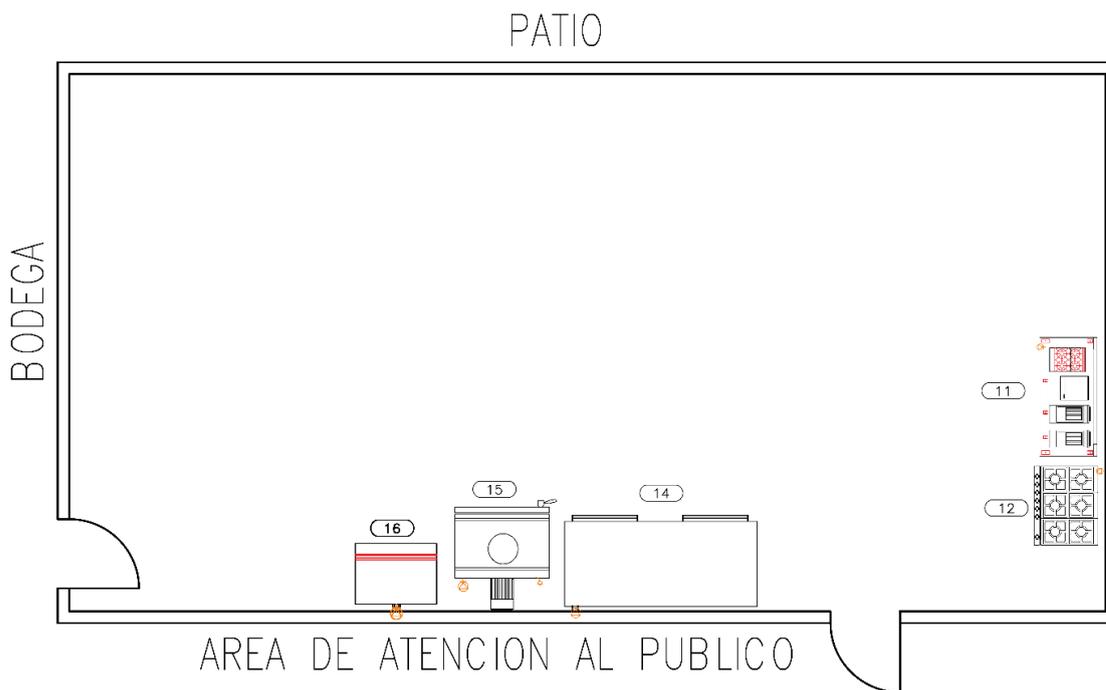
***Equipos Principales Fuentes De Calor***

Ítems	Descripción	Capacidad	Modelo	Marca	Potencia(w)	Btu
11	cocina industrial y freidora+ horno	4 boquillas	c4qcpc2h	fritega	61000	210000
12	cocina industrial tipo isla	6 boquillas	c6qtich	-	61000	210000
14	horno de cámara	8 gavetas	c20i16	corona	3600	300000
15	horno eléctrico	10 latas	br112rr	brotex	1800	126584
16	fermentadora	20 latas	l20	indumaq	900	27150

. Fuente: Autores

Con estos datos plantemos un nuevo mapa para de forma visual y técnica saber dónde están ubicados estas fuentes de calor tal y como se muestra en la figura 26.

**Figura 26: Plano de fuentes de calor**

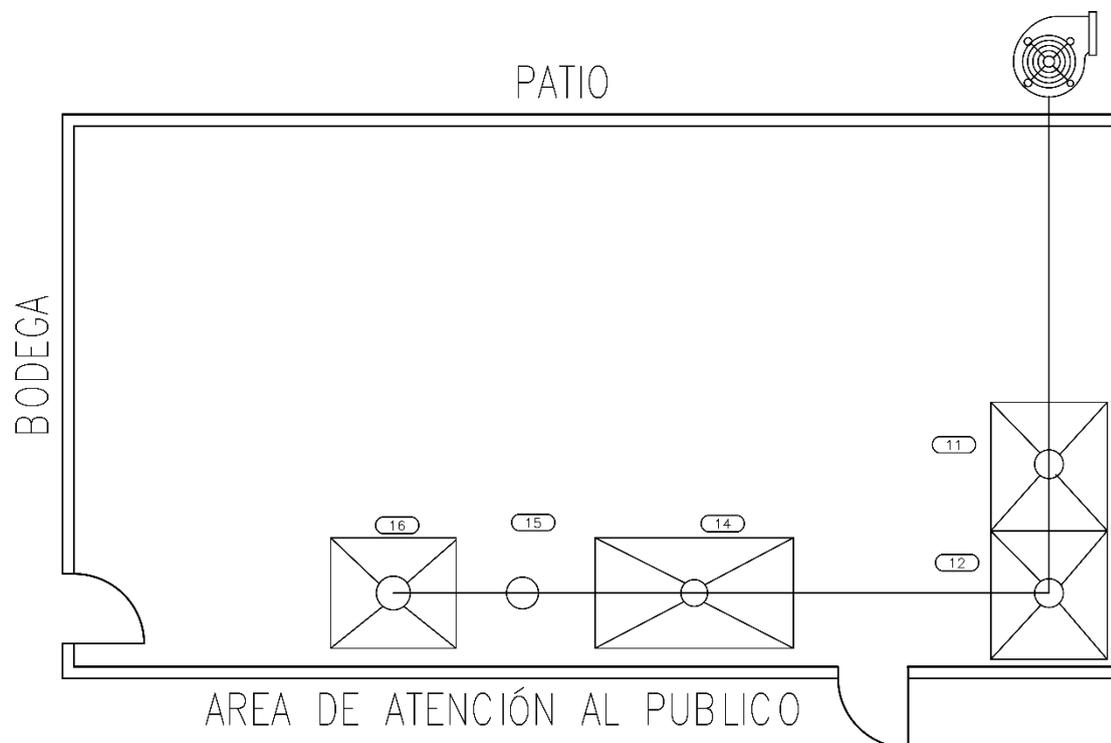


Fuente: Autores.

Dentro de estos elementos contamos con cocinas las cuales generan vapores y humos que van directamente al ambiente cuando están encendidas (en uso), los hornos y la cámara de leudo por ser equipos cerrados solo generan calor. Los humos que generan por la cocción salen más rápidamente al ambiente cuando se abren las puertas, esto no quiere decir que solo expulsan vapores y olores mientras están cerradas las puertas de estos equipos, también lo hacen solo que en pequeñas cantidades.

Ya conociendo las fuentes de calor principal podemos hacer un esquema de donde irá cada campana para la extracción focalizada tal y como se muestra en la figura 27.

**Figura 27**  
**Esquema De Ubicación De Campanas.**



Nota. Fuente: Autores

Para este esquema se preseleccionó cuatro campanas, uno para cada estufa industrial, uno para el horno de gaveta (convencional), uno para la cámara de leudo, cocina más freidora y cocina tipos isla, el horno de convección debido a que cuenta con sistema de expulsión de gases incorporado sólo se conecta directamente a los ductos de ventilación.

### 3.2.4 DISEÑO PREVIO DE LA CAMPANA

Para el diseño de las campanas la realizamos con utilizando un sistema de ventilación focalizado. Para esto debemos dimensionar las zonas a contaminantes, tal y como vemos en la tabla 4.

**Tabla 4**  
*Dimensiones de las fuentes de calor*

Equipo	Ancho	Longitud	Área
Cocina	1,4	0,8	1,12
Cocina + freidora	2	0,8	1,6
Horno de gaveta	2	1,2	2,4
Cámara de leudo	0,9	1,2	1,08
Horno convección	0,9	1,2	1,08

Nota. Fuente: Autores

Como regla general, en la norma de ventilación, el perímetro de nuestra campana debe exceder la circunferencia de nuestra cocina y hornos en 15-20 cm (en los lados que no están pegados a las paredes o paneles de barrera), para que se pueda recoger el humo de la cocción. utilizando un extractor. Para que el aire quede completamente atrapado en las cubiertas del horno, el alcance de la campana debe medirse con la puerta abierta.

En cuanto a la altura de instalación, las normas recomiendan una distancia del filtro H= 1,2 m del fuego abierto y una altura máxima de 2 m. En base a esta información, determinamos la altura de instalación del purificador de aire a una distancia de 1,9-2 m del piso terminado, excepto en los techos de filtros, que pretenden ser lo más altos posible.

Aplicando la norma obtenemos los siguientes datos de medida de la campana en la tabla 5.

**Tabla 5**  
***Dimensiones de las campanas y volumen a ventilar según la norma***

Equipo	Ancho (m)	Longitud (m)	Área (m)	Altura / captación (m)
Cocina tipo isla	1,8	1	1,8	1,2
Cocina + freidora	2,4	1	2,4	1,2
Horno de gaveta	2,4	1,4	3,36	0,8
Cámara de leudo	1,4	1,4	1,96	0,8
	Diámetro (m)			
Horno convección	0,25		0,05	0,8

Nota. Fuente: Autores

Conociendo las medidas procedemos con las dimensiones de las campanas y la altura máxima que debe tener frente a la fuente de calor. También saber qué tipo de contaminante es.

Para el cálculo la cantidad de aire a evacuar a través de la campana suspendida en las cocinas y los hornos, usaremos la siguiente fórmula

$$Q = V_c (H^2 + A) \text{ m/seg.} \quad (3.1)$$

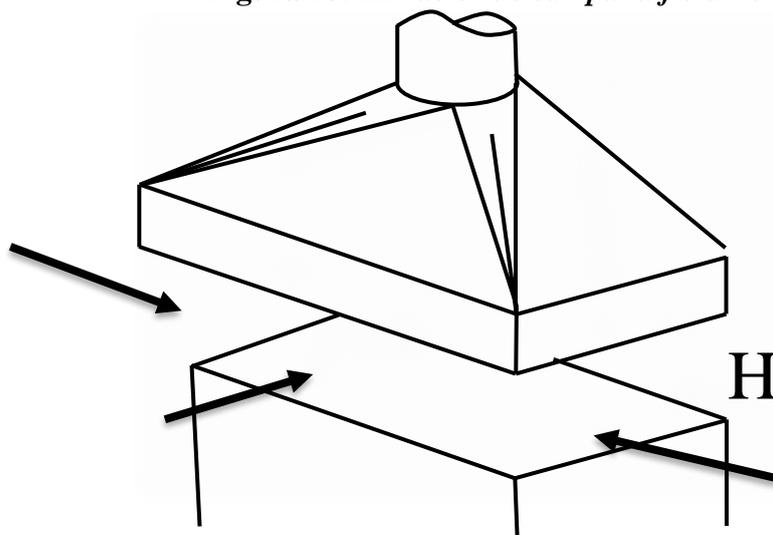
Donde:

A= área de la campana

H= distancia de captación.

V<sub>c</sub>= velocidad de captación m/s

**Figura 28: Extractor de campana flotante**



Fuente: Autores

Nota. En la figura es una representación gráfica en que muestra en qué sentido se extrae el aire.

Para saber la velocidad de captación utilizamos la siguiente tabla 6.

**Tabla 6: Velocidad de captación**

Únicamente gases y vapores	Características de la fuente de contaminación	Ejemplos	Velocidad de captación m/s
	Desprendimiento con velocidades casi nulas y aire quieto.	Cocinas. Evaporación en tanques. Desengrasado.	0,25 - 0,5
	Desprendimientos a baja velocidad en aire tranquilo.	Soldadura. Decapado. Talleres galvanotecnia.	0,5 - 1
	Generación activa en zonas de movimiento rápido del aire.	Cabinas de pintura.	1 - 2,5
Con partículas sólidas en suspensión 	Generación activa en zonas de movimiento rápido del aire.	Trituradoras.	1 - 2,5
	Desprendimiento a alta velocidad en zonas de muy rápido movimiento del aire.	Esmerilado. Rectificado.	2,5 - 10

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

Inferior	Superior
1. Pocas corrientes de aire en el local.	1. Corrientes turbulentas en el local.
2. Contaminantes de baja toxicidad.	2. Contaminantes de alta toxicidad.
3. Intermitencia de las operaciones.	3. Operaciones continuas.
4. Campanas grandes y caudales elevados.	4. Campanas de pequeño tamaño.

Nota. Fuente: Portal electromecánico

Por definición en la tabla 6, para cocinas, evaporación y desengrasado debemos usar entre 0.25 – 0.5 m/s, y la necesidad utilizamos 0.35m/s.

En este caso las necesidades de caudal serán las siguientes como se muestra en la tabla 7.

**Tabla 7**  
***Necesidad de captación***

Equipo	A (m)	H (m)	Vc (m/s)	Q(m <sup>3</sup> /s)	Q (m <sup>3</sup> /h)
Cocina tipo isla	1,8	1,2	0,5	1,13	4082,40
Cocina + freidora	2,4	1,2	0,5	1,34	4838,40
Horno de gaveta	3,36	0,8	0,5	1,40	5040,00
Cámara de leudo	1,96	0,8	0,5	0,91	3276,00
Horno convección	0,05	0,8	0,5	0,24	868,25
Total					18105,05

Nota. Fuente: el autor

La necesidad adecuada de aire a extraer en la instalación es de 18105.05 m<sup>3</sup>/hora.

Para que el sistema funcione de manera correcta se diseñará con una velocidad en los ductos constante en torno a los 10 m/s (ver tabla 8). Los conductos que parten de cada una de las campanas se conectan al conducto principal que aumenta su medida de sección de manera que se vayan incorporando los caudales de cada toma.

Para la poder prescribir el ventilador más adecuado, es necesario determinar la pérdida de carga que se genera en la instalación por los accidentes de esta: curvas, campanas, codos, reducciones, sombreros de salida.

los cálculos para la pérdida están en mm c.d.a (milímetros columna de agua) y los diámetros de cada sección se determinarán con nanogramo.

**Tabla 8**

***Velocidad recomendada para diseño de ductos***

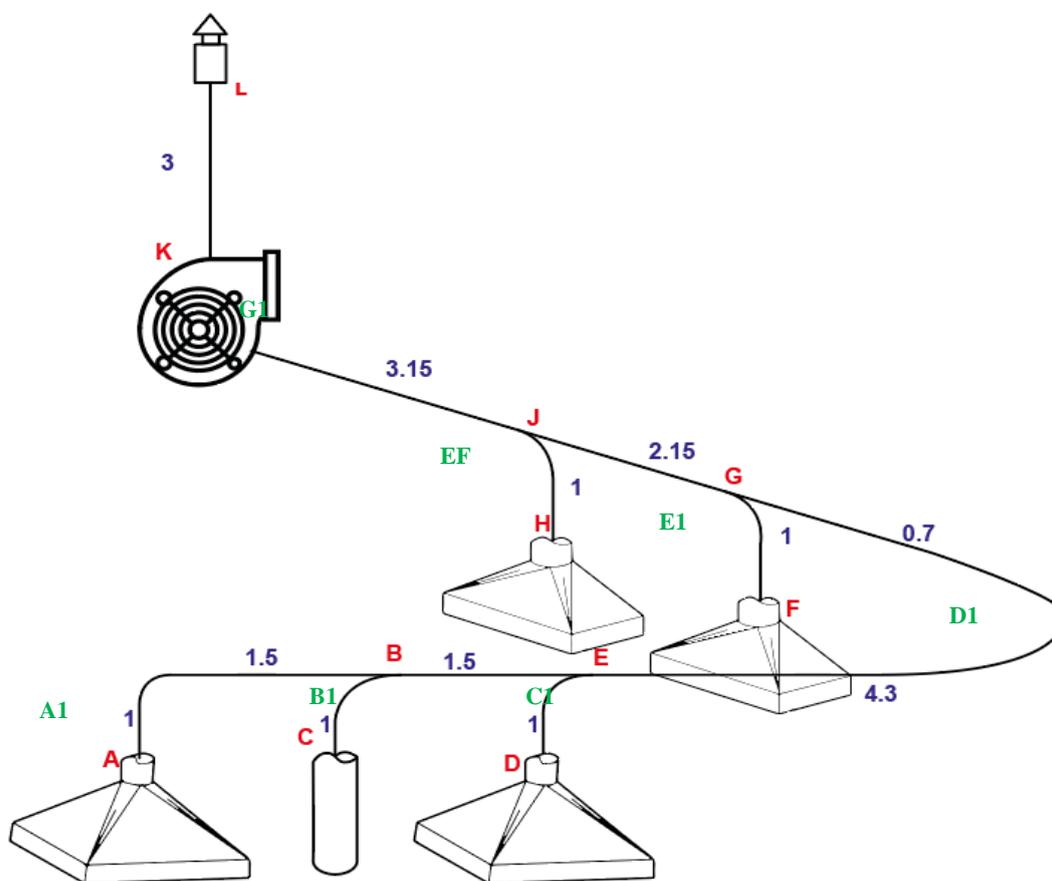
Naturaleza del contaminante	Ejemplo	Velocidad del diseño (m/s)
Vapores de agua, gases humo de combustión	Todos los vapores, gases y humos	Indiferente (la velocidad óptima económicamente suele encontrarse entre 5 y 10 m/s)
Humo de soldadura	Soldadura	10-12,5
Polvo muy fino y ligero	Hilos de algodón, harina de madera, polvo de talco	12,5-15
Polvo seco	Polvo fino de caucho, baquelita en polvo para moldeo, hilos de yute, polvo de algodón, virutas (ligeras), polvo de detergente, raspadura de cuero	15-20
Polvo ordinario	Polvo de desbarbado, hilos de muclle de pulir (secos), polvo de lana y yuta (residuos de sacudidor), polvo en grano de café, polvo de cuero, polvo de granito, harina de sílice, manejo de materiales pulverulentos en general, corte de ladrillos, polvo de arcilla, fundiciones (en general), polvo de caliza, polvo en el embalado y pesado amianto en industrias textiles.	17,5-20
Polvos pesados	Polvo de aserrado (pesado y húmedo), viruta metálica, polvo de desmoldeo en fundiciones, polvo en el chorreado con arena, pedazos de madera, polvo de barrer, viruta de latón, polvo en el taladro de fundición, polvo en plomo.	20-22,5
Polvo pesado y húmedo	Polvo de plomo con pequeños pedazos, polvo de cemento húmedo, polvo de corte de tubos de amianto-cemento, hilos de muela de pulir (pegajosos).	> 22,5

---

Nota. fuente

Para el cálculo de diámetro utilizaremos como velocidad recomendada para ductos 10 m/s. escogiendo el valor máximo para que diseños funcione correctamente, es por esto por lo que los conductos parten directamente desde las campanas, para ello calculamos los diámetros con la formula  $Q=V \times A$ , siendo Q el caudal a extraer, V la velocidad de extracción. iniciando desde el punto “A” hasta el punto “L” como se ve en la figura 29, hasta la siguiente sección y aumentando su diámetro a medida que se vayan incorporando caudales en cada toma.

**Figura 29: Plano isométrico de los ductos y campanas de ventilación**



Fuente: Autores

Nota. La medida de cada tramo está en metros.  
Las letras de la “A” a la “L” son los tramos-  
las letras de la “A1” a la “G1” son los codos del sistema de ventilación.

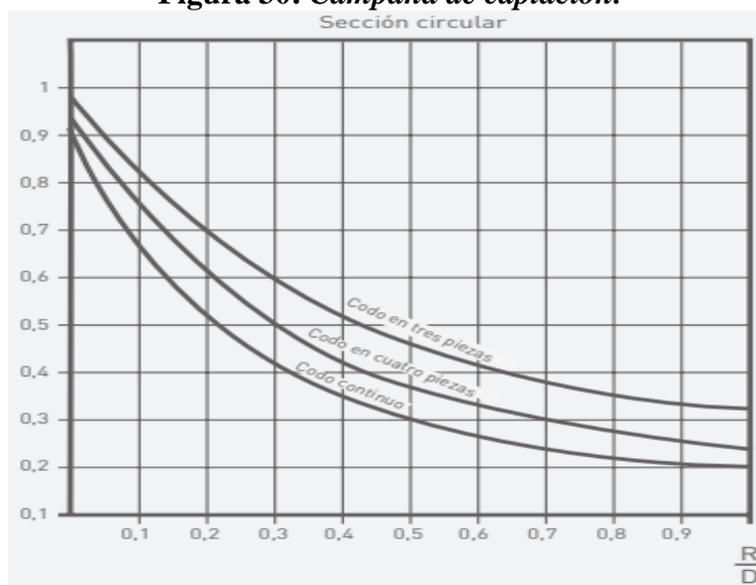
**Tabla 9**  
**Pérdidas de carga en tramos**

Tramo	Longitud (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Diámetro necesario (m)	Diámetro estándar (mm)	Pérdida de carga (mm.c.d.a/m)	Pérdida por tramo (mm c.d.a)
A(cámara de leudo)-B	2,5	0,91	0,340	350,0	0,32	0,80
C(horno convección)-B	1	0,24	0,175	250,0	0,61	0,61
B-e	1,5	1,15	0,383	400,0	0,29	0,44
D(horno de gaveta)-E	1	1,40	0,422	400,0	0,26	0,26
E-g	5	2,55	0,570	560,0	0,18	0,90
F(cocina tipo isla)-G	1	1,13	0,380	400,0	0,24	0,24
G-j	2,15	3,69	0,685	710,0	0,13	0,27
H(cocina freidora)-J	1	1,34	0,414	400,0	0,24	0,24
J-k	3,15	5,03	0,800	800,0	0,09	0,29
K(extractor)-L	4	5,03	0,800	800,0	0,09	0,37
<b>TOTAL</b>						<b>4,41</b>

Nota. Fuente: Autores

En esta pérdida de carga, se utilizará un sombrerete antilluvia debido a que en la ciudad de guayaquil los inviernos suelen ser fuertes. Ahora calculamos las pérdidas (ver tabla 10) en los codos de cada parte del sistema de ventilación.

**Figura 30: Campana de captación.**



Fuente: Manual de Ventilación.

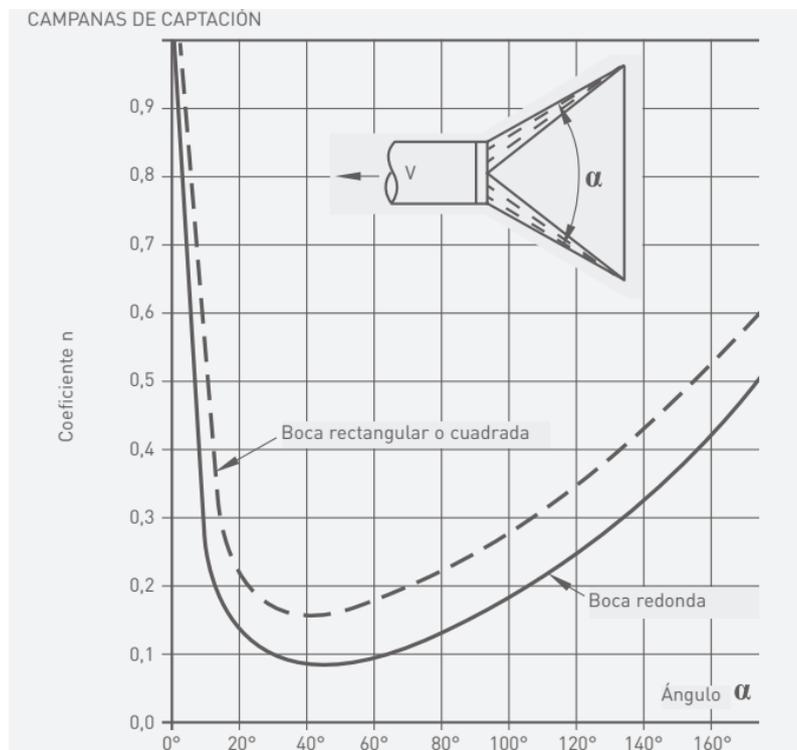
**Tabla 10**  
**Pérdidas de cargas en codos**

Codo	Diámetro (mm)	Ángulo °	Radio (mm)	R/d	Pérdida de carga "n"
A1	350	90	500	1,43	0,22
B1	250	90	250	1,00	0,2
C1	400	90	500	1,25	0,2
D1	560	90	500	0,89	0,25
E1	400	90	500	1,25	0,2
F1	400	90	750	1,88	0,2
G1	800	90	750	0,94	0,2
<b>Total</b>					<b>1,47</b>

Nota. Fuente: autores

Para el cálculo las pérdidas en cargas en las campanas usamos la figura 30, según el ángulo de entrada, con el cual obtenemos el coeficiente de cargas (ver tabla 11).

**Figura 30a: Campana de captación.**



Fuente: Manual de Ventilación.

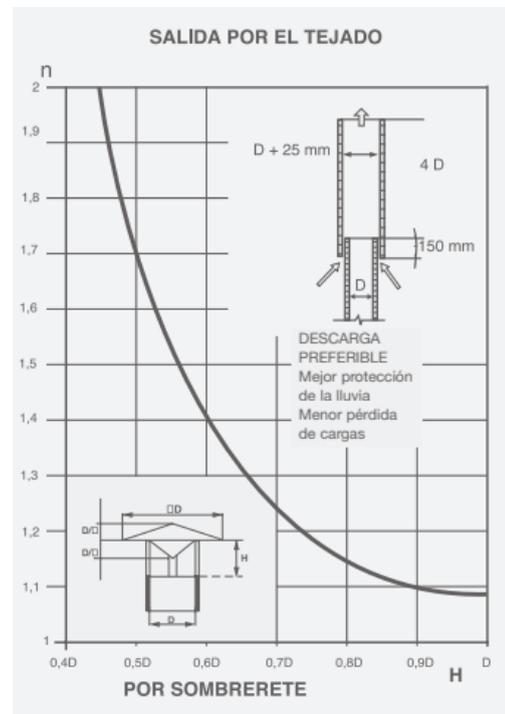
**Tabla 11**  
**Pérdidas de cargas en campanas**

Campana	ángulo °	pérdida de carga "n"
A	160	0,4
C	160	0,4
D	160	0,4
F	160	0,4
H	160	0,4
F1	160	0,4
G1	160	0,4
total		2,8

Nota. Fuente: Autores

Para el sombrero usamos la figura 31 el cual también nos ayuda con los cálculos correspondiente de pérdida por cargas el cual con un  $0.4D$  obtenemos un coeficiente de 1.5 de pérdida.

**Figura 31: Salida por el tejado**



Fuente: Manual de Ventilación.

Con una velocidad en los ductos de 10m/s y según en el anexo 5 la presión dinámica será de 6 mm c.d.a cual se multiplicará por el coeficiente “n” de pérdida de cargas. Luego se realiza una sumatoria de todas las cargas como se muestra en la tabla 12. Obteniendo una pérdida de carga total de 39.03 mm c.d.a.

**Tabla 12**  
**Total, pérdida por carga**

	Total, pérdida n	Pérdida por ca (mm c.d.a)
Tramo		4,41
Codos	1,47	8,82
Sombbrero	1,50	9,00
Campanas	2,80	16.80
Total		39.03

Nota. En la tabla 9 tramo ya se había calculado el total de pérdida por carga en mm cda

Así queda entonces para seleccionar el extractor de aire tiene que poder vehicular 18105,05 m<sup>3</sup>/h por medio de un sistema que presenta una pérdida de 39.03 mm c.d.a.

Lo más recomendable es que debe ser un tipo axial tubular con las mismas dimensiones del último tramo del sistema.

### **3.2.5 DEFINICIÓN DE MODELO DE EXTRACTOR**

Los ventiladores axial de acople por correa nos da variedad de modelos y caballaje

Ejemplo GB-90-4

GB= MODELO

90=Diámetro nominal de la rueda 9"

4= ¼ hp (caballaje del motor)

En la siguiente tabla 13 se puede ver los sufijos y la definición del modelo, para el caballaje del motor.

**Tabla 13**  
***Sufijo de modelo de ventilación***

Acople por correa		Acople directo	
Sufijo	Motor (hp)	Sufijo	Rpm (Vent.)
4	1/4	A	1725
3	1/3	B	1140
5	1/2	C	860
7	3/4	D	1550
10	1	G	1300
15	1 1/2	E	1050
20	2		
30	3		
50	5		
75	7 1/2		

Nota fuente: autor

Es importante saber leer los datos de operación del ventilador, para poder seleccionar uno. Las gráficas son similares y se pueden leer del mismo modo para el procedimiento en la selección de un ventilador circular por acople de correa en los modelos RSF y BCF.

Para la selección del ventilador se necesitan  $18105.05 \text{ m}^3/\text{h} = 10656.23 \text{ pie}^3/\text{min}$  y una pérdida de  $39.03 \text{ mm c.d.a} = 1.53 \text{ inH}_2\text{O}$  usamos como guía figura 32 para la selección del modelo del ventilador de la tabla 14.

**Figura 32: Lectura de pérdida de carga y capacidad.**

pcm	
sones	Bhp

Fuente: Autores

Donde:

Pcm= pulgadas cubicas por minuto (pulg<sup>3</sup>/min)

Sones = es una medida de ruido. 1 sones equivalen a 1 decibel (dB)

Bhp= Punto de Operación de la Potencia del Motor (Brake Horsepower). Una medida del poder de consunción, usado para determinar el apropiado caballaje de fuerza para el motor y alambrado.

**Tabla 14: Presión estática en pulgada**

TRANS.	MODELO	HP	RPM	PRESIÓN ESTÁTICA EN PULGADAS CA.																			
				0		0.125		0.25		0.50		0.75		1.00		1.25		1.50		1.75		2.00	
				Sones	BHP	Sones	BHP	Sones	BHP	Sones	BHP	Sones	BHP	Sones	BHP	Sones	BHP	Sones	BHP	Sones	BHP	Sones	BHP
CORREA CUBE & CWB	300-3	1/3	355	5777		5132		4227															
				6.9	0.27	6.3	0.30	5.3	0.31														
	300-5	1/2	420	365	5939		5316		4463														
					7.2	0.29	6.5	0.33	5.7	0.34													
	300-7	3/4	480	420	6835		6314		5660														
					9.0	0.45	8.2	0.49	7.5	0.52													
	300-10	1	530	480	7811		7377		6844		5440												
					11.0	0.67	10.5	0.72	9.9	0.76	8.5	0.77											
	300-15	1-1/2	605	530	8625		8231		7772		6636												
					13.3	0.90	12.7	0.95	12.2	1.00	11.2	1.05											
	300-20	2	665	605	9845		9501		9127		8226		7084										
					17.0	1.34	16.4	1.40	15.7	1.46	14.8	1.54	13.5	1.55									
300-30	3	765	665	10822		10508		10193		9411		8495		7271									
				20	1.77	19.7	1.85	18.6	1.92	17.5	2.02	16.7	2.07	15.1	2.04								
Belt CUBE	300-50	5	905	12449		12176		11904		11273		10554		9743		8756		7352					
				24	2.70	24	2.78	23	2.86	22	3.00	21	3.09	20	3.15	18.7	3.14	17.0	2.98				
				14727		14497		14266		13788		13223		12614		11963		11191		10357		9178	
				32	4.47	32	4.57	32	4.67	29	4.85	28	5.00	28	5.11	27	5.19	26	5.21	24	5.20	22	5.01

Fuente: Manual de Ventilación.

### 3.3 MÉTODO DE CARGA TÉRMICA

Tanto la carga sensible como la carga latente deben calcularse de manera separada, debido a que cada concepto es diferente y son los siguientes:

Carga sensible:

- Calor sensible generado por personas que ocupan el lugar
- Calor sensible debido a infiltraciones de aire.
- Calor sensible generado por la iluminación del local
- Calor sensible generado por las máquinas en el interior del local
- Carga sensible debido a la ventilación.

Carga latente:

- Carga latente por personas que ocupan el lugar
- Calor latente debido a aire infiltrado
- Calor latente debido a la ventilación local

### 3.3.1 CÁLCULO DE LA CARGA SENSIBLE

#### 3.3.1.1 CÁLCULO DE CARGA SENSIBLE POR VENTILACION O INFILTRACIÓN DE AIRE

El aire se infiltra por puertas y ventanas y aun si estas se encuentran cerradas, a través de las ranuras se producen infiltraciones.

Para poder determinar la cantidad de aire infiltrado utilizamos la tabla 15 , este dato que se obtiene es por puerta y por personas.

Entonces para el cálculo de caudal por infiltraciones es la siguiente:

$$V_i = \text{Valor de la Tabla 15} \times \text{numero de personas} \times \text{numero de puerta} \quad (3.2)$$

Luego de este cálculo aplicamos la siguiente ecuación:

$$Q_{Si} = 0.34V_i\Delta T \quad (3.3)$$

En donde:

$V_i$  : volúmenes de infiltración.

$\Delta T$ : salto térmico.

$Q_{Si}$ : Calor sensible debido a las infiltraciones; viene dado en W.

Entonces, la formula quedaría:

$$Q_{Si} = m_i C_{pm} \Delta T = \rho V_i C_{pm} \Delta T \quad (3.4)$$

Siendo:

$\dot{m}_i$ : El caudal másico.

$C_{pm}$ : El calor específico del aire.

$V_i$ : El caudal volumétrico.

$\rho$ : La densidad del aire.

Dado los valores medios:

$$Q_{si} = 1.2 * \frac{V_i}{3600} * 1.025 \Delta T \cong 0.34 V_i \Delta T \quad (3.5)$$

Siendo esta la formula anterior, con  $V_i$  en  $m^3/h$ . el  $C_{pm}$  del aire es  $1.025 J/kg K$ .

**Tabla 15**  
*Aire de infiltraciones en metros cúbicos por hora ( $m^3/h$ ), por persona y por puerta.*

Tipo de local	Volumen $v_i$ en $m^3/h$ por persona y puerta	
	Sin vestíbulo	con vestíbulo
Bancos	13,5	10,2
Peluquería	8,5	6,5
Bares	12	9
Tabaquería	51	38
Pequeños comercios	13,6	10,2
Tienda de confecciones	4,3	3,2
Farmacias	11,9	9
Habitación hospital	6	4,4
Cafetería	8,5	6,5
Restaurantes	4,3	3,2

Comercio general	6	4,4
------------------	---	-----

Nota. Fuente: Miranda,A.L (2008)

En el área de operaciones contamos con diez personas trabajando y dos puertas. una puerta une el área de producción con el área de venta y consumo, y la puerta lateral que da acceso al patio y bodega. Quedando los cálculos de la siguiente manera en la tabla 16:

**Tabla 16**  
***Carga sensible por infiltración de aires***

Tipo de local	# personas	# puertas	Vi (m <sup>3</sup> /h)	Te (°C)	Ti (°C)	Qsi (watt)
Restaurante	10	2	86	36	30	1052,6

Nota. Fuente: Autores

### ***3.3.1.2 CALOR SENSIBLE POR PERSONAS QUE OCUPAN UN LOCAL***

Cuando las personas realizan alguna actividad mientras ocupan un recinto generan calor sensible y latente, aumentando la temperatura por sobre la cual se debe mantener que es 25 °C. se toma en cuenta el promedio el número de personas que se encuentran en el área, y no el número máximo de personas que pueden llegar a ocupar el lugar.

En la siguiente tabla 18 encontramos los valores que utilizaremos según la temperatura del área y el tipo de trabajo que se realiza.

Estos valores se multiplican por el número de personas en el área de trabajo o local.

$$Q_{sp} = \text{Valor de la Tabla 15} \times \text{número de personas} \quad (3.6)$$

**Tabla 17**  
**Calor emitido por las personas en watts (W)**

Actividad	28°c		27°c		26°c		24°c	
	Sensibl e	Latent e	Sensibl e	Latent e	Sensibl e	Latent e	Sensibl e	Latent e
Sentado en reposo	52	52	58	47	64	41	70	30
Sentado trabajo ligero	52	64	58	58	64	52	70	47
Oficinista actividad moderado	52	81	58	76	64	70	70	58
Persona de pie	52	81	58	87	64	81	76	70
Persona que pasea	52	93	58	87	64	81	76	70
Trabajo sedentario	58	105	64	99	70	93	81	81
Trabajo ligero taller	58	163	64	157	70	151	87	134
Persona que camina	64	186	70	180	81	169	99	151
Persona que baila	81	215	87	204	99	189	110	180
Persona en trabajo penosa	134	291	140	291	145	285	151	268

Nota. Fuente: Miranda,A.L (2008)

Siendo el número de personas 10, las que están en el área de producción y una temperatura 28 °C con una persona que trabaja de forma penosa quedando los cálculos en la siguiente tabla 18:

**Tabla 18**  
**Carga sensible por personas**

Tipo de local	# personas	Calor emitido x persona	Qsp (watt)
Restaurante	10	58	580

Nota. Fuente: Autores

### 3.3.1.3 CÁLCULO DE CARGA SENSIBLE POR ILUMINACIÓN

Se considera que la potencia de la lampara se transforma en calor sensible, el valor obtenido se incrementa al 25% en las fluorescente, en incandescentes o leds no se realiza el aumento porcentual.

Lampara incandescentes led:

$$Q_{sI} = pot(W) \quad (3.7)$$

Lámpara de descarga (fluorescente):

$$Q_{sI} = pot(W) * 1.25 \quad (3.8)$$

Donde:

$Q_{sI}$ = carga térmica por iluminación (W).

Pot= potencia de las lámparas (W).

Contando con 6 fluorescentes en el área de producción, las cargas por iluminación quedan de la siguiente manera como vemos en la tabla 19:

**Tabla 19**  
***Carga sensible por iluminación***

Tipo de iluminación	# de lámparas	Potencia	Qsp (watt)
Fluorescente	6	36	216

Nota. Fuente: Autores

### 3.3.1.4 CALOR SENSIBLE GENERADA POR MÁQUINAS

Las pérdidas de las quinas se transforman en calor sensible. En donde la fórmula queda así:

$$Q_{SM} = pot(W) * (1-n) \quad (3.9)$$

En donde:

$Q_{Sm}$ : carga térmica de la máquina.

n: el rendimiento de la máquina en uso.

Usando la tabla 2 obtenemos el listado de máquinas en uso en el área de producción, quedando el cálculo de carga sensible por máquinas en la tabla 20

**Tabla 20**

***Carga sensible por máquina***

Máquina	Potencia (watt)	Rendimiento de la máquina n	Qsm (watt)
Batidora	1100	0,8	220
Mojadora de pan	2400	0,82	432
Microondas	500	0,9	50
Batidora pequeña	500	0,9	50
Refrigeradora/congelador	700	0,8	140
Cocina industrial y freidora+ horno	61000	0,75	15250
Cocina industrial tipo isla	61000	0,75	15250
Horno de cámara	3600	0,75	900
Horno eléctrico	1800	0,77	414
Fermentadora	900	0,85	135
<b>Total</b>			<b>32841</b>

Nota. Fuente: Autores

### 3.3.2 CÁLCULO DE CARGA LATENTE.

#### 3.3.2.1 CARGA LATENTE POR VENTILACIÓN O INFILTRACIÓN DE AIRE.

La carga latente se la calcula de la siguiente manera:

$$Q_{li} = 0.83V_i\Delta W \quad (3.9)$$

Donde:

$V$ : es el caudal de aire por infiltración y este lo obtenemos por la tabla 15.

$Q_{li}$ : es el calor latente por infiltraciones.

$\Delta W$ : diferencia de humedad absoluta entre ambiente exterior e interior. En g/kg.

En el sistema internacional la formula queda de la siguiente manera:

$$Q_{li} = \dot{m}_i L_m \Delta W = \rho V_i L_m \Delta T \quad (3.10)$$

Donde:

$\dot{m}_i$ : El caudal másico.

$\rho$ : La densidad del aire.

$V_i$  El caudal volumétrico.

$L_m$ : El calor latente medio.

$\Delta W$ : La diferencia de humedades en g/kg de aire seco.

Tomando valores medios:

$$Q_{li} = 1.2 * \frac{V_i}{3600} * \frac{247800 \Delta W}{1000} \cong 0.83 V_i \Delta W \quad (3.11)$$

la fórmula anterior, con  $V_i$  en  $m^3/h$  y  $\Delta W$  en g de agua/kg de aire seco.

al igual que en la ecuación 3.6 y con la tabla 16, en el cual se encuentra también las cargas latentes, en esta ecuación la carga se la denomina  $Q_{lp}$ , cambiando los valores de carga sensibles por latentes, quedando los cálculos en la siguiente tabla 21.

**Tabla 21**

***Carga latente por infiltración de aires***

Tipo de local	# personas	# puertas	$V_i$ ( $m^3/h$ )	$W_e$ (g/kg as)	$W_i$ (g/kg as)	$Q_{si}$ (Watt)
Restaurante	10	2	86	25	11	1784.5

Nota. Fuente: Autores

**3.3.2.2 CARGAS LATENTES POR PERSONAS.**

Para el cálculo de la carga latente por personas utilizamos la ecuación 3.12 usando la tabla 16, donde también encontramos las cargas latentes, esto quedando de la siguiente manera:

$$Q_{lp} = \text{Valor de la Tabla 16} \times \text{número de personas} \quad (3.12)$$

Mostrando los cálculos en la tabla 22.

**Tabla 22**  
***Carga latente por personas***

Actividad	# personas	Calor emitido x persona	Qlp (watt)
Trabajo ligero de taller	10	163	1630

Nota. Fuente: Autores

### 3.3.3 CARGAS TOTALES

Con lo anterior se puede llegar a que las cargas totales sensibles y latentes.

La carga sensible total ( $Q_s$ ) es la suma total de las cargas sensibles encontradas.

$$Q_s = Q_{si} + Q_{sl} + Q_{sp} + Q_{sm} \quad (3.13)$$

Para la carga latente total ( $Q_l$ ), al igual que la sensible total, es la suma total.

$$Q_l = Q_{li} + Q_{lp} \quad (3.14)$$

Aunque se toma un factor de aumento entre 5 y 10% por seguridad, para asegurar que los valores calculados cubran las posibilidades de producción e ingreso del calor al área de trabajo. Por default se calcula las cargas térmicas con un pequeño exceso. En esta ocasión consideramos el factor de 10%

Para la carga sensible queda:

$$Q_{st} = Q_s \times (1 + 0.10) \quad (3.15)$$

Y la carga latente tenemos:

$$Q_{lt} = Q_l \times (1+0.10) \quad (3.16)$$

### 3.4 CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

#### 3.4.1.1 CARGAS SENSIBLES TOTALES

Luego del cálculo de las cargas sensibles por infiltración, personas, iluminación y máquinas, se pudo llegar al total de cargas sensibles totales, con un margen de 10% de aumento para lograr cubrir en totalidad las cargas como se ve en la tabla 23.

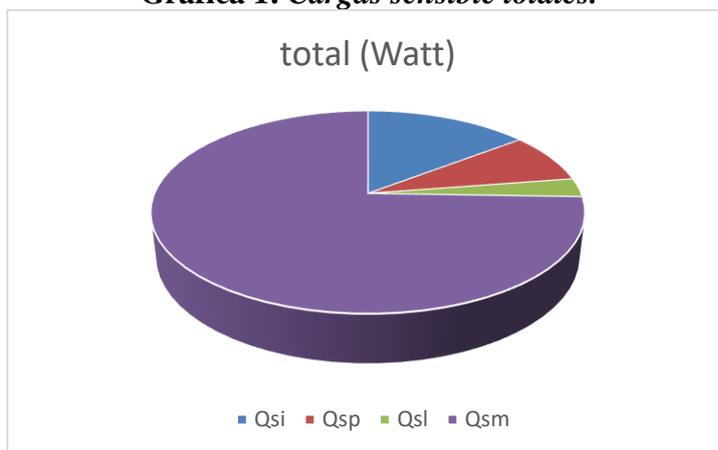
**Tabla 23**

***Cargas sensibles totales***

Carga	Total (watt)
Q <sub>si</sub>	1052,64
Q <sub>sp</sub>	580
Q <sub>sl</sub>	216
Q <sub>sm</sub>	2646
<b>Q<sub>s</sub></b>	<b>4494,64</b>
<b>Q<sub>st</sub></b>	<b>4944,10</b>

Nota. Fuente: Autores

Como vemos en la gráfica 1 el mayor aporte de carga sensible proviene de las máquinas, esto debido a los altos consumos ( hasta 700 w), en segundo lugar, tenemos por infiltración, seguido por las personas y por último las luces.

**Grafica 1: Cargas sensible totales.**

Fuente: Autores.

### **3.4.1.2 CARGAS LATENTES TOTALES**

**Tabla 24*****Cargas sensibles totales***

Carga	Total(watt)
Qli	1784,5
Qlp	1630
<b>Ql</b>	<b>3414,50</b>
<b>Qlt</b>	<b>3755,95</b>

Fuente: Autores

Cómo se puede ver en la tabla 24, sigue siendo la carga latente mayor por infiltración.

En la gráfica 2 se puede apreciar mejor el porcentaje de carga latente por infiltración y por personas.

**Gráfico 2: Total de cargas latentes**

Fuente: Autores

**3.4.1.3 TOTAL, DE CARGAS TÉRMICAS**

Luego de los resultados de las cargas sensibles y cargas latentes se hace la sumatoria y con esta carga total como se puede ver en la tabla 25 , se puede calcular la tonelada de refrigeración para el área de producción de la panadería.

**Tabla 25*****Cargas totales***

carga	total (Watt)
Qst	4944,10
Qlt	3755,95
Qet	8700,05

Nota. Fuente: Autores

**3.4.2 DETERMINACIÓN DE EQUIPO DE CLIMATIZACIÓN**

En la tabla 26 se puede ver el cálculo y la capacidad de climatización, la cual es de 29683 BTU/h, y llevándolo a capacidad estándar sería de 36000 BTU/h , pero la norma

sugiere el metro cuadrado a enfriar se multiplica por 1000 BTU/h, y el área de producción cuenta con una superficie de 72 m<sup>2</sup> siendo necesario en realidad 72000 BTU/h.

**Tabla 26**

***Deducción de la capacidad de los equipos de climatización***

espacio	Q <sub>et</sub> (W)	Q <sub>et</sub> (Ton)	CAP.Q <sub>et</sub> (BTU/h)	CAP. Total x m <sup>2</sup> (BTU/h)
Producción de panadería (72 m <sup>2</sup> )	8700,05	2,473573866	29682,89	72000

Fuente: Autores

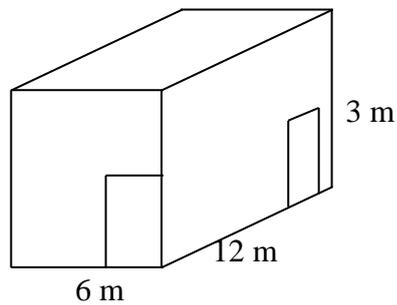
factor de conversión para determinar la capacidad:

1 Tonelada de refrigeración (12000 BTU) .....3517,4 Watt

### **3.5 CALCULO PARA EXTRACTOR DE AIRE PARA RENOVACIÓN DE AIRE**

#### ***3.5.1 CÁLCULO DE RENOVACIÓN DE AIRE POR VOLUMEN DE ESPACIO DE TRABAJO***

Para poder determinar las capacidades del extractor para renovación de aire, necesitamos las dimensiones del lugar donde se desea colocar este extractor. En este caso es el área de producción de pan el cual cuenta con las siguientes dimensiones:

**Figura 38:** Dimensiones del área de producción

Fuente: Autores

Cálculos para el volumen de área de producción:

$$V_p = (12 \times 6 \times 3) \text{ m}$$

$$V_p = 216 \text{ m}^3$$

Como se considera una actividad de trabajo moderada, contando con un número de trabajadores de menor a 50 utilizaremos una renovación de aire 2 min/cambio, con una temperatura exterior de 32°C sombra, temperatura debajo de techo zinc de 38°C, una carga térmica de 12 HP siendo el cálculo así como vemos en la tabla 27:

**Tabla 27**  
***Volumen de renovación de aire***

Volumen $V_p$ ( $\text{m}^3$ )	Renovación de aire por minuto	Volumen total de extracción $V_{et}$ ( $\text{m}^3/\text{min}$ )
216	2	180

Fuente: Autores

### 3.5.2 CÁLCULO DE VENTILACIÓN MEDIANTE CARGAS TÉRMICAS

Ventilación de acuerdo con carga térmica

$$Q_v = V (T_e - T_i) * 0.29 \quad \text{Ec. (3.18)}$$

Donde:

$Q_v$  = Calor sensible debido a la ventilación (kcal/h)

$T_e$  = temperatura exterior (°C)

$T_i$  = temperatura interior del local (°C)

$V$  = caudal de ventilación (m<sup>3</sup>/h)

De acuerdo con la temperatura promedio exterior en la ciudad de Guayaquil es de 34°C y una temperatura en el local de 29°C, y con una carga térmica total de 8700.05 Watt; obtenemos el caudal de ventilación por carga térmica:

$$V = \frac{7480.7 \text{ Kcal/h}}{(34 - 29)^\circ\text{C} * 0.29} = 5159.10 \text{ m}^3/\text{h}$$

### 3.5.3 CALCULO DE RENOVACIÓN DE AIRE TOTAL

Con el cálculo de las renovaciones de aire en el área de trabajo podemos determinar el caudal total a renovar en la siguiente tabla 28.

**Tabla 28**  
***Volumen de renovación de aire***

Volumen de extracción $V_t$ ( $m^3/h$ )	Volumen de extracción de aire por carga térmica( $m^3/h$ )	# de extractores	Volumen total de extracción $V_{te}$ ( $m^3/h$ )
6480	5159.10	2	6119.55

Fuente: Autores

En este cálculo se aplica una pérdida de presión estática cero debido a que no hay ningún accesorio, teniendo al extractor una succión limpia y libre descarga.

## CAPITULO IV

### 4. RESULTADOS

#### 4.1 DISEÑO DE SISTEMA DE VENTILACIÓN

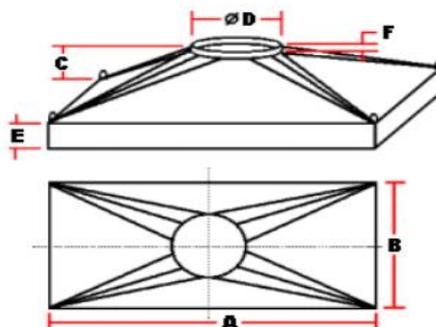
Como parte objetiva del proyecto y principal, se logró establecer las dimensiones y características del sistema de ventilación, basándonos en todas las variaciones y de la mano de tablas de: medidas, caudal a extraer y pérdidas de carga. Ahora en la tabla 29 mostramos las medidas exactas de cada campana con la cual se pudo diseñar el sistema.

**Tabla 29**  
*Características técnicas especiales*

Ubicación de campana	Material	Calibre	A mm	B mm	C mm	D Ø mm	E mm	F mm	MASA KG
CAMARA DE LEUDO	GALVANIZADO	18	1400	1400	460	350	100	51	66
HORNO GAVETA	GALVANIZADO	18	2400	1400	460	400	100	51	95
COCINA TIPO ISLA	GALVANIZADO	18	1800	1000	460	400	100	51	57
COCINA + FREIDORA	GALVANIZADO	18	2400	1000	460	400	100	51	68

nota. Fuente: Autores

**Figura 32: Dimensiones de la campana**

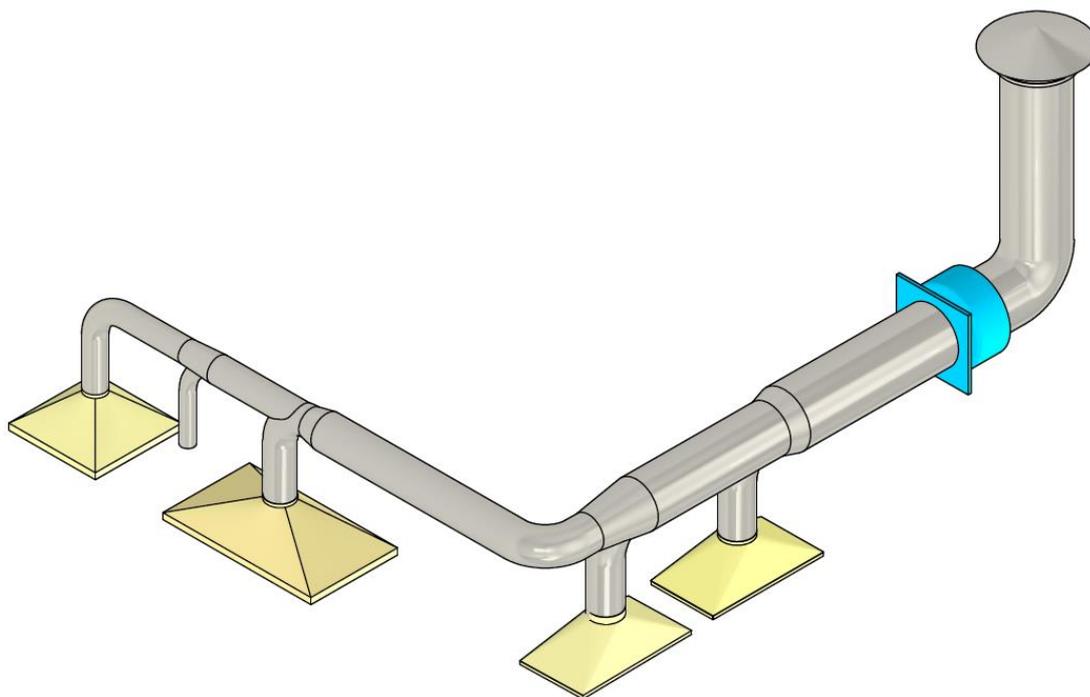


Fuente: Pagina ventdepot

Cabe mencionar que el horno de convección eléctrico / gas ya cuenta con salida de gases y calor, este se lo conecta de forma directa en el ducto.

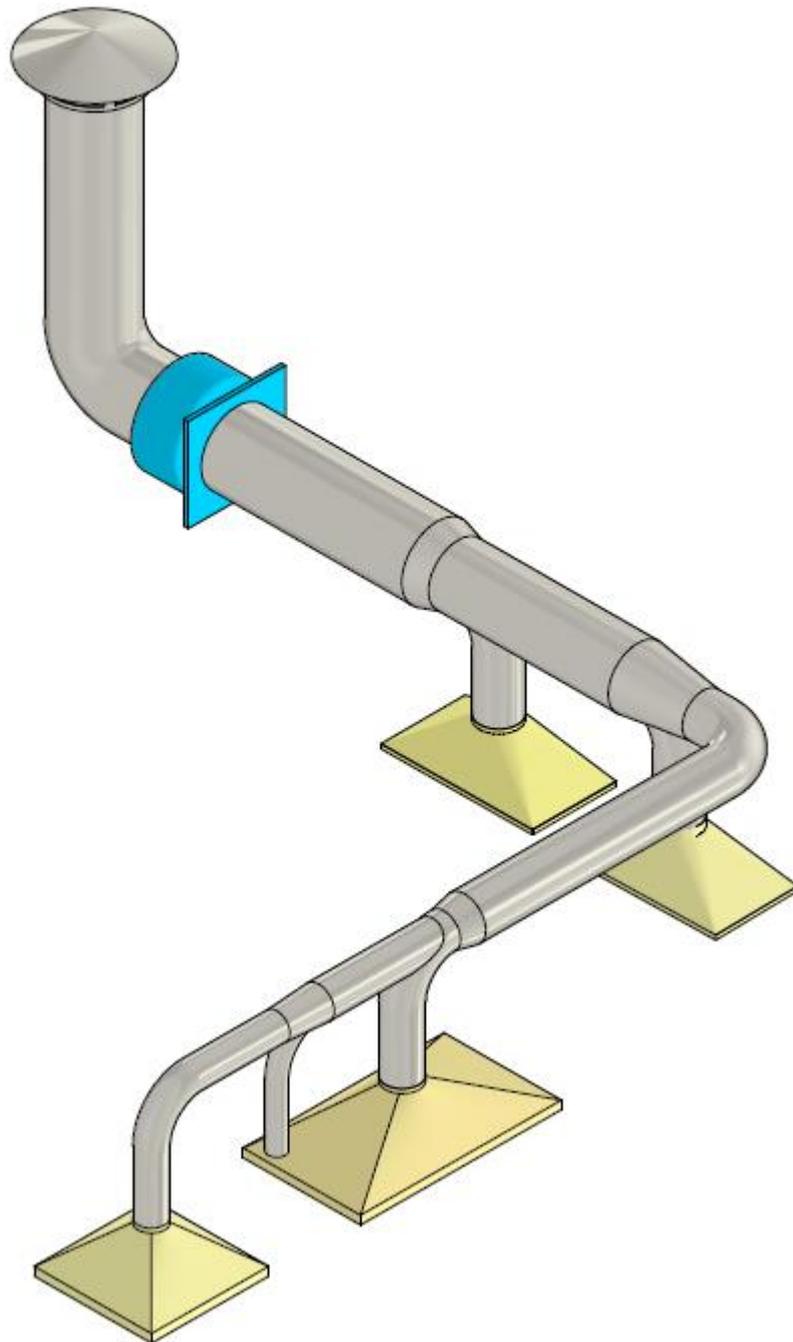
Ahora mostramos el diseño en la figura 33 y 33<sup>a</sup>, así podemos afinar más la presentación de cada punto de la extracción. Se recomienda colocar compuertas manuales en cada ramal. Se selecciona ductos de ventilación circular por mayor eficiencia y además se cuenta con el espacio necesario para su instalación.

**Figura 33: Diseño de sistema de ventilación. Vista isométrica derecha**



Nota. Fuente: Autores. Dibujo realizado en inventor de AutoDESK 2022.

**Figura 33ª: Sistema de ventilación. Vista isométrico lado izquierdo**



Nota. Fuente Autores. Dibujo realizado en inventor de AutoDESK 2022

En la tabla 30 y 30.a. tenemos las medidas por tramo y diámetros, así como el número de codos y radios.

**Tabla 30**  
***Tramos, diámetro y longitudes de los ductos***

Material	Tramo	Longitud (m)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Diámetro (mm)
Galvanizado	A-b	2,5	2822,40	350,0
Galvanizado	C-b	1	1130,98	250,0
Galvanizado	B-e	1,5	3953,38	400,0
Galvanizado	D-e	1	4838,40	400,0
Galvanizado	E-g	5	8791,78	560,0
Galvanizado	F-g	1	5184,00	400,0
Galvanizado	G-j	2,15	13975,78	710,0
Galvanizado	H-j	1	6048,00	400,0
Galvanizado	J-k	3,15	20023,78	800,0
Galvanizado	K-l	4	20023,78	800,0

Nota.

**Tabla 30 a**  
***Diámetro y Ángulo de codos***

Codo	Diámetro (mm)	Ángulo °	Radio (mm)
A1	350	90	500
B1	250	90	250
C1	400	90	500
D1	560	90	500
E1	400	90	500
F1	400	90	750
G1	800	90	1000

Nota. Fuente: Autores

## 4.2 SELECCIÓN DE EXTRACTOR

### 4.2.1 EXTRACTOR PARA SISTEMA DE VENTILACIÓN

Para la selección del extractor se tomaron las medidas correspondiente en la tabla 31, esta selección va de acuerdo con la figura 34, y con la tabla número 14 del apartado 3.2.5 que nos permite seleccionar el tipo de extractor según la necesidad de CFM (pie cúbico por minuto) , seleccionando un ventilador axial tipo hongo (C).

Para este caso hacemos la conversión de m<sup>3</sup>/h a pie<sup>3</sup>/min

$$Q_{requerido} = 18105.5 \text{ m}^3/\text{h} \times 0.588578 = 10656.23 \text{ pie}^3/\text{min}$$

También la pérdida de carga

$$Pérdida \text{ de carga} = 37.23 \text{ mm cda} \times 0.0394 = 1.53 \text{ Pe (inH}_2\text{O)}$$

**Figura 34: Lectura de pérdida y capacidad.**

pcm	
sones	Bhp

<b>11191</b>	
<b>26</b>	<b>5,21</b>
RPM	HP
905	5

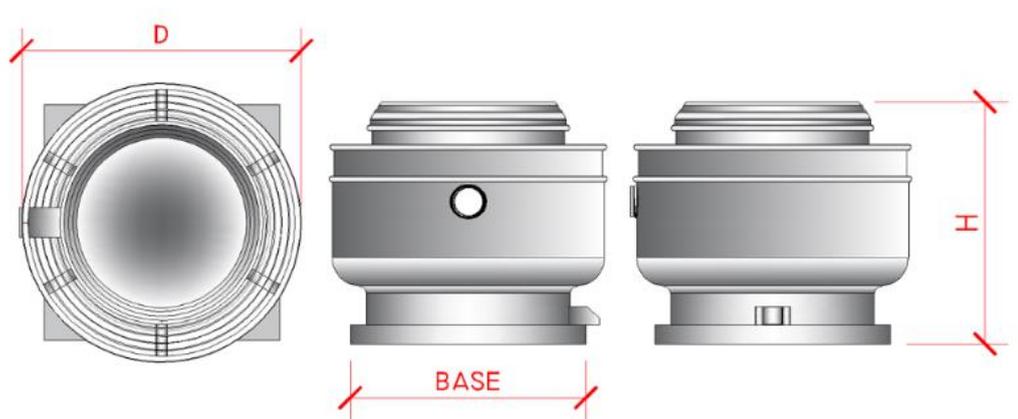
Nota. Fuente: Autor

**Tabla 31**  
**Extractor tipo hongo RCU-C-50**

Modelo	Diámetro (d)	Altura (h)	Base	Rpm	Caballaje (hp)	Dimensión de polea rcu (externo) mm	Dimensión de polea rcu (externo) mm	Voltaje	Amperaje	Capacidad pie <sup>3</sup> /min	Pérdida de carga pe
RCU-B-14HBS-C-K-AL	0,840 m	0,72 m	0,838 x 0,838 m	1000	5	180	25,4	220	12,23	300 - 12000	2,5

nota. Montaje lateral en pared de acoples con correa

**Figura 35: Dimensiones de extractor axial tipo C**



Fuente: Pagina medicalex

El ventilador axial cumple con la demanda de caudal y pérdida de presión por rozamiento, además que, es compatible con los ductos.

#### 4.2.1 EXTRACTOR PARA RENOVACIÓN DE AIRE

Luego de los cálculo de volumen de aire por renovación de espacio y por cargas térmicas se encontró la necesidad de extracción por hora total (caudal) de **12239.1 m<sup>3</sup>/h** repartido entre dos extractores que nos de **6119.55 m<sup>3</sup>/h** . Por lo tanto, de los extractores seleccionados sería el siguiente como se describe en la tabla 32.

**Tabla 32**

**Descripción del extractor**

	Capacidad					
tipo extractor	m <sup>3</sup> /h	motor	voltaje	rpm	ruido	diámetro
axial	7690	1/2 Hp	110 v	1625	68 dB	400 mm

nota. Como referencia se usó un modelo HXB 500/L..  
con un peso de 20 KG

En la figura 36 se muestra una imagen referencial del extractor axial

**Figura 36: Extractor axial**



Fuente: revista “airtec tecnología en ventilación”

#### 4.3 COSTOS DE SISTEMA DE VENTILACIÓN.

Para la instalación, mano de obra y accesorios del sistema de ventilación, desde el diseño inicial hasta la instalación, se realiza el desglose a continuación de acuerdo con los precios en el mercado

**Tabla 33**  
**Costo de equipos**

Descripción de equipos	Cant. Total	Um	P.Unit	P total
Extractor axial hxb 500l 1/2 hp	2	Unidad	75	150
Extractor tipo hongo RCU-B-20	1	Unidad	795	795
Filtro de aire	4	Unidad	22.89	91,56
Ductos metálico Ac Galvanizado 1 mm	35	KG	11,3	395,5
Campana Ac Galv. 1,27 mm	5	Unidad	100	500
Codos	7	Unidad	15	105
Acoples	7	Unidad	9,5	66,5
Caja de panel de control	1	Unidad	60,45	60,45
Sensores de temperatura Full gatte	3	Unidad	48	144
Anclaje, soporte para conductos	45	Unidad	2,23	100,35
Total				2408,36

Elaborado por: Autores

**Tabla 34**  
**Costo de materiales y accesorios**

Descripción de materiales	Cant. Total	Um	P. Unit	P total
Varilla roscada galvanizada 3/8	8	Unidad	12,5	100
Tacos expandibles galvanizados 3/8	120	Unidad	0,25	30
Alambre galvanizado rollo	2	Unidad	4,2	8,4
Pernos galvanizados 3/8	100	Unidad	0,32	32
Arandelas galvanizadas 3/8	200	Unidad	0,12	24
Broca de acero 1/8	5	Unidad	3,75	18,75
Tacos Fisher F6	50	Unidad	0,15	7,5
Cable 10 AWG rollo	1	Unidad	45	45
Cable 16 AWG rollo	1	Unidad	25	25
Total				290,65

Elaborado por: Autores

**Tabla 35**  
**Costo de mano de obra**

Descripción de materiales	Cant. Total	Um	P.Unit	P total
Instalación de los ductos de Ac galvanizado	1	Unidad	650	650
Instalación de ventiladores	3	Unidad	75	225
Instalación eléctrica	1	Unidad	150	150
Boquetes en paredes y cubiertas	4	Unidad	20	80
Instalación eléctrica de control	1	Unidad	150	150
Total				1255

Elaborado por: Autores

Luego de todos los cálculos de los costos podemos hacer la sumatoria de todos los costos y obtener el costo total de la instalación en la siguiente tabla 36

**Tabla 36**  
**Total, de costos**

DESCRIPCION DE MATERIALES	CANT. TOTAL	UM	P.UNIT	P TOTAL
Costo de equipos	1	Unidad	2408,36	2408,36
Costos de materiales y accesorios	1	Unidad	290,65	290,65
Costo de mano de obra	1	Unidad	1255	1255
Total				3954,01

Elaborado por: Autores

## CONCLUSIONES

Durante el diseño del sistema de ventilación se pudo, a través de un análisis visual y un levantamiento de información, crear un mapa de todas las máquinas y equipos que se usan en una panadería, determinando las principales fuentes de calor y la necesidad de un sistema de ventilación focalizada y una extracción general por renovación de aire. En la extracción focalizada se determinó una necesidad de  $10656.23 \text{ pie}^3/\text{min}$  y pérdida de carga  $1.47 \text{ Pe}$  ( $\text{inH}_2\text{O}$ ) ó  $18105.5 \text{ m}^3/\text{h}$  y pérdida de carga de  $37.23 \text{ mm cda}$ . Luego para la renovación de aire se calculó las cargas térmicas general total de  $4494,64 \text{ watt}$  y un volumen de trabajo de  $216 \text{ m}^3$  llevándonos a determinar una necesidad de extracción de  $12239.1 \text{ m}^3/\text{h}$

El sistema de ventilación cuenta con cuatro campanas con medidas específica para las fuentes de calor principal: cocina tipo isla, cocina más freidora, horno de gaveta y cámara de leudo, el horno de convección ya que este cuenta con un ducto en la parte superior que expulsa los gases de combustos y calor. En total el sistema de ventilación focalizada cuenta con 10 tramos de ductos que va desde la cámara de leudo pasando por los hornos y las cocinas y termina en la parte exterior de la panadería, tiene las siguientes medidas en metros:  $2.5$ ,  $1.5$ ,  $1$ ,  $5$ ,  $2.15$ ,  $1$ ,  $3.15$  y  $4 \text{ metros}$ , sumando un total de  $22.3 \text{ metros}$  de todo el ducto y diámetros por tramos correspondiente de:  $350$ ,  $250$ ,  $400$ ,  $400$ ,  $560$ ,  $400$ ,  $710$ ,  $400$ ,  $800$ , y  $800 \text{ mm}$ , lleva 7 codos más acoples. Con una necesidad de caudal total de  $10656.23 \text{ pie}^3/\text{min}$  y pérdida de carga  $1.47 \text{ Pe}$  ( $\text{inH}_2\text{O}$ ) se determinó una extractor tipo C con una capacidad de extracción  $12000 \text{ pie}^3/\text{min}$  y pérdida de carga  $2.5 \text{ Pe}$  ( $\text{inH}_2\text{O}$ ), de 1000 RPM y un motor 5 HP. y como parte final para la extracción por renovación de aire  $12239.1 \text{ m}^3/\text{h}$  se determinó la necesidad de dos extractores

axiales de pared con capacidad 7690 m<sup>3</sup>/h con un motor de ½ hp y 1625 rpm. además, sumarles el filtros tablero de control, cables, varillas para la instalación, pernos galvanizados, cables de 16 y 10, relés, contactores, termostato y panel de control para el encendido y apagado del sistema de ventilación

Para el costo de total del sistema de ventilación se tomó en cuenta cada uno de los equipos que lleva desde acoples, ductos, campana, extractores, etc. así también como materiales pernos, varillas, etc. a su vez la mano de obra. Llegando a un costo por equipos de 2408,36 dólares, equipos por materiales y accesorios 290,65 dólares y mano de obra por 1255 dólares llegando un costo total de 3954,01 dólares.

## RECOMENDACIONES

Al momento de diseñar el sistema de ventilación se debe buscar el camino más corto para la extracción focalizada ya que se genera menos pérdida de carga por longitud equivalente. Tomar en cuenta cada fuente de calor principal y generadores de gases de combustión. El estudio de las cargas térmicas y el uso de gráficos psicrométricos son importantes en el cálculo del rendimiento de un sistema de ventilación para lograr el equilibrio térmico deseado a través de la selección de sus componentes.

La tubería metálica, que es una parte importante del sistema de ventilación, debe cerrarse herméticamente de manera que se reduzcan las infiltraciones por pérdidas de presión. Una buena opción por menor resistencia a pérdidas por cargas son los ductos circulares que al contrario de los rectangulares no generan tantas pérdidas, pero si no se cuenta con suficiente espacio para la instalación las rectangulares son las más indicadas. A la hora de comprar el extractor se puede conseguir un sinnúmero de marcas como: teka, indurama, electrolux y black+decker los cuales por buena reputación son consideradas de buena calidad y duración.

Se recomienda siempre a la hora de querer comprar o solicitar la instalación de un sistema de ventilación, realizar el contrato recurrir con personal calificado, seguir las normas. Comprar equipos y componente de marca, buscar siempre la economía, pero sin dejar un lado de escoger siempre lo de mejor calidad. Una mala instalación y equipos pocos eficiente no permiten un buen desarrollo del sistema de ventilación y no logrando los resultados esperados. Otro elemento importante es el extractor, “que debe sacar todo el aire contaminado para que pueda ser expulsado al exterior. Aquí hay que tener en cuenta que, para que el escape quede

limpio, no se formarán manchas de aceite en el techo. o fachadas, debe estar equipada con un filtro adecuado".

Si se desea llegar a una verdadera temperatura de confort se podría adicionar al sistema de ventilación dos aires acondicionados de  $36000 \text{ BTU/h}$  sumando una totalidad de  $72000 \text{ BTU/h}$  que cumplirían con la necesidad de enfriamiento.

Otra recomendación importa al ser una panadería se generan grasas y humedad que pueden afectar la funcionalidad del equipo, así que es importante la limpieza constante y profunda de las campanas y ductos, estos deben ser limpiados una vez cada cuatro meses y de ser necesario una vez por mes.

## BIBLIOGRAFIA

- Alberto Márquez Quizhpi, J. P. (2018). Diseño de un sistema de extracción de polvo y vitutade madera para la carpintería de la Fundación Salesiana. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.
- Arroyo, F. V. (2016). Salud y Seguridad Laboral en ambientes Térmicos. Madrid- España: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales UPM.
- Ecuador, M. d. (2017). Normativa Técnica Sanitaria para Alimentos Procesados. Quito: Registro Oficial Suplemento 681 de 01-feb.-2016.
- Farina, P. A. (abril de 2018). Motores eléctricos trifásicos: usos, componentes y funcionamiento.
- Quizpi, A. A., & Montero, J. P. (2018). Diseño de un sistema de extracción de polvo y vitutade madera para la crpintería de la Fundación Salesiana "PACES". Cuenca Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca.
- Norma Técnica Ecuatoriana ERGONOMÍA DEL AMBIENTE TÉRMICO. EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AMBIENTE TÉRMICO EMPLEANDO ESCALAS DE JUICIO SUBJETIVO (ISO 10551:1995, IDT) NTE INEN-ISO 10551 Primera edición 2014-01
- Roberto Hernández Sampieri, C. F. (2014). Metodología de la Investigación. Mexico D.F: MC GRAN HILL/INTERAMERICANA.

Ray, A. (2009). Seguridad Industrial y Salud. México: Prentice Hall.

Dyer, J. (2009). Incidentes y accidentes industriales. México: Prentice Hall.

IESS. (2011). Resolución CD 390 Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo.  
Quito - Ecuador.

Garza, D. (2010, abril). Refrigeración y medio ambiente. Revista MUNDO HVACR, Año IX  
(112), 20-21.

Fundamentos de climatización (2009, diciembre). Revista MUNDO HVACR, Año IX (108),  
54.

CÚSTICA. DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA ACÚSTICA RADIADA EN UN  
CONDUCTO POR VENTILADORES Y OTROS SISTEMAS DE VENTILACIÓN.  
MÉTODO EN CONDUCTO (ISO 5136:2003, IDT) NTE INEN-ISO 5136 Primera  
edición 2014-01

Calidad, Y. (s/f). EXTRACTORES Y VENTILADORES INDUSTRIALES.  
Multiscreensite.com. Recuperado el 22 de febrero de 2023, de <https://irp-cdn.multiscreensite.com/665acb79/files/uploaded/catalogo%2B2017f39c.pdf>

## ANEXOS

Anexo 1: propiedades del aire a diferentes temperaturas

Temperatura $T$ (°C)	Densidad $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Peso específico $\gamma$ (N/m <sup>3</sup> )	Viscosidad dinámica $\mu$ (Pa · s)	Viscosidad cinemática $\nu$ (m <sup>2</sup> /s)
-40	1.514	14.85	$1.51 \times 10^{-5}$	$9.98 \times 10^{-6}$
-30	1.452	14.24	$1.56 \times 10^{-5}$	$1.08 \times 10^{-5}$
-20	1.394	13.67	$1.62 \times 10^{-5}$	$1.16 \times 10^{-5}$
-10	1.341	13.15	$1.67 \times 10^{-5}$	$1.24 \times 10^{-5}$
0	1.292	12.67	$1.72 \times 10^{-5}$	$1.33 \times 10^{-5}$
10	1.247	12.23	$1.77 \times 10^{-5}$	$1.42 \times 10^{-5}$
20	1.204	11.81	$1.81 \times 10^{-5}$	$1.51 \times 10^{-5}$
30	1.164	11.42	$1.86 \times 10^{-5}$	$1.60 \times 10^{-5}$
40	1.127	11.05	$1.91 \times 10^{-5}$	$1.69 \times 10^{-5}$
50	1.092	10.71	$1.95 \times 10^{-5}$	$1.79 \times 10^{-5}$
60	1.060	10.39	$1.99 \times 10^{-5}$	$1.89 \times 10^{-5}$
70	1.029	10.09	$2.04 \times 10^{-5}$	$1.99 \times 10^{-5}$
80	0.9995	9.802	$2.09 \times 10^{-5}$	$2.09 \times 10^{-5}$
90	0.9720	9.532	$2.13 \times 10^{-5}$	$2.19 \times 10^{-5}$
100	0.9459	9.277	$2.17 \times 10^{-5}$	$2.30 \times 10^{-5}$
110	0.9213	9.034	$2.22 \times 10^{-5}$	$2.40 \times 10^{-5}$
120	0.8978	8.805	$2.26 \times 10^{-5}$	$2.51 \times 10^{-5}$

Fuente: Robert Mott. 2004, p.545

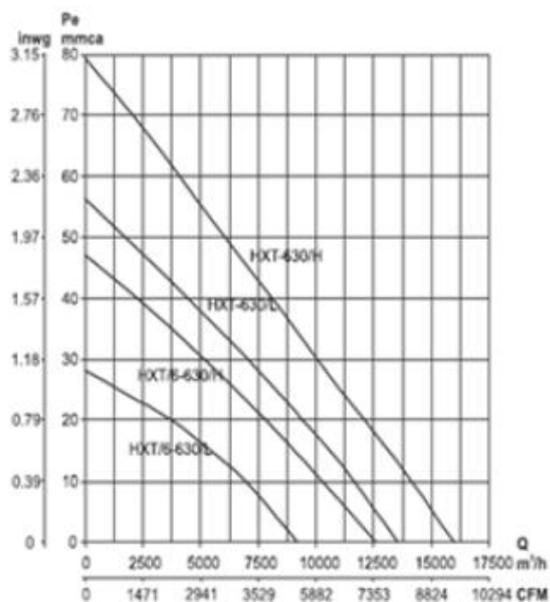
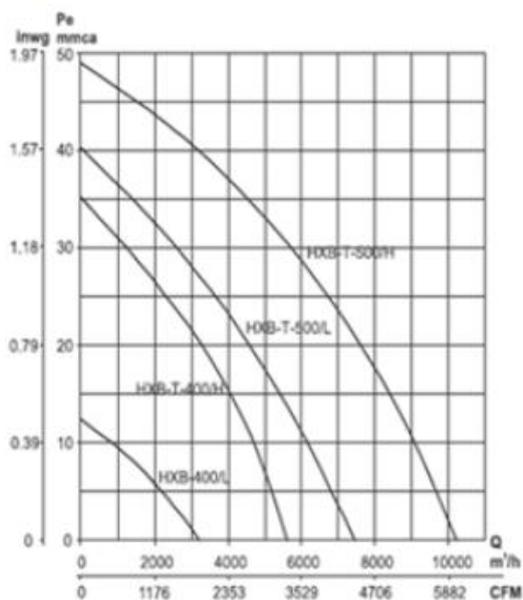
## Anexo 2: Curvas características de ventiladores axiales



# HXB-T

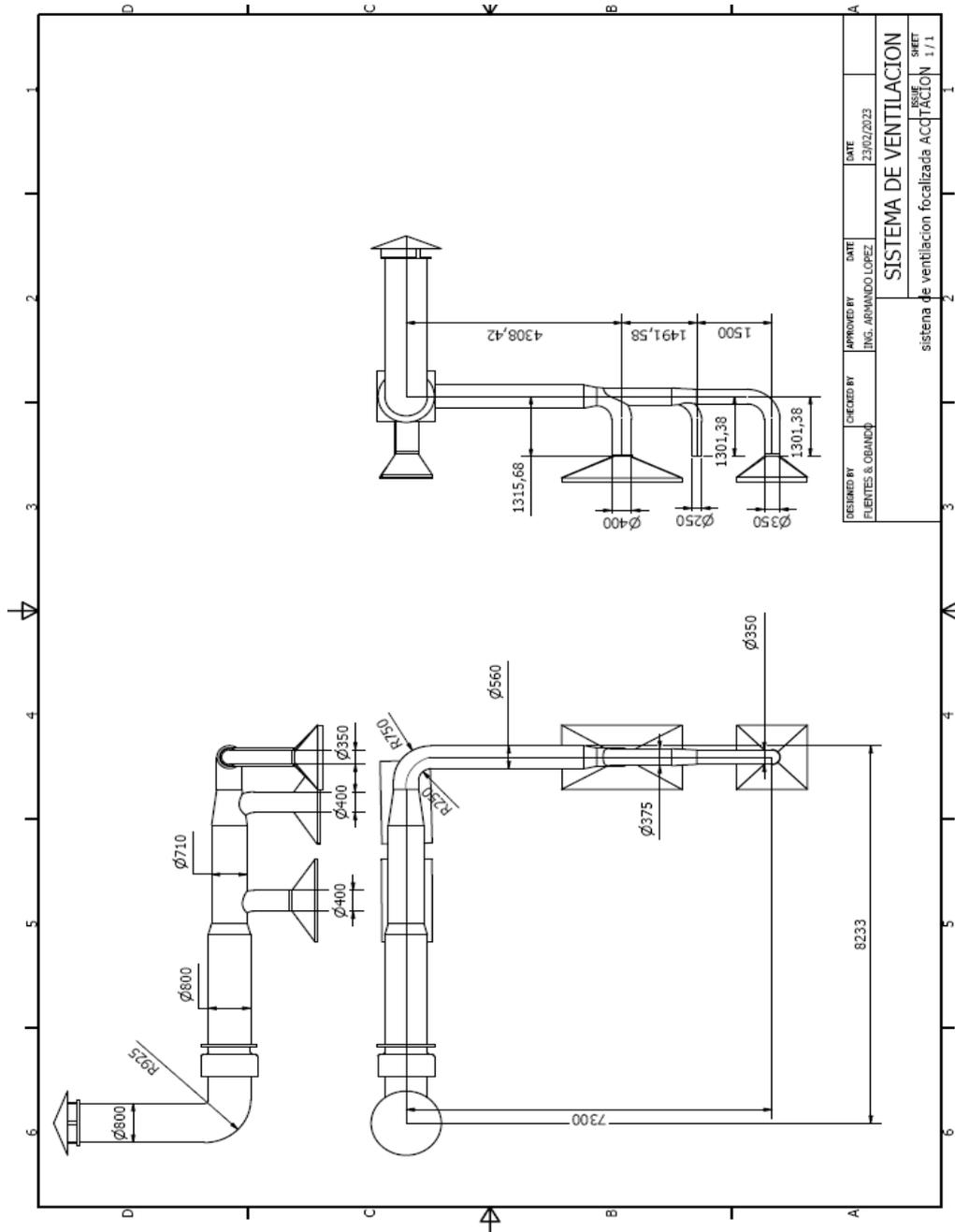
EXTRACTORES AXIALES  
400,500 y 630 mm. de diámetro

### CURVAS CARACTERÍSTICAS



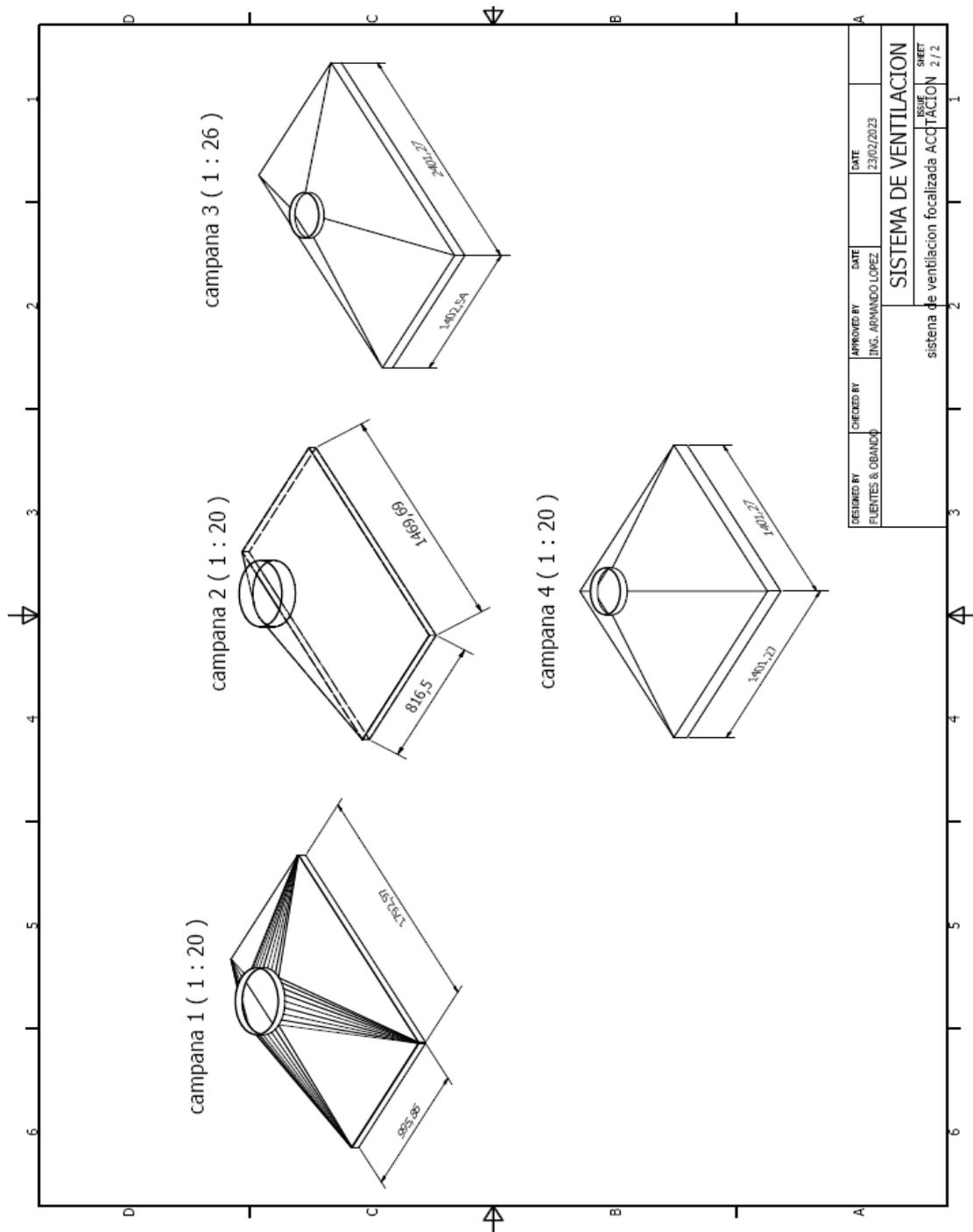
Fuente: Soler & Palau, 2010, p. 88

Anexo 3: planos del sistema de ventilación



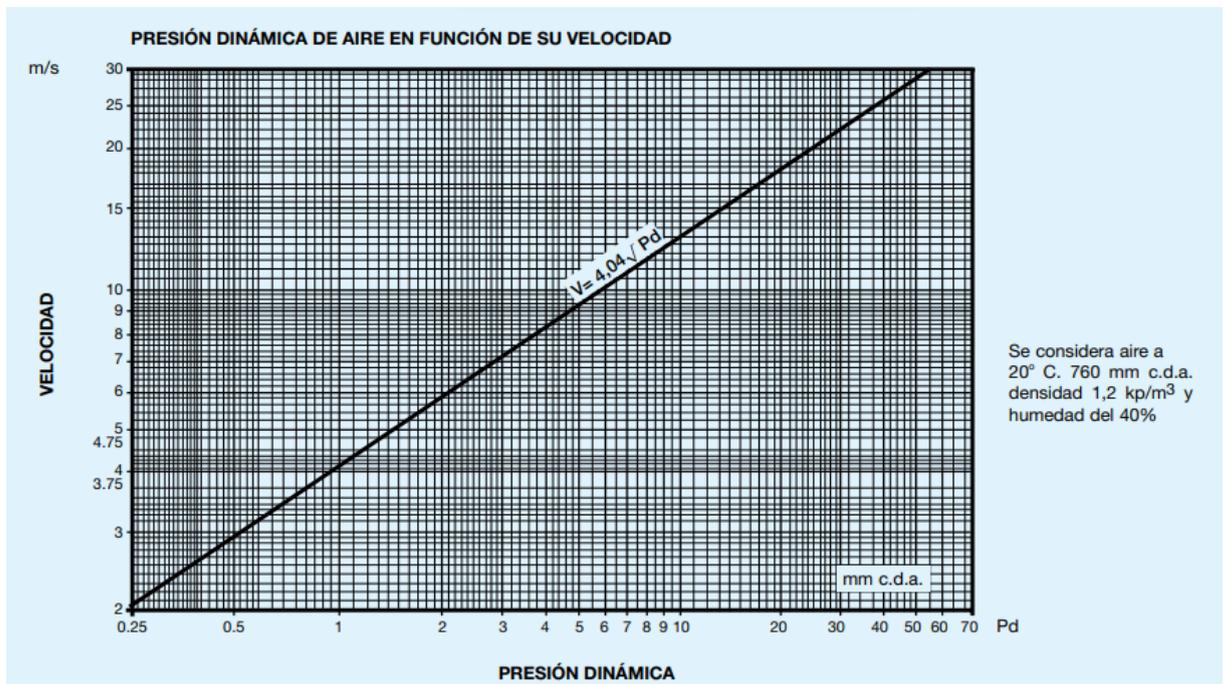
Elaborado por: Autores

Anexo 4: Acotación de campanas



Elaborado por: Autores

**Anexo 5:** presión dinámica de aire en función de su velocidad.



Fuente: manual de ventilación