



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA

TEMA:

Estudio de sistema de ventilación y extracción de aire para el área de la cámara de cadáveres y sala de autopsia de la morgue del Hospital del Niño Dr. Francisco Icaza Bustamante

AUTOR:

Chara Toala, Feissar Javier

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de

INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICA.

TUTOR:

ING. ECHEVERRÍA PARRA RICARDO XAVIER

GUAYAQUIL, ECUADOR

9 de marzo 2018



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **Chara Toala, Feissar Javier**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero En Eléctrico-Mecánica Con Mención En Gestión Empresarial Industrial**.

TUTOR

Ing. Echeverría Parra, Ricardo Xavier. M.Sc.

DIRECTOR DE CARRERA

Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando. M.Sc.

Guayaquil, a los 9 días del mes de marzo del año 2018



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Chara Toala, Feissar Javier

DECLARO QUE:

El trabajo de titulación **“Estudio de sistema de ventilación y extracción de aire para el área de la cámara de cadáveres y sala de autopsia de la morgue del Hospital del Niño Dr. Francisco Icaza Bustamante”** previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Eléctrico Mecánica**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 9 del mes de marzo del año 2018

EL AUTOR

CHARA TOALA, FEISSAR JAVIER



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICO
AUTORIZACIÓN

Yo, Chara Toala, Feissar Javier

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **“Estudio de sistema de ventilación y extracción de aire para el área de la cámara de cadáveres y sala de autopsia de la morgue del Hospital del Niño Dr. Francisco Icaza Bustamante”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 9 del mes de marzo del año 2018

EL AUTOR

CHARA TOALA, FEISSAR JAVIER

REPORTE DE URKUND

Documento [Capitulo II terminado.odt](#) (D35696198)

Presentado 2018-02-17 11:14 (+01:00)

Presentado por feissar1993@hotmail.com

Recibido ricardo.echeverria.ucsg@analysis.urkund.com

Mensaje FEISSAR CHARA TOALA [Mostrar el mensaje completo](#)

2% de estas 22 páginas, se componen de texto presente en 1 fuentes.

Reporte de Urkund del trabajo de titulación **“Estudio de sistema de ventilación y extracción de aire para el área de la cámara de cadáveres y sala de autopsia de la morgue del Hospital del Niño Dr. Francisco Icaza Bustamante”** del estudiante Chara Toala, Feissar Javier con el 2% de coincidencias.

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por Chara Toala, Feissar Javier, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero en Eléctrico Mecánica con Mención en gestión Empresarial Industrial.**

TUTOR

ECHEVERRÍA PARRA, RICARDO XAVIER

Atentamente.

DEDICATORIA

Este trabajo va dirigido y dedicado para todas las personas que me pudieron dar su apoyo directa e indirectamente para poder completar esta investigación y así seguir adelante en mi carrera.

A quienes debo agradecer son a mis padres, mi hermana, mi pareja, mi familia y amigos.

Chara Toala, Feissar Javier.

AGRADECIMIENTO

Especialmente quiero agradecer a Dios, por haber sido uno de los pilares más significativos para llevar a cabo este proyecto de titulación.

Quiero agradecer a mis padres, por su total apoyo en esta etapa tan importante de mi vida. A mi amada hermana, por brindarme su ayuda y confianza que necesitaba para seguir adelante. A mi pareja agradecerle por su insistencia en no detenerme a pesar del cansancio y por ser mi aliento en los obstáculos presentados en el camino.

A mi tutor asignado el Ing. Ricardo Echeverría por sus consejos y dirigencia en el proceso y en la culminación de mi trabajo de titulación.

Quiero también agradecerles a tres grandes primos, por siempre brindarme su mano: Ing. Said Chara Moreira, Psi. Nahin Chara Pin y Dr. Yasir Chara Moreira.

A todos, gracias.

Chara Toala, Feissar Javier.



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICO

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____
ING. ROMERO PAZ, MANUEL DE JESUS, M.Sc.
DECANO

f. _____
ING. PHILCO ASQUI, LUIS ORLANDO M.Sc.
COORDINADOR DE TITULACION

f. _____
ING. HIDALGO AGUILAR, JAIME RAFAEL M.Sc.
OPONENTE

INDICE GENERAL

1	CAPÍTULO: INTRODUCCIÓN	2
1.1	Introducción	2
1.2	Justificación	3
1.3	Planteamiento del problema	4
1.4	Objetivo general	4
1.5	Objetivos específicos	4
1.6	Metodología de la investigación	5
1.6.1	Método descriptivo	5
1.6.2	Método bibliográfico	5
1.6.3	Método documental	5
2	CAPÍTULO: MARCO TEÓRICO	6
2.1	Ventilación.	6
2.1.1	Caracterización de ventilación	6
2.1.2	Funciones de la ventilación	7
2.1.3	Procedimiento para efectuar una correcta ventilación	7
2.1.3.1	Determinación de la función que se va realizar	7
2.1.3.2	Cálculo de la cantidad de aire necesaria	7
2.1.3.3	Establecimiento del trayecto de circulación del aire	7
2.1.4	Conceptos y magnitudes	8
2.1.4.1	Caudal	8
2.1.4.2	Presión	8
2.1.4.2.1	Presión estática, (Pe)	8
2.1.4.2.2	Presión dinámica, (Pd)	9
2.1.4.2.3	Presión total, (Pt)	9
2.1.5	Sistemas de ventilación	9
2.1.5.1	Ventilación natural	9
2.1.5.2	Ventilación mecánica	10
2.1.5.2.1	Ventilación ambiental o general	10
2.1.6	Ventilación híbrida	16
2.1.7	Comparación entre la ventilación mecánica y la natural	17
2.1.7.1	Ventilación mecánica	17

2.1.7.2	Ventilación natural -----	19
2.1.7.3	Ventajas y desventajas de los diferentes tipos de sistemas de ventilación en hospitales -----	21
2.1.8	Recomendaciones de la organización mundial de la salud relativas a las exigencias de ventilación natural -----	22
2.1.9	Deficiencias en la ventilación -----	23
2.1.10	Ventilación basada en aumentos de calor -----	23
2.1.11	Requerimientos de ventilación. -----	23
2.1.12	Ventiladores. -----	26
2.1.12.1	Características de Ventiladores. -----	26
2.1.13	Tipos de Ventiladores. -----	27
2.1.13.2	Ventiladores Centrífugos -----	30
2.1.14	Selección de los Ventiladores. -----	31
2.1.15	Curvas Características de Ventilador. -----	31
2.1.16	Leyes de Ventiladores. -----	32
2.1.17	Ruido en instalaciones de ventilación. -----	33
2.1.18	Control de ventilación. -----	35
2.2	Puesta en servicio, funcionamiento y mantenimiento -----	35
2.2.1	Puesta en servicio -----	36
2.2.2	Funcionamiento y mantenimiento -----	37
2.3	Extractores -----	38
2.3.1	Tipos de extractores -----	39
2.3.1.1	Motor axial -----	39
2.3.1.2	Motor centrifugo -----	39
2.3.1.3	Motor mixto -----	39
2.3.2	Consideraciones para la elección -----	39
2.3.3	Máximo volumen de aire aspirado -----	40
2.4	Autopsia -----	40
2.4.1	Autopsia médico legal -----	41
2.5	Exposición a contaminantes -----	42
2.5.1	Exposición a Agentes Químicos -----	42
2.5.2	Exposición a Agentes Biológicos -----	42
2.5.2.1	Medidas relativas a las instalaciones -----	43
2.5.2.2	Medidas Higiénicas -----	44

2.5.3	Refrigeración y Ventilación en sala de Autopsia.-----	44
2.6	Cámara de Cadáveres -----	44
2.6.1	Refrigeración y Ventilación en Cámara de Cadáveres. -----	47
2.6.2	Conceptos básicos de diseño de la ventilación natural -----	47
2.6.2.1	El proceso de diseño de un área ventilada naturalmente con el fin de controlar las infecciones incluye tres pasos básicos:-----	47
2.7	Evaluación del desempeño de la ventilación-----	48
3	CAPÍTULO: CALCULO Y DISEÑO -----	50
3.1	Fundamentos teóricos de componentes a tratar -----	50
3.1.1	Conductos o ductos para ventilación-----	50
3.1.1.1	Usos de los ductos para ventilación-----	51
3.1.2	Unidad Manejadora de Aire-----	52
3.2	Aplicación de fórmula de caudal y de norma RITE para cálculo de ventilación necesaria por área-----	52
3.2.1	Cálculos en la zona 9 cámara de cadáveres -----	56
3.2.1.1	Cálculo de caudal a distribuir por persona: -----	56
3.2.1.2	Caudal necesario a distribuir para la cantidad de personas en la zona (9) cámara de cadáveres -----	56
3.2.1.3	Cálculo de la selección de conducto -----	57
3.2.1.4	Determinación de diámetro del conducto -----	58
3.2.1.5	Demostración del cálculo de distribución de caudal en CFM y cálculo del conducto en la zona (9):-----	59
3.2.2	Cálculos en la zona 8 sala de autopsia -----	59
3.2.2.1	Cálculo de caudal a distribuir por persona: -----	59
3.2.2.2	Caudal necesario a distribuir para la cantidad de personas en la zona (8) cámara de cadáveres -----	60
3.2.2.3	Determinación de diámetro del conducto en la zona (8)-----	61
3.2.2.4	Demostración del cálculo de distribución de caudal en CFM y cálculo del conducto en la zona (8):-----	62
3.2.3	Cálculos en la zona 7 sala de autopsia -----	62
3.2.3.1	Cálculo de caudal a distribuir por persona: -----	62
3.2.3.2	Caudal necesario a distribuir para la cantidad de personas en la zona (7) cámara de cadáveres -----	63

3.2.3.3	Demostración del cálculo de distribución de caudal en CFM en la zona (7):	64
3.2.4	Selección de ventilador para el sistema de ventilación-----	64
3.2.5	Cálculos de sistema de extracción en la zona (9) cámara de cadáveres:	65
3.2.6	Cálculos en la zona (9) cámara de cadáveres: -----	67
3.2.6.1	Determinación de diámetro del conducto -----	67
3.2.6.2	Demostración del cálculo de extracción de caudal en CFM y cálculo del conducto en la zona (8):-----	69
3.2.7	Cálculos en la zona (8) sala de autopsia-----	70
3.2.7.1	Determinación de diámetro del conducto -----	70
3.2.8	Cálculos en la zona (7) sala de autopsia-----	71
3.2.8.1	Determinación de diámetro del conducto -----	72
3.2.8.2	Demostración del cálculo de extracción de caudal en CFM y cálculo del conducto en la zona (7):-----	73
3.2.9	Cálculo total para el sistema de extracción de aire -----	73
3.2.10	Resultado final y comparación entre el sistema de ventilación y el sistema de extracción-----	75
4	CAPÍTULO: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	76
4.1	Conclusiones -----	76
4.2	Recomendaciones-----	76

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Movimiento del aire a través de un conducto	8
Figura 2.2: Ventilación natural.....	10
Figura 2.3: Ventilación por inyección de aire	14
Figura 2.4: Ventilación por extracción de aire	15
Figura 2.5: Ventilación por combinación de inyección y extracción.....	15
Figura 2.6: Ventilación localizada	16
Figura 2.7: Ventilación híbrida	17
Figura 2.8: Ventilador tipo axial	28
Figura 2.9: Ventiladores axiales clasificados en función de su uso	30
Figura 2.10: Ventilador centrifugo.....	31
Figura 2.11: Curvas características de los ventiladores	32
Figura 2.12: Niveles sonoros.....	34
Figura 2.13: Sala de autopsia	41
Figura 2.14: Cámara de cadáveres	45
Figura 2.15: Ductos & Conductos.....	51
Figura 3.1: Ventilador tipo CBXR	65
Figura 3.2: Extractor tipo hongo de 300CFM	74

INDICE DE TABLAS

Tabla 3.1: Tasa de actividad metabólica individual.....	53
Tabla 3.2: Concentración de Co2 (en % en volumen) por encima de la concentración en el aire exterior.....	54
Tabla 3.3: Valor de la eficacia de la ventilación mediante la diferencia de temperatura.....	55
Tabla 3.4: Caudales máximos de L/s(persona) según categoría IDA	55
Tabla 3.5: Velocidad máxima en m/s en diferentes condiciones	57
Tabla 3.6: Tabla para determinar el diámetro del conducto.....	58

ANEXOS

Anexo4.1: Plano de la cámara de cadáveres y sala de autopsia	78
Anexo4.2: Cámara de cadáveres del Hospital del niño Dr. Francisco de Icaza Bustamante	79
Anexo4.3: Cámara de cadáveres del Hospital del niño Dr. Francisco de Icaza Bustamante	80

CUADROS

Cuadro 2.1: Ventajas y desventajas de los diferentes tipos de sistemas de ventilación en hospitales	21
---	----

RESUMEN

Este trabajo de titulación se basa en el estudio de un sistema de ventilación y extracción de aire para el área de la cámara de cadáveres y sala de autopsia de la morgue del hospital del niño Dr. Francisco de Icaza Bustamante, esta entidad cuenta con su sistema de climatización en general, pero en las áreas mencionadas existe el problema de ausencia de extracción el cual se ve reflejado en molestias de los trabajadores y/o en los encargados de dichos departamentos. Para el desarrollo de este trabajo de titulación se va a aplicar una metodología de carácter descriptivo, documental y bibliográfico, lo cual no permitirá determinar de una manera técnica y precisa tanto el cálculo como la selección del equipo, utilizando la norma IDA1 basada en ventilación; Calculando los conductos por donde se va a extraer el aire viciado de los departamentos y el caudal en CFM, para así poder establecer el tipo de extractor que se va a utilizar y las características que presenta el equipo para este estudio. El propósito de este trabajo es evitar la inhalación de sustancias liberadas en el departamento por ser un área de depósito de cadáveres; sustancias que pueden causar enfermedades en el personal cuando se concentran en cantidades elevadas. La aplicación de esta norma IDA1 en este caso nos permite obtener las respuestas a los objetivos planteados para el mejoramiento de estas áreas que son de suma importancia para el hospital.

PALABRAS CLAVES: SISTEMA DE VENTILACION, SISTEMA DE EXTRACCIÓN, CÁMARA DE CADÁVERES, SALA DE AUTOPSIA.

ABSTRACT

This titration work is based on the study of a ventilation system and air extraction for the area of the corpses chamber and autopsy room of the morgue of the Dr. Francisco de Icaza Bustamante child hospital, this entity has its system of air conditioning in general, but in the areas mentioned there is the problem of absence of extraction which is reflected in discomfort of workers and / or those in charge of those departments. For the development of this degree work, a descriptive, documentary and bibliographic methodology will be applied, which allowed us to determine in a technical and precise way both the calculation and the selection of the equipment, using the IDA1 standard based on ventilation; Calculating the ducts where the stale air from the departments and the flow in CFM will be extracted, in order to establish the type of extractor that will be used and the characteristics presented by the equipment for this study. The purpose of this work is to avoid the inhalation of substances released in the department because it is a corpse deposit area; substances that can cause diseases in the personnel when they concentrate in high quantities. The application of this IDA1 standard in this case allows us to obtain the answers to the objectives set for the improvement of these areas that are of great importance for the hospital.

KEY WORDS: VENTILATION SYSTEM, EXTRACTION SYSTEM, CORPSES CHAMBER, AUTOPSY ROOM.

1 CAPÍTULO: INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

Debido al crecimiento y al desarrollo que ha tenido el país en el campo de la salud se ha incrementado el número de hospitales significativamente, este avance a su vez viene acompañado de una apropiada infraestructura que debe cumplir el objetivo para lo cual fue diseñado, es decir, una adecuada atención al usuario o paciente que lo requiera.

Los hospitales son ambientes delicados que requieren una ventilación adecuada en áreas especiales, tanto para conseguir confort como para controlar la presencia de partículas infecciosas para el paciente, el personal y/o visitantes. La calidad del aire en el interior es muy crítica e importante debido a la presencia de multitud de microorganismos y agentes químicos peligrosos.

Una de las áreas del Hospital Francisco Icaza Bustamante en la que se debe tener más cuidado es en la morgue, precisamente en la cámara de cadáveres y sala de autopsia, ya que se debe tener la obligación de preservar un cadáver y a la vez se debe velar por la salud y bienestar de quienes están encargados de trabajar dentro de ella.

Un Hospital del Niño como lo es el Francisco Icaza Bustamante cuenta con su área de morgue para poder alojar a quienes fallecen dentro de su unidad, a varios de ellos se les realiza la autopsia cuando ocurre un caso de muerte dudosa, cuando no se logre reconocer la identidad del difunto o en caso de que la tragedia haya ocurrido en algún lugar público, todo esto lo realiza el médico encargado.

En esta investigación de tesis se presenta el caso del área de la cámara de cadáveres y sala de autopsia de la morgue del Hospital del niño Dr. Francisco Icaza Bustamante en la cual se busca realizar el estudio que dé como resultado un ambiente libre de contaminantes, ya que en esta entidad en general existe climatización; Pero al no contar con un sistema de ventilación y extracción de aire en las áreas mencionadas, existen olores no agradables, contaminación del ambiente y los trabajadores sienten molestias.

De aquí, el objetivo de este trabajo de titulación es realizar el estudio de sistema de ventilación y extracción de aire que permita un ambiente correcto y un buen desempeño de los trabajadores que laboran dentro de los departamentos de la morgue.

1.2 Justificación

El Sistema de ventilación y extracción de aire tiene como función ventilar o extraer los malos olores, eliminar exceso de humedad, sobre todo en un espacio cerrado, evitando la contaminación en el área y a las personas encargadas, a tal punto de brindar un ambiente adecuado.

Por estas razones se debe realizar el estudio adecuado para un sistema de ventilación y extracción de aire en el área de la cámara de cadáveres y sala de autopsia de la morgue en el Hospital del Niño Dr. Francisco Icaza Bustamante” que es un reconocido hospital el cual se encarga de prestar servicios de salud con calidad y calidez en el ámbito de la asistencia especializada, a través de su cartera de servicios, cumpliendo con la responsabilidad de promoción, prevención, recuperación, rehabilitación de la salud integral, docencia e investigación, conforme a las políticas del Ministerio de Salud Pública y el trabajo en red.

La visión que tiene esta unidad dentro del campo de la salud es ser reconocida como una entidad asequible para toda la población y el país en general, la cual brinda una atención de calidad y calidez que satisface las necesidades y expectativas del usuario bajo principios elementales de la salud pública, utilizando la tecnología y los recursos públicos de forma transparente y eficiente; Una entidad que a la vez genere una absoluta confianza a nivel nacional como un hospital eficiente que se preocupa cada día de ofrecer siempre el mejor servicio.

El Hospital del Niño Dr. Francisco de Icaza Bustamante queda ubicado en Guayas – Guayaquil - Ecuador, en las calles; Avenida. Quito y Gómez Rendón 090315.

1.3 Planteamiento del problema

La problemática en este proyecto se manifiesta debido a que el hospital no cuenta con un sistema de ventilación y extracción de aire en el área de la cámara de cadáveres y sala de autopsia de la morgue, cuenta con un sistema de climatización en general, pero no con el sistema planteado en esta investigación, también se desconoce la cantidad de caudal necesaria que se debe distribuir y extraer en ambas áreas para su eficiente desempeño.

Las personas encargadas del departamento no han podido obtener una solución técnica acertada, la cual se refleja en la ausencia de un estudio de esta índole que es importante para unidades de este tipo que son de servicio público.

La falta del estudio de sistema de ventilación y extracción de aire en estas áreas de la morgue puede causar problemas en los empleados de la zona debido al desconocimiento sobre el tema, podría afectar al organismo de quienes trabajan ahí, provocando enfermedades o infecciones graves.

1.4 Objetivo general

- ❖ Realizar el estudio de un sistema de ventilación y extracción de aire para el área de la cámara de cadáveres y sala de autopsia de la morgue en el Hospital del Niño Dr. Francisco Icaza Bustamante.

1.5 Objetivos específicos

- ❖ Realizar un diseño básico sobre ambas áreas con datos obtenidos del hospital y calcular las dimensiones del conducto para su selección y aplicación en este proyecto.
- ❖ Seleccionar el sistema de extracción idóneo para las áreas.
- ❖ Cálculo de velocidad del flujo y caudal necesario para la ventilación y extracción de aire.

1.6 Metodología de la investigación

El presente trabajo de titulación se sustentará basándose en tres tipos de metodología de investigación, los cuales son de carácter descriptivo, bibliográfico y documental.

1.6.1 Método descriptivo

Los estudios de este tipo permiten detallar situaciones y eventos, es decir como es y cómo se manifiesta determinado fenómeno y busca especificar propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis.(Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014, p. 105)

1.6.2 Método bibliográfico

Los métodos de investigación bibliográfica serán los hilos que permitan localizar y seleccionar la información precisa de entre toda la masa documental que existe.(Hernández Sampieri et al., 2014, p. 108)

1.6.3 Método documental

Este tipo de método consiste en detectar, obtener, consultar la bibliografía y demás materiales que parten de otros conocimientos y/o informaciones recogidas moderadamente de cualquier realidad, de manera selectiva, de modo que puedan ser útiles para los propósitos del estudio.(Hernández Sampieri et al., 2014, p. 115)

Se va a acudir a estos tres tipos de investigación ya que este estudio va a estar orientado en captar la información necesaria para el diseño de ventilación y extracción de aire en el Hospital del niño Dr. Francisco de Icaza Bustamante, brindando seguridad y confiabilidad al sistema con todos los estándares más altos de calidad.

2 CAPÍTULO: MARCO TEÓRICO

2.1 Ventilación.

La ventilación, es aquella técnica que se encarga de limpiar un ambiente suministrando aire del exterior hacia el interior, remplazándolo por el aire que circula dentro del área, este proceso se da por medios naturales, mediante sistemas mecánicos o mixtos; La ventilación de un espacio interior va a influir sobre factores de diversa naturaleza, principalmente química y biológica; Su función principal es proporcionar el oxígeno necesario para la respiración y diluir los contaminantes. Cuando es posible, controla la temperatura y la humedad.(Ruiz Ruiz & García Sanz, 2008, p. 13)

La ventilación tiene lugar a través de ventanas, puertas e incluso las rendijas y grietas del edificio, y ocurre gracias a las diferencias de presión o de temperatura entre el interior y el exterior de los edificios. La ventilación mecánica o forzada requiere un sistema de conductos que transporte el aire de ventilación hasta los recintos a ventilar y ventiladores que lo impulsen a través de los mismos.(Ruiz Ruiz & García Sanz, 2008, p. 13)

2.1.1 Caracterización de ventilación

La ventilación se describe por tres elementos básicos:

- ❖ **Tasa de ventilación:** Es la cantidad y calidad del aire extraído del exterior que se introduce en el área.
- ❖ **Dirección del flujo de aire:** Es la trayectoria general del flujo de aire en un recinto, que debe ir de las zonas limpias a las zonas sucias.
- ❖ **Modo de distribución del flujo del aire:** El aire exterior debe ser distribuido por toda el área a la cual se le ha destinado ser ventilada; Debe ser de manera eficaz, y así mismo, los contaminantes generados en las distintas partes del departamento, transportados por el aire, se deben evacuar efectivamente.(Yarke, 2005, p. 10)

2.1.2 Funciones de la ventilación

Para las personas esencialmente, la ventilación satisface funciones vitales como el abastecimiento de oxígeno para su respiración y el control del calor, a la vez que proporciona confort, incluyendo la temperatura del aire, la velocidad del mismo y la dilución de olores indeseables que puedan resultar nocivos para la salud.(Soler, 2015, párr. 2)

2.1.3 Procedimiento para efectuar una correcta ventilación

2.1.3.1 Determinación de la función que se va realizar

Se debe conocer el objetivo el cual pretende obtener el sistema de ventilación, ya que debido a esto se condicionará y se realizarán las instalaciones correctas:

- ❖ Disipar de calor.
- ❖ Diluir las sustancias tóxicas en el ambiente.
- ❖ Renovar el aire para un alto confort.

2.1.3.2 Cálculo de la cantidad de aire necesaria

La función que deba realizar un sistema de ventilación, condicionará la cantidad de aire que debemos mover, ya sea basados por experiencias similares o por normativas impuestas que definen necesidades de ventilación.

2.1.3.3 Establecimiento del trayecto de circulación del aire

Una vez determinada la necesidad que tiene el sistema de ventilación, se necesitará realizar un diseño básico que haga posible la explicación del funcionamiento correcto de este sistema y que a su vez se logre definir el tipo de ventilador, velocidad de caudal, tipo de extractores, entre otros.

2.1.4 Conceptos y magnitudes

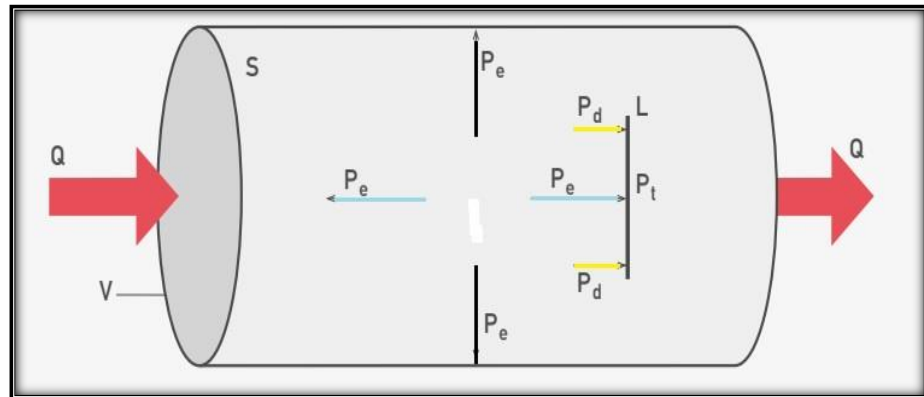


Figura 2.1: Movimiento del aire a través de un conducto
Fuente:(Soler, 2015)

2.1.4.1 Caudal

- ❖ La cantidad o caudal (Q) de aire que circula - (m³ /h).
- ❖ La sección S (m²) del conducto.
- ❖ La velocidad v (m/s) del aire.

2.1.4.2 Presión

Para que el aire pueda circular es necesaria una determinada fuerza que la impulse; Esta fuerza, por unidad de superficie, es denominada “presión”. Está clasificada en tres tipos que se detallan a continuación:

Vienen ligados por la fórmula:

$$Q = 3600 \cdot v \cdot S$$

2.1.4.2.1 Presión estática, (Pe)

Es el valor de la fuerza que ejerce el aire sobre las paredes de las tuberías, en sentido perpendicular a ellas. Esta presión es positiva cuando es mayor que la atmosférica. Si las paredes de la tubería fuesen elásticas, veríamos como se dilatan. “Sobrepresión”. Cuando es negativa, es decir, menor que la presión atmosférica, las paredes se contraerían “Depresión”.(Sodeca, 2014, párr. 3)

2.1.4.2.2 Presión dinámica, (Pd)

Es la fuerza por unidad de superficie provocada por el movimiento del aire y se manifiesta en el mismo sentido que la dirección de éste. Dicha presión es siempre positiva. Es la presión que se ejerce con la aceleración del aire desde su punto inicial “cero” a la velocidad de régimen.(Sodeca, 2014, párr. 2)

2.1.4.2.3 Presión total, (Pt)

Es la suma de la presión estática y dinámica. $P_{total} = (P_{estática} + P_{dinámica})$. La unidad de presión utilizada es mmH₂O (milímetros columna de agua) siendo sus equivalencias:

❖ $1\text{mmH}_2\text{O} = 9,80665\text{ Pa} = 1\text{mm.Wg}$

❖ $1\text{ Pa (Pascal)} = 1\text{ N/m}^2$

Esta expresión en hidráulica recibe el nombre de “Ecuación de Bernoulli”.(Sodeca, 2014, párr. 4)

2.1.5 Sistemas de ventilación

2.1.5.1 Ventilación natural

Ventilación natural se denomina al sistema mecánico manejado en cálidos climas con el objetivo de eliminar el exceso de calor en los espacios internos. Generalmente esto se logra mediante aperturas en muros del exterior opuestos, que contribuyen a la formación de aire cruzadas.(Maricela, 2007, p. 5)

Para lograr que una ventilación natural resulte eficiente, los muros que se encuentran abiertos deberán estar orientados hacia la zona donde domine el viento en su entorno. La ventilación se debe realizar de la forma más controlada para que de esa forma la pérdida de calor que produce, sea tolerable con la sensación de confort.(Maricela, 2007, p. 8)

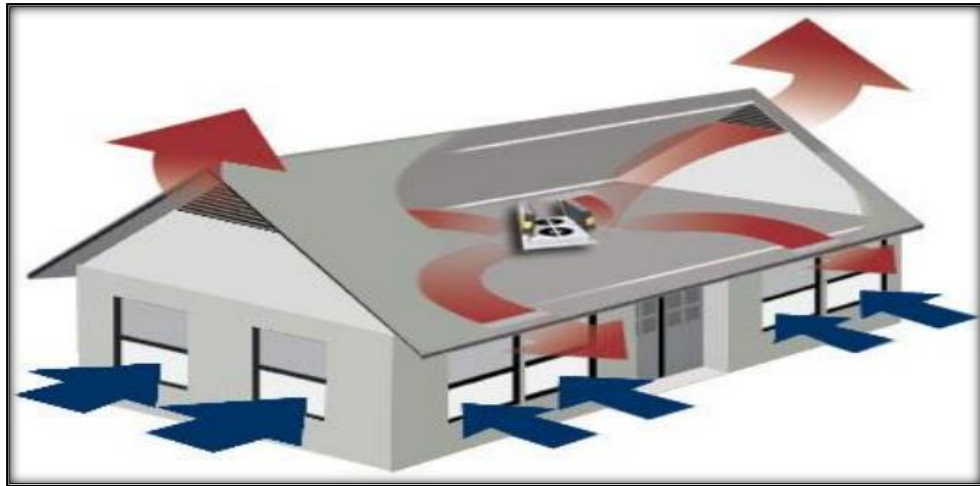


Figura 2.2: Ventilación natural
Fuente: (Maricela, 2007, p. 9)

Si hablamos de la ventilación natural, hablamos de que este sistema no nos permite más que una regulación de forma manual y que a la vez es difícil dar respuestas a estos cambios de temperatura; Debido a que con la ventilación natural no es efectivo asegurar el caudal del aire extraído, por lo tanto, tampoco es posible regular el ambiente interior, se puede tomar en cuenta el sistema de ventilación mecánica.(Griffin Sosa, 1999, p. 15)

2.1.5.2 Ventilación mecánica

Este tipo de sistema también se lo denomina como ventilación dinámica, es aquel que logra obtener mediante un motor, accionar ventiladores que consiguen el movimiento del aire.(Griffin Sosa, 1999, p. 17)

Según la forma en que se renueva el aire a su vez se subdivide en:

- ❖ Ventilación Ambiental o General.
- ❖ Ventilación Localizada.

2.1.5.2.1 Ventilación ambiental o general

El aire el cual ingresa en el recinto se debe esparcir por toda el área interior antes que alcance la salida. Este tipo de sistema de ventilación tiene una dificultad ya que, al existir un foco contaminante concreto, como se presenta en el caso de cubas industriales con liberación de gases y vapores que llegan a ser tóxicos y molestos, el

aire de una ventilación general esparce el contaminante por toda el área antes de que sea detectado hacia la salida.(Álvarez Llana, 2009, p. 20)

Este tipo de sistema de ventilación, que se denomina con propiedad, ventilación por dilución, se aplica cuando en el área existen fuentes de contaminación que están dispersas. Su aplicación se limita por la toxicidad y por los contaminantes generados que, al superar ciertos valores, determinan la necesidad de caudales de aire que no son factibles, ya sea técnicamente o económicamente.(Álvarez Llana, 2009, p. 23)

Para lograr el cálculo del caudal de la ventilación general, que es necesaria para conseguir una dilución de contaminantes, requiere el conocimiento del régimen de generación de estos. Esto conlleva, en general, varias dificultades. La concentración para el cálculo debe ir incluido un factor de seguridad que tenga presente la distribución desigual de los contaminantes en el área. Es recomendable favorecer los movimientos localizados que tienden a unificar dicha distribución.(Meneses Mendoza, 2008, p. 18)

Ventilación general mecánica:

Algo que es fundamental dentro de la ventilación general es que los contaminantes químicos tanto como el calor deben ser evacuados lo antes posible.

En el caso de los contaminantes químicos la disposición de los ventiladores va a depender de la ubicación de las fuentes, la distribución de las aberturas de entrada y salida adoptadas, que se pueden encontrar sobre las paredes y las cubiertas de los locales.(Meneses Mendoza, 2008, p. 20)

Cuando se trata del calor, este arrastra partículas, gases y vapores; Lo mejor sería que la columna de aire ascendente salga hacia el exterior de una manera rápida al llegar al techo, por eso es importante que los ventiladores vayan ubicados y montados sobre el techo y se consiga distribuir sobre toda la superficie ocupando el mayor espacio posible. Además, al ser ventiladores de tipo axial y al funcionar generalmente como extractores con descarga libre, la depresión que crean en la zona de influencia es bastante pequeña y para poder lograr que la masa de aire que llega a

ellos sea extraída inmediatamente deben ser empleados el mayor número de ventiladores posible, a igualdad de caudal a extraer.(Meneses Mendoza, 2008, p. 20)

Si se llegase a colocar los ventiladores de extracción sobre las paredes cerca de los techos, pero distantes del centro del local, en lugar de ubicarlos sobre el techo del local; no serían capaces de poder evacuar la capa de aire caliente lleno de impurezas, que por su baja densidad relativa llega hasta el techo.(Meneses Mendoza, 2008, p. 21)

“El aire caliente, en contacto con el techo más frío comienza a descender por las paredes, también frías respecto al aire interior, perdiendo energía cinética por los rozamientos con ellas, provocando un ambiente sucio a pesar de estar ventilándose”.(Meneses Mendoza, 2008, p. 22)

Ventilación general natural:

La diferencia de densidad entre el aire del interior y el aire exterior es a lo que se denomina ventilación general; es provocado por la transferencia de calor al ambiente de trabajo y del viento. Las entradas y salidas de aire están diseñadas de tal manera que el aire del interior pueda mantener las condiciones que se requieren, siendo cualquiera la situación atmosférica externa. La desigualdad de temperatura y la velocidad que lleva el viento logran transportar grandes cantidades de aire. En máquinas que albergan procesos de alta temperatura, el aire transferido, puede ser del orden de millones de Kg/h.(Meneses Mendoza, 2008, p. 23)

Si los caudales de aire tuvieran que moverse por medios mecánicos, se llegaría a consumir cantidades enormes de energía. Entonces, lo que realmente importa económicamente en cuanto a la ventilación natural, es que se pueda mover esa cantidad de aire, sin tener que consumir energía mecánica.(Meneses Mendoza, 2008, p. 23)

Se ha demostrado que la ventilación natural renueva más veces el volumen de aire que el volumen que renueva la ventilación mecánica. Esto quiere decir, que el papel que desempeña esta última, es insignificante, para la eliminación de calor de grandes maquinas industriales, a pesar de sus costos elevados de instalación y de su funcionamiento.(Meneses Mendoza, 2008, p. 24)

“En muchas ocasiones resulta útil el empleo de la ventilación natural en combinación con la ventilación localizada. La ventilación natural no puede ser usada en aquellos locales industriales donde el aire requiere tratamiento previo, por ejemplo, inyección de aire acondicionado”.(Meneses Mendoza, 2008, p. 26)

La ventilación mecánica a la vez se subdivide en:

- ❖ Ventilación por inyección de aire (Sobrepresión).
- ❖ Ventilación por extracción de aire (Depresión).
- ❖ Combinación de inyección y extracción.

Ventilación por inyección de aire

Se consigue insertando aire en un sitio, colocándole en sobrepresión interna respecto a la presión atmosférica. El aire pasa hacia el exterior por las aberturas que han sido determinadas para ello. En su paso, el aire despeja los contaminantes del interior y deja el local con suficiente aire del exterior.(Rojas, 1868, p. 30)

Los beneficios de la ventilación por inyección son tales que el aire puro se descarga en el espacio ocupado de forma positiva por medio de ventiladores y se puede conservar un control sobre su distribución, volumen y velocidad.(Rojas, 1868, p. 32)

“El aire que ingresa puede además ser depurado y calentado cuando sea importante”.(Rojas, 1868, p. 34)

Otro de los beneficios es que la presión del aire interior es levemente elevada sobre la presión ambiental exterior (Sobrepresión), la cual tiende a evitar el ingreso de aire en zonas no ventajosas y ayuda a impedir aspiraciones.(Rojas, 1868, p. 34)

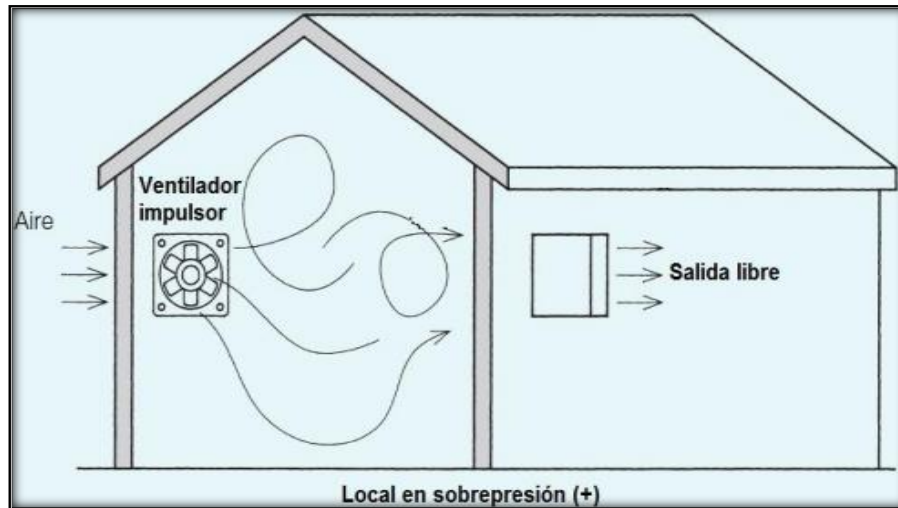


Figura 2.3: Ventilación por inyección de aire
Fuente: (Bonilla, 2010, p. 25)

Ventilación por extracción de aire

Se consigue situando el ventilador de manera que extraiga el aire del local, lo que causa que este resulte en depresión respecto de la presión atmosférica. El aire atraviesa desde fuera por la abertura apropiada, efectuando una ventilación de iguales efectos que la anterior. (Bonilla, 2010, p. 25)

La técnica de extracción de aire es el más aplicado en muchos casos, se puede recomendar por su facilidad y economía. Antes de emplear este método se deben tomar asunto en dos puntos:

El primero es impedir que haya entradas de aire cerca del punto de extracción, ya que así se reducirá la ventilación en los tramos alejados del espacio y el segundo punto, es que el aire exterior que penetra por las aberturas se infecta progresivamente a medida que traspasa el espacio ocupado. Para impedir filtraciones se hace preciso instalar filtros en las tomas de aire. (Rojas, 1868, p. 27)

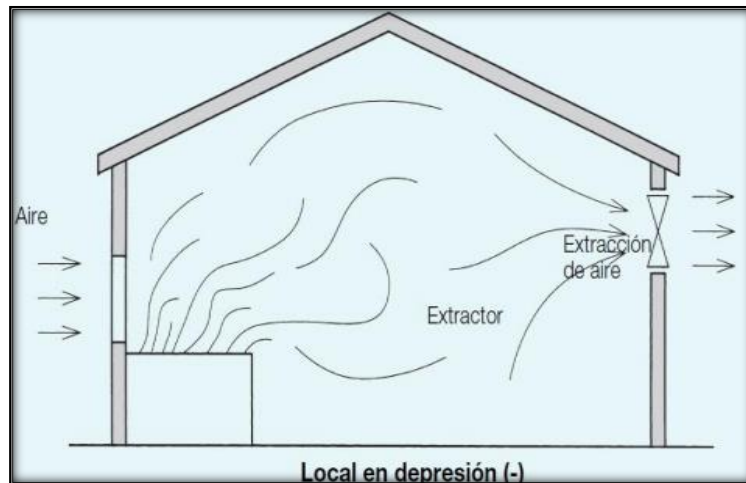


Figura 2.4: Ventilación por extracción de aire
Fuente: (Bonilla, 2010, p. 38)

Combinación Inyección y Extracción

Un perfecto dominio de ventilación se obtiene utilizando a la vez ventiladores de aspiración y de inyección. Una distribución equivalente del aire fresco es así garantizada. Los sistemas mixtos toman diversas formas, desde la sencilla disposición de ventiladores de hélice hasta un sistema de acondicionamiento total. (Rojas, 1868, p. 28)

Los ventiladores que son de entrada están selectos para proporcionar un 20% más de caudal de aire que los de expulsión. Esto conserva el aire de edificio a una presión superior a la presión ambiental exterior y así disminuye la probabilidad de infiltración de polvo y otras impurezas arrastradas por el aire. (Rojas, 1868, p. 29)

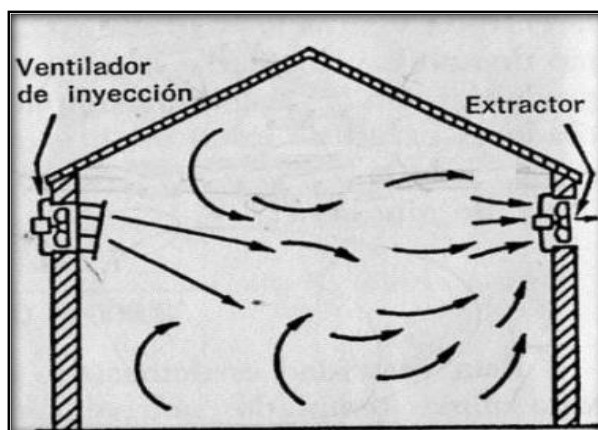


Figura 2.5: Ventilación por combinación de inyección y extracción
Fuente: (Rojas, 1868, p. 30)

2.1.5.2.2 Ventilación Localizada

Esta representación de ventilación fundamenta en que se debe percibir el contaminante en el terreno exacto donde se provoca antes que se alcance esparcir en el ambiente donde se labora. El sistema de control se presenta en la formación del contaminante.(Rojas, 1868, p. 31)

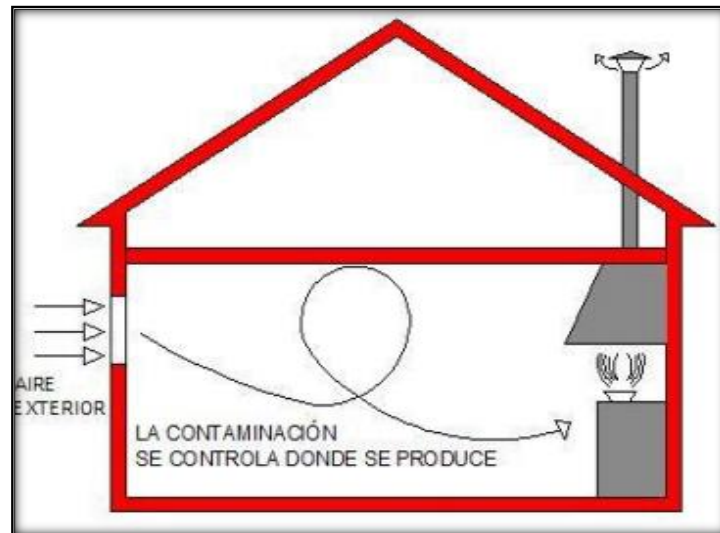


Figura 2.6: Ventilación localizada
Fuente: (Bonilla, 2010, p. 31)

2.1.6 Ventilación híbrida

La ventilación híbrida o ventilación mixta como además se la conoce, deriva de las potencias motrices naturales para conseguir la tasa de flujo deseada (diseño). Se recurre a la ventilación mecánica cuando la tasa de flujo conseguida con la ventilación natural es excesivamente baja.(Atkinson et al., 2014, p. 39)

Referente a hospitales, cuando la ventilación natural no abastece, se pueden colocar extractores (correctamente calculados y puestos a prueba con anterioridad) para extender las tasas de ventilación en ambientes donde hay pacientes con infecciones de transmisión aérea. Sin embargo, este tipo sencillo de ventilación híbrida (mixta) debe usarse con prudencia. Los extractores deben estar instalados de manera estratégica, de forma que el aire del lugar pueda ser expulsado directamente al exterior a través de un muro o el tejado. El número y el tamaño de extractores va a depender de la tasa de ventilación proyectada y deben ser medidos y ser previamente probados.(Atkinson et al., 2014, p. 40)

Entre las dificultades que deriva la utilización de extractores están los problemas de su instalación (principalmente para extractores grandes), el ruido (en específico de los extractores de elevada potencia), el incremento o la reducción de temperatura del área y la necesidad de abastecimiento eléctrico permanente. Si el ambiente caliente de la habitación no es confortable, se sumarán sistemas de calefacción o refrigeración, así como ventiladores en el techo. (Atkinson et al., 2014, p. 40)

Existe otro medio de implementación, como son, extractores tipo eólicos (turbinas de viento o eólico) los cuales no necesitan electricidad y ofrecen un sistema de extracción por el techo, que incrementa el flujo del aire en el departamento. (Atkinson et al., 2014, p. 41)

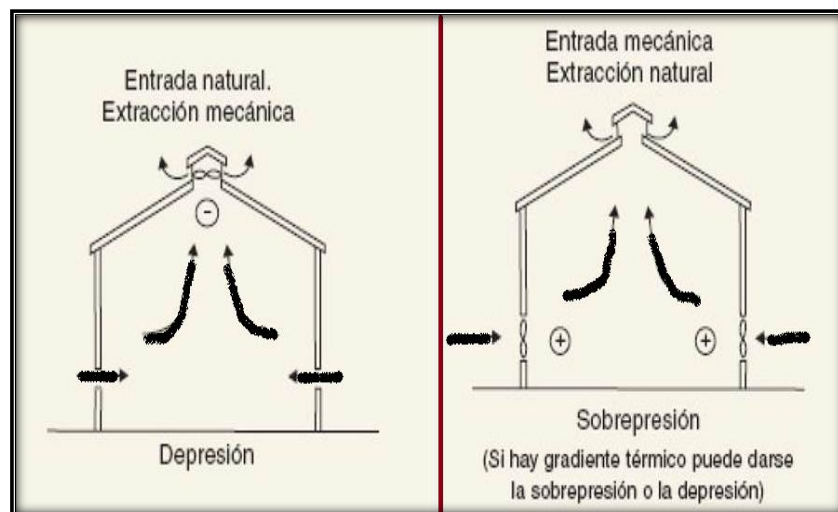


Figura 2.7: Ventilación híbrida
Fuente: (Bonilla, 2010, p. 41)

2.1.7 Comparación entre la ventilación mecánica y la natural

2.1.7.1 Ventilación mecánica

Si está bien diseñado, instalado y mantenido, un sistema de ventilación mecánica presenta las siguientes ventajas:

- ❖ Los sistemas de ventilación mecánica se consideran eficaces en cuanto a la distribución del flujo de aire previsto en el diseño, independientemente de las diferenciaciones del viento y el grado de temperatura ambiente. Dado que la ventilación mecánica consigue integrarse sencillamente en el aire

acondicionado, la humedad y la temperatura del aire interior también logran ajustarse.(Atkinson et al., 2014, p. 41)

- ❖ Se puede también añadir en la ventilación mecánica sistemas de filtrado para destruir los microorganismos, las partículas, los gases, los olores y los vapores perjudiciales.(Atkinson et al., 2014, p. 41)
- ❖ En los sistemas de ventilación mecánica, la canalización del flujo puede guiarse, por ejemplo, cediendo para que el aire circule de las áreas donde hay una fuente (internado con un virus de transmisión aérea) hacia zonas en las que no exista individuos indefensos.(Atkinson et al., 2014, p. 41)
- ❖ La ventilación mecánica puede funcionar en todas partes siempre y cuando exista electricidad.(Atkinson et al., 2014, p. 41)

No obstante, los sistemas de ventilación mecánica también presentan sus problemas:

- ❖ A menudo, los sistemas de ventilación mecánica no actúan acorde a lo anunciado, además la actividad normal del sistema puede dificultarse por diversos motivos; como un error en el mecanismo, una complicación de la alimentación eléctrica, un diseño mal elaborado y un mantenimiento deficiente o manejo equivocado.(Atkinson et al., 2014, p. 42)
- ❖ Si el sistema da asistencia a una entidad de riesgo y tiene que marchar continuamente, puede ser obligatorio tener equipos de seguridad, lo que puede implicar costos elevados y que sea insostenible. Si un sistema de este tipo no se puede instalar o mantener de forma adecuada debido a la falta de fondos, su buen funcionamiento correrá riesgo.(Atkinson et al., 2014, p. 42)

2.1.7.2 Ventilación natural

Así mismo, si está instalado y mantenido correctamente, el sistema de ventilación natural muestra varias ventajas en relación con los sistemas de ventilación mecánica:

- ❖ La ventilación natural normalmente puede proporcionar una tasa de ventilación superior a un costo menor, gracias al uso de potencias naturales y de grandes aberturas.
- ❖ La ventilación natural puede alcanzar un notable rendimiento energético en particular, si no se necesita calefacción.
- ❖ Un buen diseño de ventilación natural brinda la oportunidad de tener una mejor claridad natural de luz.
- ❖ Desde el punto de vista experto, se pueden diferenciar los sistemas de ventilación natural de alta tecnología y los sistemas de ventilación natural simple. Estos últimos mencionado están manipulados por computadora y pueden completarse con los sistemas de ventilación mecánica (sistemas híbridos o mixtos).(Atkinson et al., 2014, p. 42)
- ❖ Los sistemas de ventilación natural de alta tecnología pueden mostrar límites iguales que los sistemas de ventilación mecánica; pero tienen también los beneficios de ambos sistemas.
- ❖ Si está bien diseñada, la ventilación natural puede ser confiable, en general cuando se acopla con un sistema mecánico empleando el principio de la ventilación híbrida (modalidad mixta), aunque varios de estos sistemas actuales de ventilación natural puedan resultar más caros de diseño y construcción, que los sistemas mecánicos.(Atkinson et al., 2014, p. 42)
- ❖ En realidad, el gran beneficio de la ventilación natural es su posibilidad de suministrar una tasa de renovación de aire muy alta a bajo costo, con un sistema muy simple. Aunque la tasa de renovación de aire puede variar de manera significativa, los edificios con sistemas actuales de ventilación natural (bien diseñados y funcionando adecuadamente) pueden alcanzar, solo por la acción de las fuerzas naturales, tasas de renovación de aire muy

elevadas, que se pueden incluso sobrepasar las exigencias mínimas de ventilación.(Atkinson et al., 2014, p. 42)

Los sistemas de ventilación natural, no obstante, presentan también algunas complicaciones como:

- ❖ La ventilación natural es variable y se sujeta a las condiciones climáticas del exterior, con relación al ambiente interior. Las dos fuerzas que forman el flujo de aire (es decir, el viento y la diferencia de temperatura) están sujetas a variaciones estocásticas.
- ❖ La ventilación natural puede ser difícil de manipular, puede haber flujos enormes de aire e incómodos en algunos sitios y en otros, zonas de aire estancado. Además, la tasa de renovación de aire puede ser baja cuando las situaciones climáticas no son favorables.
- ❖ Puede ser complicado controlar la trayectoria del flujo de aire debido a la falta de una presión negativa suficientemente sostenida; lo que alcanza dar lugar a un peligro de contaminación de los pasillos y las habitaciones adyacentes.
- ❖ La ventilación natural funciona solo cuando las fuerzas naturales necesarias están presentes; cuando se requieren tasas de ventilación elevadas, hace falta que las fuerzas naturales puedan garantizar dichas tasas.
- ❖ A pesar de que el costo de mantenimiento de los sistemas sencillos de ventilación natural sea minúsculo, si un sistema de ventilación natural no se puede instalar o mantener adecuadamente debido a la insuficiencia de recursos, su actividad puede correr riesgo, lo que ocasionará un aumento del peligro de transmisión de infecciones transmitidas por vía aérea.(Atkinson et al., 2014, p. 43)

Estos problemas pueden superarse, por ejemplo; usando un excelente diseño o una ventilación híbrida (mixta). Otros inconvenientes presentados, como el ruido, el aire contaminado, la aparición de insectos y los problemas de seguridad igualmente deben tenerse en cuenta.(Atkinson et al., 2014, p. 43)

2.1.7.3 Ventajas y desventajas de los diferentes tipos de sistemas de ventilación en hospitales

	VENTILACION MECANICA	VENTILACION NATURAL
VENTAJAS	Este sistema es oportuno para todos los climas y clases de tiempo, con aire acondicionado si el clima lo requiere.	Es adecuada para los climas cálidos y templados; si la ventilación natural solo es posible la mitad del tiempo, resulta de mínimo provecho.
	Ambiente más regulado y cómodo.	Coste de inversión, trabajo y mantenimiento mínimos para la ventilación natural sencilla
DESVENTAJAS	Instalación y mantenimiento caros.	Fácilmente afectada por el clima exterior o el comportamiento del ocupante. Más difícil de predecir, analizar y diseñar
	Notificación de fracasos en la obtención del flujo de aire fresco necesario y riesgo de ruido del equipo	Incomodidad para los ocupantes cuando hace calor, humedad o frío. No permite establecer presión negativa en zonas de aislamiento, salvo con un diseño adecuado; depende de la situación.

Cuadro 2.1: Ventajas y desventajas de los diferentes tipos de sistemas de ventilación en hospitales

Fuente: (Gustafon, Bloch, Hutton, & Calder, 2014, p. 50)

2.1.8 Recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud relativas a las exigencias de ventilación natural

“Para ayudar a prevenir las infecciones de transmisión aérea, es necesario una ventilación adecuada en todas las zonas de asistencia de los centros de salud”.(Gustafon et al., 2014, p. 54)

1. Para la ventilación natural, existen tasas de ventilación mínima media por hora que deben proporcionarse:

- ❖ 160 l/s/paciente (tasa de ventilación media por hora) para las salas de prevención de la transmisión aérea (con un mínimo de 80 l/s/paciente) (esta solo se emplea en los centros de salud o en las renovaciones de gran envergadura).(Gustafon et al., 2014, p. 55)

Recomendación:

Para que la ventilación natural pueda aplicarse, hace falta que las condiciones climáticas estén a favor.

2. Al momento de diseñar centros de salud ventilados naturalmente, se debe tener cuidado de que el flujo de aire general traslade el aire de la fuente de patógenos a zonas donde la dilución sea suficiente, y preferible que sea al exterior.(Gustafon et al., 2014, p. 55)

Recomendación:

Aunque ciertos fundamentos demuestran que hay una relación viable entre la dirección del flujo de aire y la propagación de algún tipo de virus de transmisión aérea, ésta mencionada propagación se registró con tasas de ventilación muy bajas (inferiores a 4 cambios de aire por hora). Se expone la hipótesis de que, si la tasa de ventilación en los espacios adyacentes es adecuadamente elevada, el riesgo sería muy bajo o casi nulo (por ejemplo, como en un espacio abierto).(Gustafon et al., 2014, p. 55)

3. En las zonas donde se realizan operaciones que generan aerosoles asociados a la difusión de patógenos, la ventilación natural debe cumplir, como mínimo, con las necesidades de la 2da recomendación. Si se trata de patógenos de transmisión aérea, se aplicarán las recomendaciones 2 y 3.(Gustafon et al., 2014, p. 55)

Recomendación:

Existe información indirecta que indica que varias operaciones generadoras de aerosoles están asociadas a un gran riesgo de contaminación. La ventilación puede ser de mucha importancia, pero los requerimientos mínimos de ventilación en el caso de los procedimientos que producen aerosoles, deben investigarse más. (Gustafson et al., 2014, p. 56)

2.1.9 Deficiencias en la ventilación

La ventilación aporta aire y esta aportación debe de ser bastante grande para deshacer los contaminantes hasta medidas mínimas que no son percibidos por el ser humano, más que todo a los considerados dañinos para la salud. La ventilación puede ser inapropiada por un volumen escaso de aire, un alto nivel de recirculación, una ubicación errónea de los puntos de ventilación, una distribución defectuosa que deja zonas no ventiladas y una falta de mantenimiento o diseño incorrecto de los sistemas de filtración. (Meneses Mendoza, 2008, p. 26)

2.1.10 Ventilación basada en aumentos de calor

En algunas zonas o áreas donde el aumento de la temperatura es el principal factor a considerar (Lugar caluroso), se considera realizar un cálculo de la ventilación, tomando en cuenta la cantidad de calor que se quiere eliminar, es importante tomar en cuenta la temperatura que producen las siguientes fuentes:

- ❖ Irradiación de rayos solares transmitidos a través de las paredes o del techo.
- ❖ Calor producido por el cuerpo de los ocupantes del área.
- ❖ Aparatos eléctricos y otras máquinas del departamento.

2.1.11 Requerimientos de ventilación.

En general, cuando una persona escucha o piensa en ventilación, se le viene a la mente el aire fluyendo de un lugar a otro, y aunque en principio esta es una parte de

las funciones de un compresor de aire, en los hospitales el aire se debe limpiar con filtros y así poder liberarlo en espacios por medio de presiones.

Cuando se trata de hospitales el flujo de aire tiene otro significado ya que se tiene la necesidad de adaptarlo a salas especiales y específicas que requieren ser presurizadas negativa o positivamente con respecto a las áreas adyacentes.

En el caso de la presión negativa, esta extrae el aire llevándolo fuera de la sala con la finalidad de sacar cualquier contaminante potencial lejos del área y enviarlos al aire exterior generalmente por el ducto instalado, en este caso no sólo se libera el aire en una habitación más bien se elimina el mismo a través de un sistema.

La presión positiva tiene como intención garantizar que los agentes patógenos transmitidos por el aire no contagien al paciente, aparatos para hospitales o suministros que estén internamente en la sala, es decir que la ventilación extra es bombeada a estos cuartos para expulsar contaminantes lejos de ellas.(Seisamed, 2013, p. 10)

Para entender mejor este sistema aplicado en habitaciones especiales de los hospitales primero que nada se debe saber que sin importar como se suministre el aire este se considera: negativo, neutral o positivo en cuanto a presiones se refiere.(Seisamed, 2013, p. 11)

Por ejemplo:

- ❖ Más aire hacia afuera significa presión negativa.
- ❖ Más aire hacia adentro y afuera se considera neutro.
- ❖ Más aire hacia adentro se relaciona con presión positiva.

Por otra parte, la gran mayoría de los hospitales en todo el mundo están obligados a probar y documentar que, si desempeñan con la correspondiente calificación negativa o positiva en salas específicas, inclusive se utilizan pruebas para evaluar si cumplen con todas las exigencias dispuestas; Requieren investigaciones extras para determinar inconvenientes específicos.(Seisamed, 2013, p. 11)

En el caso de las habitaciones con presión positiva los encargados del área se ocupan para ratificar si el aire está transitando lejos de la habitación, mientras que en las salas presurizadas negativamente los inspectores comprueban si el flujo de aire es

atraído hacia la habitación además de medir las presiones relativas, volúmenes y cambios de aire por hora.(Seisamed, 2013, p. 12)

Un ejemplo de una sala con presión negativa sería aquella destinada para una paciente con tuberculosis activa, donde los gérmenes son “aspirados” de la habitación hacia una zona segura y no esparciéndolos precisamente por todo el hospital, por el contrario un paciente con quemaduras o heridas abiertas que tiene altas probabilidades de contaminarse debe estar en una sala presurizada positivamente para evitar que cualquier bacteria o microorganismo llegue al paciente complicando su cuadro clínico.(Seisamed, 2013, p. 13)

Según los expertos de seguridad en el tema es sumamente importante notar las deficiencias en cuanto a ventilación en estos espacios porque de lo contrario se pondría en juego la vida de los pacientes, incluso los requisitos de ventilación representan un 46% de los problemas en centros de salud abarcando la presión de aire, filtraciones y cambios de aire deficientes.(Seisamed, 2013, p. 13)

En las siguientes áreas críticas es donde se presentan problemas:

- ❖ Salas de cirugía.
- ❖ Salas de maternidad y recién nacidos.
- ❖ Salas de autopsia.
- ❖ Laboratorios de esterilización.
- ❖ Laboratorios médicos de investigación.
- ❖ Espacios para terapia respiratoria.
- ❖ Áreas de terapia intensiva.
- ❖ Cámara de cadáveres.
- ❖ Espacios pediátricos.

Existen infinidad de medidas que deben tomarse en cuenta dentro de los hospitales que van más allá de diseñar un espacio agradable a la vista, moderno o con equipos de última tecnología, detrás de todas estas acciones que serán totalmente

visibles hay otras que no podremos ver, pero si harán una gran diferencia en la atención del paciente como, por ejemplo:

- ❖ Controlar el sistema de ventilación
- ❖ Desarrollar un programa para el control de infecciones
- ❖ Instalar sistemas para prevenir incendios
- ❖ Desarrollar políticas en caso de desastres naturales o químicos que comprometan al hospital.(Seisamed, 2013, p. 14)

2.1.12 Ventiladores.

Un ventilador es una máquina rotativa que pone el aire, o un gas, en movimiento. Se puede definir también como una turbomáquina que transmite energía para generar la presión necesaria y así mantener un flujo continuo de aire.(Flores, 2016, p. 5)

Consta en esencia de un motor de accionamiento, generalmente eléctrico, con los dispositivos de control propios de los mismos: arranque, regulación de velocidad, conmutación de polaridad, etc.(Flores, 2016, p. 5)

Consta también de un propulsor giratorio en contacto con el aire, al que le transmite energía. Este propulsor adopta la forma de rodete con álabes, en el caso del tipo centrífugo, o de una hélice con palas de silueta y en número diverso, en el caso de los axiales.(Flores, 2016, p. 7)

2.1.12.1 Características de Ventiladores.

2.1.12.1.1 Presión.

Se puede definir la presión como la diferencia algebraica entre las presiones totales medias en las bocas de impulsión y de aspiración, las cuales se expresan en milímetros de columna de agua ($760 \text{ mmHg} = 10.332 \text{ mm.c.d.a.}$), y deberíamos hacer en este momento la distinción entre presión estática y presión dinámica.(Flores, 2016, p. 7)

La primera es la presión interior de un fluido que se halla moviéndose en línea recta, es decir, el valor que indicaría un manómetro que se moviera dentro de la corriente de fluido con la misma velocidad que este.(Flores, 2016, p. 7)

La segunda es la máxima aceleración de presión que tiene lugar en una corriente de fluido frente al centro de un obstáculo y que equivale a la presión necesaria para la aceleración del fluido desde el estado de reposo a la velocidad que posee en cada momento.(Lahidalga Serna, 2013, p. 18)

$$Presion\ dinamica = \frac{V^2}{2} \times \frac{\delta}{g}$$

En kg/mm^2 o mm.d.c.a., siendo:

- ❖ (V) la velocidad media en m/s.
- ❖ (δ) la densidad en kg/m^3 . (1,205 a 20°C para aire limpio).
- ❖ (g) la aceleración de la gravedad en m/s/s (g=9,81).

2.1.12.1.2 Rendimiento.

La calidad aérea y mecánica de un ventilador se juzga por su rendimiento, que se define como el cociente entre la potencia utilizada y la suministrada. El rendimiento así obtenido es el que emplean los diferentes utilizadores para comparar varios aparatos entre sí.

Por el contrario, los especialistas y los constructores recurren a rendimientos parciales para comparar aisladamente los diferentes factores que influyen, a veces notablemente, en la marcha del aparato.(Lahidalga Serna, 2013, p. 20)

2.1.13 Tipos de Ventiladores.

Están clasificados en dos tipos que son: los ventiladores centrífugos y axiales.

2.1.13.1 Ventiladores tipo axiales.

Son aquellos en los cuales el flujo de aire sigue la dirección del eje del mismo. Son aptos para mover grandes caudales a bajas presiones. Con velocidades periféricas medianamente altas, son en general ruidosos.



Figura 2.8: Ventilador tipo axial
Fuente: (Luftmaxi, 2010, p. 11)

Se aplican para mover grandes cantidades de aire en áreas abiertas; como la resistencia al flujo es muy baja, se requiere generar una presión estática pequeña, del orden de los 5 a 25 milímetros de columna de agua (mmcda). Debido a esto, la principal aplicación de los ventiladores axiales se encuentra en el campo de la ventilación general y se los conoce con el nombre de extractores o inyectores de aire. Sin embargo, este tipo de ventiladores, cuando se los construye con álabes en forma de perfil de ala y de paso variable, llegan a generar alturas de presión estáticas del orden de los 280 milímetros de columna de agua (mmcda) y se los usa en aplicaciones diversas.(Flores, 2016, p. 8)

Existen tres tipos básicos de ventiladores axiales: helicoidales, tubulares y tubulares con directrices, a continuación, una breve definición sobre cada uno.

2.1.13.1.1 Ventiladores helicoidales

Se emplean para mover aire con poca pérdida de carga, y su aplicación más común es la ventilación general. Se construyen con dos tipos de álabes: álabes de disco

para ventiladores sin ningún conducto y álabes estrechos para ventiladores que deban vencer resistencias bajas (menos de 25 mmcda).(Flores, 2016, p. 8)

2.1.13.1.2 Ventiladores tubulares

Disponen de una hélice de álabes estrechos de sección constante o con perfil aerodinámico (ala portante) montada en una carcasa cilíndrica. Generalmente no disponen de ningún mecanismo para enderezar el flujo de aire.

Los ventiladores tubulares pueden mover aire venciendo resistencias moderadas (menos de 50 mmcda).(Flores, 2016, p. 10)

2.1.13.1.3 Ventiladores tubulares con directrices

Tienen una hélice de álabes con perfil aerodinámico (ala portante) montado en una carcasa cilíndrica que normalmente dispone de aletas enderezadoras del flujo de aire en el lado de impulsión de la hélice. En comparación con los otros tipos de ventiladores axiales, éstos tienen un rendimiento superior y pueden desarrollar presiones superiores (hasta 200 mmcda).(Flores, 2016, p. 12)

Las directrices tienen la misión de hacer desaparecer la rotación existente o adquirida por el fluido en la instalación, a la entrada del rodete o tras su paso por el mismo. Estas directrices pueden colocarse a la entrada o a la salida del rodete, incluso las hay móviles. Han de ser calculadas adecuadamente pues, aunque mejoran las características del flujo del aire haciendo que el ventilador trabaje en mejores condiciones, producen una pérdida de presión adicional que puede condicionar el resto de la instalación.(Flores, 2016, p. 13)

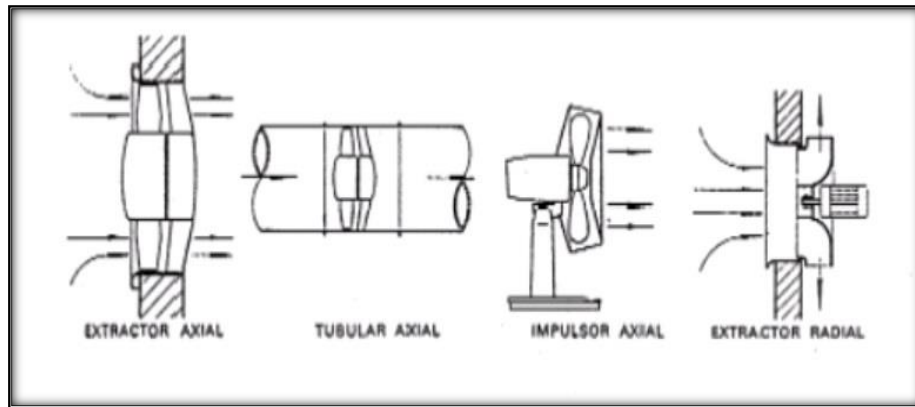


Figura 2.9: Ventiladores axiales clasificados en función de su uso
 Fuente: (Luftmaxi, 2010, p. 17)

El complejo campo que presenta la industria moderna exige que la selección, aplicación y pruebas que se realicen en los ventiladores sean tomadas con la mayor precisión, de acuerdo con las necesidades que tengan. (Anónimo, 2000, párr. 9)

Los ventiladores axiales son aplicados en situaciones donde esencialmente se pretenda aumentar la velocidad de un fluido, como sistemas de extracción, ventilación en minas y en muchos procesos industriales. (Anónimo, 2000, párr. 11)

2.1.13.2 Ventiladores Centrífgos

El ventilador centrífugo es un aparato compuesto por un rodete de alabes o aletas que giran dentro de una carcasa espiraloide o espiral conocida como voluta. La rotación del rodete se asegura mediante un motor, generalmente eléctrico, siendo su finalidad poner en movimiento aire o un fluido gasiforme. (Lahidalga Serna, 2013, p. 5)

Podemos definirla como una turbomáquina que utiliza la energía transmitida a su eje de rotación con el fin de generar la presión necesaria para mantener un caudal continuo del fluido que la atraviesa, generalmente aire.

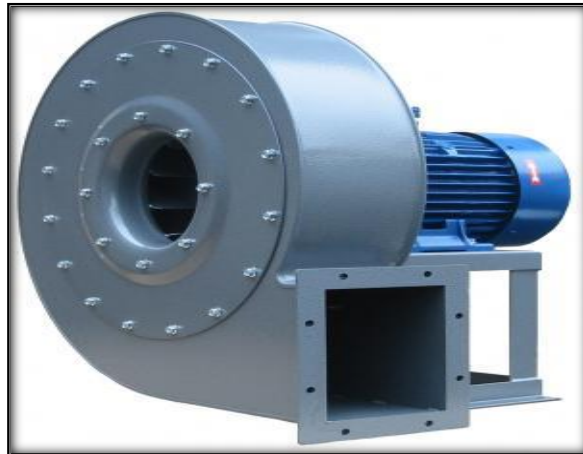


Figura 2.10: Ventilador centrifugo
Fuente: (Induvac, 2005, p. 5)

2.1.14 Selección de los Ventiladores.

Para seleccionar un ventilador adecuado para su aplicación se consideran parámetros esenciales como lo es la cantidad de flujo y la presión requerida, además se debe tomar en cuenta factores importantes los cuales se indican a continuación:

- ❖ Eficiencia
- ❖ Operación silenciosa
- ❖ Características de construcción
- ❖ Velocidad de punta
- ❖ Costo

Las empresas dedicadas a fabricar estos ventiladores aportan la información necesaria para realizar una adecuada selección. Todos los ventiladores que tienen entre si medidas proporcionales o sea que son semejantes, corresponden a una misma serie.

2.1.15 Curvas Características de Ventilador.

El ensayo de ventiladores tiene como objetivo establecer la capacidad del aparato para transferir la potencia al aire que mueve.

La curva característica del ventilador se consigue graficando en unos ejes de coordenadas los distintos valores (caudales-presión), obtenidos mediante ensayo en laboratorios.

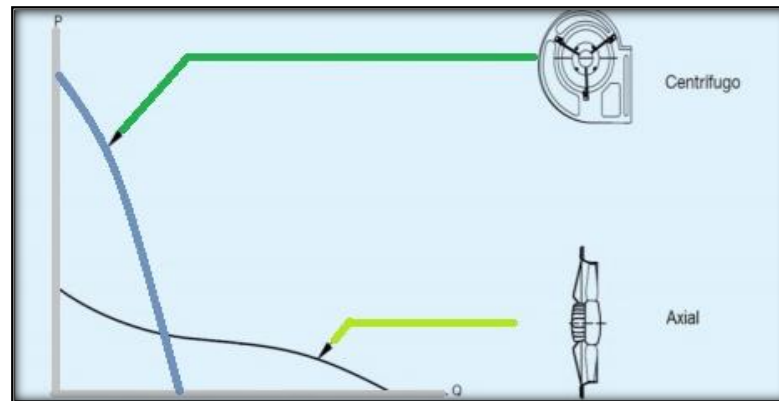


Figura 2.11: Curvas características de los ventiladores
Fuente: (Soler, 2015, p. 18)

Se observa en la figura 2.11 en la que se ha representado las curvas características de los principales tipos de ventilación y así poder comprender mejor su procedimiento.

Ambos ventiladores comparados tienen el diámetro igual de rodete y se puede ver también que, a igualdad de caudal impulsado (Q), los ventiladores centrífugos ofrecen más presión que los de tipo axial, vemos también que los de tipo centrífugo mueven caudales menores que los axiales.

Por lo tanto, se puede decir que los ventiladores más adecuados cuando los caudales sean grandes y las presiones que deban vencer sean pequeñas, son los axiales. Este tipo de ventilador tiene además la ventaja de una instalación muy fácil.

Los ventiladores adecuados para mover caudales pequeños, pero con elevada presión, son los centrífugos.

2.1.16 Leyes de Ventiladores.

En general, los ventiladores son fabricados en serie de velocidades y dimensiones diferentes, en una serie dada cada uno es idéntico al otro en dimensión y se dice que son geoméricamente similares.

Algunas leyes rigen el funcionamiento de estos ventiladores trabajando en el mismo punto, de la característica (presión-volumen). Pudiendo ser clasificados como se demuestra a continuación:

Para una misma velocidad de rotación.

- ❖ La potencia absorbida varía con el diámetro de los alabes a la quinta.
- ❖ La presión desarrollada varía con el cuadrado del diámetro de las aspas.
- ❖ El flujo varía con el cubo del diámetro de las aspas.

Para un mismo diámetro de las aspas.

- ❖ La potencia absorbida varía con el cubo de la velocidad de rotación del ventilador.
- ❖ El flujo varía directamente con la velocidad de rotación del ventilador.
- ❖ La presión desarrollada varía con el cuadrado de la velocidad de rotación del ventilador.

Si varía la velocidad de rotación y el diámetro de las aspas.

- ❖ La potencia absorbida varía con el cubo de la velocidad de rotación multiplicada por el diámetro de las aspas a la quinta.
- ❖ El flujo desarrollado varía con la velocidad de rotación multiplicado con el cuadrado del diámetro de las aspas.
- ❖ La presión desarrollada varía con el cuadrado de la velocidad de rotación multiplicada por el cubo del diámetro de las aspas.

2.1.17 Ruido en instalaciones de ventilación.

Ante la falta de datos rigurosos sobre potencia sonora, los ingenieros han desarrollado algunas reglas prácticas para anticiparse a la producción de ruidos en ventiladores y unidades.(Inerco, 2012, p. 8)

No obstante, esta clase de generalizaciones puede también dar lugar, en algún caso, a resultados erróneos. Es importante, pues, tener muy en cuenta los factores que influyen en los niveles de intensidad sonora al seleccionar y aplicar los equipos de ventilación. (Inerco, 2012, p. 8)

Al igual que cualquier máquina en funcionamiento, un ventilador genera algún tipo de ruido inevitablemente y es deber del fabricante asegurarse de que este no sea excesivo, considerando su aplicación. Las soluciones más accesibles son sin duda el mayor coste de instalación, conductos y equipo diseñado ampliamente, así como ventiladores mayores girando a menor velocidad. (Inerco, 2012, p. 9)

Bajo condiciones similares, casi todos los ventiladores funcionarán del mismo modo. Sin embargo, la extensión de la perturbación varía con el diseño, el tipo y el tamaño del ventilador. Como norma, no se debe seleccionar ventiladores que tengan que funcionar en la zona inestable de su límite de prestaciones. Pero, por otra parte, los ventiladores muy pequeños que operan fuera de sus curvas propias de prestación, tienen un cfm (pie cúbico por minuto) casi completamente abierto, y son también ruidosos ante grandes velocidades de aire. Así, pues, es importante consultar los estudios realizados sobre ventiladores para hacer la mejor elección posible de cara a una aplicación concreta. (Inerco, 2012, p. 11)

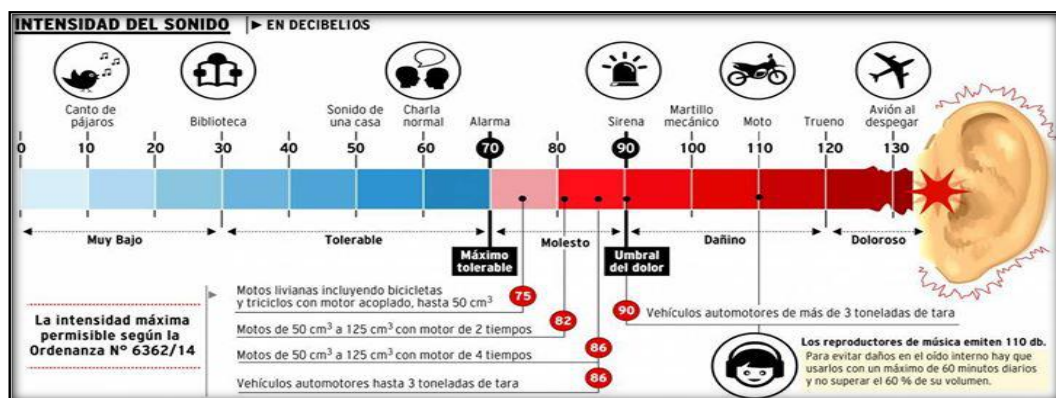


Figura 2.12: Niveles sonoros
Fuente: (Allande, 2008, p. 13)

Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo “MINISTERIO DE SALUD PUBLICA” (Reformado por el Art. 33)

Se establece como límite máximo de presión sonora el de 85 decibeles escala A del sonómetro, medidos en el lugar en donde el trabajador mantiene habitualmente la cabeza, para el caso de ruido continuo con 8 horas de trabajo.(Decreto Ejecutivo, 2010, p. 87)

No obstante, los puestos de trabajo que demanden fundamentalmente actividad intelectual, o tarea de regulación o de vigilancia, concentración o cálculo, no excederán de 70 decibeles de ruido.(Decreto Ejecutivo, 2010, p. 87)

2.1.18 Control de ventilación.

Debido a las necesidades diferentes de aire en la noche y en el día, se deberá desarrollar la instalación de ventilación para poder suministrar el caudal máximo, es decir, el que se necesita para las horas con mayor temperatura, previendo dispositivos que permitan disminuirlo, hasta conseguir el mínimo caudal necesario para las horas con menor temperatura en las noches.

Sin embargo, dentro del mismo día, al variar el ambiente exterior puede ser obligatorio aumentar o disminuir el caudal de aire de ventilación (encendiendo o apagando los extractores), según que la temperatura interior exceda o no unos niveles determinados.

2.2 Puesta en servicio, funcionamiento y mantenimiento

El desempeño de un sistema de ventilación depende en gran medida del diseño, el funcionamiento y el mantenimiento, en una palabra, de la puesta en servicio. Estos aspectos determinan el desempeño y la fiabilidad del sistema de ventilación y son importantes sea cual sea el grado de la tecnicidad del sistema de ventilación del edificio.

Una construcción y una puesta en servicio adecuadas son necesarias para garantizar que se logra el desempeño deseado de ventilación en diferentes circunstancias (climáticas), mientras que un funcionamiento y mantenimiento adecuados son necesarios para garantizar la ventilación deseada durante toda la vida del sistema.(Atkinson et al., 2014, p. 90)

2.2.1 Puesta en servicio

Es importante que, incluso para un sistema con un grado bajo de tecnicidad que usa rejillas y conductos de ventilación, por ejemplo, se entregue al director o al operador del edificio la documentación que describe las opciones de diseño, cómo funciona y cómo debe mantenerse. Por ejemplo, la explicación de por qué los conductos de ventilación son de un cierto tamaño y están situados en determinados lugares mejorará la comprensión del sistema y ayudará a asegurar que el mantenimiento se hace adecuadamente. (Atkinson et al., 2014, p. 91)

Los diseñadores tienen que proporcionar los siguientes documentos a los responsables del edificio y su sistema de ventilación:

- ❖ Información sobre la estrategia de diseño y el funcionamiento del sistema de ventilación natural.
- ❖ Información sobre el funcionamiento del sistema de ventilación natural o híbrida (mixta) por el día o la noche, en diferentes estaciones, en condiciones climáticas extremas y, si está adaptado, en situaciones de urgencia.
- ❖ Explicaciones destinadas a los pacientes y a los trabajadores de salud sobre el funcionamiento y la gestión del edificio, precisando quién debe abrir las ventanas, etc.
- ❖ Reglas de funcionamiento y de mantenimiento del sistema de ventilación, elaboradas conjuntamente con el personal encargado de la puesta en servicio (es decir, un manual de funcionamiento y de mantenimiento).
- ❖ Explicaciones sobre todo lo anterior (es decir, documentación de puesta en servicio).

Es aconsejable que los que utilicen el sistema puedan proporcionar retroinformación a los diseñadores, aunque se trate del sistema más sencillo. Estos comentarios y los ajustes a los que dan lugar son esenciales para resolver posibles problemas del sistema y deben continuar durante el primer año de funcionamiento. (Atkinson et al., 2014, p. 94)

El proceso de puesta en servicio constituye una especie de procedimiento de control para asegurar que:

- ❖ El sistema de ventilación está instalado y funciona como se había previsto.
- ❖ El sistema puede funcionar correctamente y sin riesgos.
- ❖ El sistema puede ajustarse para cumplir con las necesidades de ventilación en diferentes condiciones climáticas.
- ❖ Las tasas de ventilación son apropiadas para diferentes tipos de tiempo. Este proceso debe mantenerse al menos durante el primer año de funcionamiento.

2.2.2 Funcionamiento y mantenimiento

El personal encargado del funcionamiento y del mantenimiento debe entender cómo funciona el sistema y tener nociones básicas sobre el control de las infecciones. Debe prestarse una atención especial a la documentación e instrucciones entregadas a estos miembros del personal. El personal encargado del funcionamiento debe estar capacitado sobre los procedimientos que deben seguir en condiciones meteorológicas especiales, como la lluvia intensa, los tifones y las fuertes tormentas.(Atkinson et al., 2014, p. 95)

Los pacientes no están generalmente autorizados a hacer funcionar el sistema a menos que se les instruya para ello (esto se aplica también a la abertura de ventanas). La ventilación natural o la ventilación híbrida (mixta) tienen generalmente muchos componentes distribuidos en diversos puntos, como las ventanas y los ventiladores. La detección de las fallas en estos componentes puede ser lenta.(Atkinson et al., 2014, p. 95)

Es esencial que en cualquier hospital diseñado para el control de las infecciones se haga una reconsideración en cuanto al diseño de la ventilación cuando los patrones de ocupación cambian. Las encuestas regulares a los ocupantes y los controles ayudarán a descubrir los posibles problemas de funcionamiento y a tratar las reclamaciones.(Atkinson et al., 2014, p. 96)

En los hospitales ventilados naturalmente, la satisfacción de los pacientes y los trabajadores de salud puede mejorar si comprenden cómo funciona el sistema.(Atkinson et al., 2014, p. 96)

2.3 Extractores

Un extractor de aire es un aparato destinado a aspirar y renovar el aire de un área. Está compuesto por un ventilador conectado a un motor que le transfiere el movimiento.(Danel & Murelles, 2014, párr. 1)

Tiene dos funciones principales:

- ❖ Eliminar excesos de humedad, la cual puede provocar el deterioro de los espacios y la aparición de moho.
- ❖ Combatir malos olores, ya que al absorber los vapores se minimiza la presencia de aromas fuertes y desagradables.

Con el objetivo de mantener un espacio cerrado con ventilación adecuada, pero, sobre todo, eliminar el exceso de humedad y combatir malos olores, es necesario conocer los requerimientos de los extractores de aire. Estos dispositivos permiten eliminar tales problemas, aunque deben instalarse en función del espacio por ventilar.(Danel & Murelles, 2014, párr. 2)

Para ventilar un espacio por medio de extractores de aire se requiere conectarlos a través de un conducto o una tubería con mayor o menor longitud. De esta manera, el flujo de aire absorbe una energía del ventilador que lo extrae, debido al roce con las paredes o a los diversos “obstáculos” que se presenten.

Las características operativas de los extractores de aire se determinan en función de las dimensiones del espacio donde se llevará a cabo su instalación, de modo que se logre su máxima capacidad de extracción. Dichos aspectos también servirán para la elección del equipo más adecuado, los cuales deben ofrecer el mínimo consumo de energía.

2.3.1 Tipos de extractores

2.3.1.1 Motor axial

Este tipo de extractor es capaz de trasladar grandes volúmenes de aire, debido a que las aspas se posicionan alrededor del eje del motor; pero esta característica de diseño causa que sea ineficiente respecto de la presión del aire, donde el flujo reducirá el rendimiento de extracción, por lo que no es recomendable el uso de filtros

2.3.1.2 Motor centrifugo

El extractor centrifugo soporta las pérdidas de carga producidas por filtros, ductos o por reflectores ventilados. Su diseño genera presión de aire al succionarlo por el centro del extractor y forzar su salida a través de una cavidad crónica que lo lleva hacia el exterior.

2.3.1.3 Motor mixto

El flujo de aire en este tipo de extractores es más óptimo durante el recorrido que realiza por el aspa, gracias a la combinación del diseño axial y radial.

Al momento de elegir un extractor será necesario tomar en cuenta algunas determinantes:

2.3.2 Consideraciones para la elección

El elemento principal por considerar es la capacidad de extracción, pues debe ser suficiente para compensar la pérdida de presión del aire (menos capacidad de aire) de una instalación, ya que de esta manera será posible determinar el gasto de energía del ventilador. Para calcularla es necesario conocer la longitud de conducción, el diámetro hidráulico, la velocidad y densidad del aire, y el coeficiente de frotamiento, tanto de la rugosidad de las paredes como de las dimensiones.

2.3.3 Máximo volumen de aire aspirado

La capacidad de aspiración de extractor debe ser proporcional al tamaño del lugar. Para habitaciones de hasta 30 m³(12m² x 2.5m) bastará una capacidad de extracción de 75 m³/h (en poco más de 20 minutos estaría renovado todo el aire del lugar)

2.4 Autopsia

Una práctica de autopsia usualmente es llevada a cabo por un doctor especialista denominado patólogo, que también es un médico de enfermedades contagiosas; La autopsia es el método de emplear la disección mediante un procedimiento médico, con el único fin de obtener como resultado una información anatómica sobre la causa, naturaleza, extensión y complicaciones de la enfermedad que sufrió la persona autopsiada en vida y que permite formular un diagnóstico médico final o definitivo para dar una explicación de las observaciones clínicas dudosas y evaluar un tratamiento dado.(Vargas Sanabria, 2014, p. 47)

“Una práctica de autopsia es la valoración completa de la muerte de una persona y de todas las circunstancias que la rodean, incluye un análisis total del cadáver en lo que se ha llamado el último examen físico, un reporte escrito que detalle los hallazgos pertinentes, los negativos y las conclusiones incluyendo la causa y manera de muerte”.(Vargas Sanabria, 2014, p. 48)

Este examen incluye:

- ❖ Una evaluación completa de la historia clínica y de los eventos que llevaron a la muerte
- ❖ La recolección y documentación de elementos traza encontrados sobre o alrededor del cadáver
- ❖ La fijación fotográfica de lesiones
- ❖ Un examen detallado desde la cabeza hasta los dedos de los pies
- ❖ Un examen interno que incluya la disección de los órganos y tejidos

- ❖ Un examen microscópico de los anteriores
- ❖ Exámenes de laboratorio y toxicológicos en tejidos y fluidos corporales

Estudios han comprobado que alrededor del 32% de la mayor parte de los diagnósticos primarios realizados en los hospitales, son divagados y son corroborados después por la autopsia.(Vargas Sanabria, 2014, p. 49)



Figura 2.13: Sala de autopsia
Fuente: (Vargas Sanabria, 2014, p. 50)

2.4.1 Autopsia médico legal

Aplicando la definición general de la Medicina Legal, como una especialidad médica que ayuda a las Autoridades Judiciales a administrar justicia, se puede decir que la autopsia médico legal es el examen de un cadáver que tiene como fin recolectar pruebas, establecer diagnósticos e interpretar hallazgos médicos que ayuden a esclarecerle a los jueces, fiscales, defensores, abogados litigantes y por supuesto a las partes involucradas en un proceso, en primer lugar, si existe o no un delito que perseguir; y en segundo lugar, de haberlo, aportar todo lo que esté al alcance del especialista, desde la interpretación elemental del lenguaje técnico hasta diagnósticos basados en pruebas histopatológicas, neuropatológicas o moleculares, que permitan establecer con claridad los objetivos iniciales del procedimiento: causa, manera e identificación, dependiendo de las necesidades de cada caso.(Vargas Sanabria, 2014, p. 85)

2.5 Exposición a contaminantes

2.5.1 Exposición a Agentes Químicos

El formaldehído o metanal es el principal compuesto químico al que se exponen los patólogos y sus ayudantes durante la autopsia, es el componente mayoritario de la solución conocida como formol, estando presente en la misma en una concentración aproximada del 30 - 40 %.(Orellana, Muñoz, Sánchez, Serrano, & Garcia, 2008, p. 34)

Su manipulación presenta los siguientes riesgos:

- ❖ Toxicidad por inhalación, ingestión y contacto con la piel.
- ❖ Provoca quemaduras.
- ❖ Posibilidad de sensibilización con la piel.
- ❖ Fácilmente inflamable.
- ❖ Posibles efectos cancerígenos.

Este es el principal riesgo de la manipulación de este agente químico, ya que recientemente ha sido descrito como un compuesto cancerígeno; Se encuentran desde irritaciones de las mucosas, hasta alteraciones neurológicas irreversibles o diversos tipos de cáncer, como el cáncer nasal, pulmonar o cerebral.(Orellana et al., 2008, p. 35)

2.5.2 Exposición a Agentes Biológicos

Son algunos los microorganismos a los que pueden estar expuestos patólogos y sus ayudantes durante la práctica de autopsia (Virus de inmunodeficiencia humana, virus de hepatitis, agentes responsables de encefalopatía espongiiformes).(Orellana et al., 2008, p. 36)

Independientemente de su nivel de riesgo, los patógenos se pueden transmitir por varias rutas. Las más importantes son la inoculación, contacto, salpicadura sobre mucosas o piel no intacta, inhalación de aerosoles, o los vectores. De este modo, el grupo de riesgo del agente infeccioso y sus posibles vías de transmisión, determinan

las medidas de contención necesarias para controlar el riesgo.(Orellana et al., 2008, p. 36)

En toda autopsia el prosector y sus ayudantes deberían adoptar medidas para evitar el contagio por cualquiera de las posibles vías de transmisión, y la sala debería cumplir las medidas correspondientes a un nivel de contención. Si el paciente era portador de un microorganismo del grupo 4, debe evitarse la autopsia salvo que sea absolutamente necesaria, en cuyo caso debe realizarse donde se puedan cumplir los requisitos exigibles.(Orellana et al., 2008, p. 37)

El control del riesgo biológico exige la adopción de medidas, entre las que se pueden destacar las siguientes:

2.5.2.1 Medidas relativas a las instalaciones

Teniendo en cuenta las indicaciones generales que se deben aplicar para controlar el riesgo biológico, las instalaciones deben cumplir las siguientes medidas:

- ❖ Solamente se permitirá el acceso a la zona de trabajo al personal designado
- ❖ Es aconsejable que la sala de autopsias se encuentre separada de toda actividad sin restricción de entrada, y desarrollada en el mismo edificio.
- ❖ El aire extraído de la sala de autopsias se filtrará mediante la utilización de filtros de alta eficacia para partículas en el aire (HEPA), de forma que el aire de salida vaya directamente al exterior sin recircularse.
- ❖ Es aconsejable que el lugar de trabajo se mantenga con presión negativa respecto a las áreas adyacentes. Con un sistema de extracción forzada de aire en la sala que lo haga pasar por los filtros de alta eficacia.
- ❖ La sala no puede ser completamente hermética, puesto que, al extraer aire, la sala necesita la entrada de aire, o de lo contrario se podrían romper elementos como puertas, ventanas, etc.
- ❖ La ventilación deberá proporcionar entre 6 y 12 renovaciones por hora. Si el sistema de extracción genera un flujo laminar descendente y corrientes

de aire de baja altura, disminuye el riesgo de contagio por aerosoles a los profesionales.(Orellana et al., 2008, p. 39)

2.5.2.2 Medidas Higiénicas

Se deben seguir las siguientes medidas higiénicas:

- ❖ No comer, beber ni fumar en el área de trabajo.
- ❖ Cubrir heridas y lesiones de las manos con apósito impermeable. (Cuando la lesión no se pueda cubrir, deberá evitarse la intervención en el procedimiento.)
- ❖ Utilizar ropa y prendas de protección adecuadas.

2.5.3 Refrigeración y Ventilación en sala de Autopsia.

La sala de autopsia, como tal sala de trabajo, ha de estar enfriada dentro de un ambiente de confort en el entorno de trabajo, esto es entre 20 y 22°C; Aunque para este nivel de temperatura no es necesario, aunque sí aconsejable, prever un especial aislamiento térmico de los cerramientos de la sala.

2.6 Cámara de Cadáveres

Se encuentran en las morgues de los centros de salud de atención, son utilizadas exclusivamente como depósito de cadáveres. Cada centro de salud y servicio de emergencia (unidades móviles) deben de contar con un departamento destinado al depósito de cadáveres de sujetos fallecidos durante la asistencia en dicho servicio o que llegan fallecidos y se encuentran en espera de la inhumación o de una eventual autopsia.(Lozano Menéndez, 2014, p. 10)

A nivel internacional se recomienda la presencia de refrigeradores de cadáveres con una capacidad para 2 cadáveres por cada 200 camas de hospital. La misma relación puede establecerse para los servicios de emergencia en cuanto al número de pacientes asistidos. Este número de refrigeradores es suficiente para un centro de salud del primer nivel, pero sería necesario que fueran amplios y que permitieran la introducción

de un cuerpo de un gran obeso. Para el apoyo de los cuerpos se recomiendan mesas de acero inoxidable.(Lozano Menéndez, 2014, p. 10)



Figura 2.14: Cámara de cadáveres
Fuente: (Marrahí, 2015, fig. 1)

Estas morgues destinadas al depósito de cadáveres, deben de cumplir con ciertas características:

- Espacio/capacidad

Se debe contar con estanterías de acero inoxidable que permitan alojar varios cuerpos, de distintos tamaños, así como la movilización de los mismos mediante camillas en su interior. Se recomienda que el local tenga 2 accesos diferentes, uno para el público (familiares del fallecido, por ejemplo) y otro para el personal, siendo este último más amplio, permitiendo la entrada y salida de camillas.(Lozano Menéndez, 2014, p. 15)

- Paredes y pisos

El material de las paredes y pisos debe permitir el lavado frecuente con hipoclorito de sodio y agua, incluso empleando mangueras. Se recomienda que las paredes y pisos estén revestidos por azulejos o cerámicas y que los espacios entre ellas sean de un material resistente al agua. El piso debe ser de material antideslizable, impermeable al agua y desinfectantes, permitiendo así la limpieza; se requiere también

un buen sistema de desagüe en el piso, con un sistema antirretorno.(Lozano Menéndez, 2014, p. 16)

- **Iluminación**

Debe contar con iluminación eléctrica adecuada.

- **Ventilación**

Debe asegurarse una ventilación adecuada mediante sistemas de tipo extractores que permitan la circulación del aire.

- **Conservación/ubicación de los cuerpos**

A nivel internacional se recomienda la presencia de refrigeradores de cadáveres con una capacidad para 2 cadáveres por cada 200 camas de hospital. La misma relación puede establecerse para los servicios de emergencia en cuanto al número de pacientes asistidos.(Lozano Menéndez, 2014, p. 17)

Este número de refrigeradores es suficiente para un centro de salud del primer nivel, pero sería necesario que fueran amplios y que permitieran la introducción de un cuerpo de un gran obeso. Para el apoyo de los cuerpos se recomiendan mesas de acero inoxidable.(Lozano Menéndez, 2014, p. 18)

- **Equipamiento**

Si bien no se realizarán autopsias, se recomienda la existencia de un mueble metálico con cajones para guardar frascos, guantes, tapabocas, sobretúnicas y bolsas en su interior, así como otros materiales que puedan ser necesarios. En otro sector, bien diferenciado de dicho mueble pueden guardarse los productos de limpieza.(Lozano Menéndez, 2014, p. 18)

Se recomiendan que haya frascos de diversos tamaños que pueden ser utilizados por ejemplo en casos de abortos espontáneos para guardar los restos que serán posteriormente enviados a anatomía patológica y otros de mayor tamaño para el caso de óbitos de mayor tamaño. No se recomienda la preservación de estas piezas anatómicas en formol, ya que puede alterar algunos resultados en caso practicarse una autopsia judicial.(Lozano Menéndez, 2014, p. 19)

Finalmente deberá contar con una papelería donde arrojar desechos (tapabocas, guantes y batas de quienes movilizan el cadáver, o de los familiares que fueron a reconocer el cuerpo). Con la finalidad de brindar confort al familiar que concurre a reconocer o despedirse del cadáver, se sugiere la presencia de 2 sillas de plástico o material que pueda lavarse con hipoclorito de sodio.(Lozano Menéndez, 2014, p. 20)

2.6.1 Refrigeración y Ventilación en Cámara de Cadáveres.

De gran importancia es el procurar una ventilación suficiente en el área de la cámara de cadáveres mediante aportación de aire de renovación. La tasa de renovación sugerida de 5 o 6 renovaciones a la hora del volumen de aire de sala resulta en un caudal de aire considerable, por lo que se habrá de prever un adecuado sistema de ventilación forzada, idealmente con funcionamiento intermitente como medida de ahorro energético, además un ambiente de enfriamiento entre 20 a 22°C.(Lozano Menéndez, 2014, p. 21)

Los suelos y las paredes de la sala deberán estar terminadas con revestimientos lavables. Para el enfriamiento de este tipo de salas, se suele recurrir a equipos de refrigeración de alta temperatura. Estos equipos están dotados de evaporadores especiales para salas de trabajo.(Lozano Menéndez, 2014, p. 22)

La impulsión de aire en doble flujo evita las corrientes de aire frío y sus ventiladores de bajas revoluciones lo dotan de un bajo nivel sonoro. La unidad condensadora de estos equipos admite igualmente distintas construcciones: en horizontal, centrífuga, o silenciosa.(Lozano Menéndez, 2014, p. 22)

2.6.2 Conceptos básicos de diseño de la ventilación natural

2.6.2.1 El proceso de diseño de un área ventilada naturalmente con el fin de controlar las infecciones incluye tres pasos básicos:

1. Especificación del patrón de flujo de aire deseado, desde las aberturas de entrada a las aberturas de salida.

2. Identificación de las principales fuerzas motrices para obtener el patrón de flujo de aire deseado.
3. Determinación de las dimensiones y ubicación de las aberturas para poder conseguir las tasas de ventilación necesarias en cualquier régimen de funcionamiento.

El procedimiento adoptado para la ventilación natural comienza generalmente con el diseño arquitectónico, la maquetación del sistema y selección de los componentes, el dimensionamiento de los orificios y la estrategia de regulación. El procedimiento concluye con la realización de un esquema detallado del sistema.(Gustafon et al., 2014, p. 104)

La adaptación de un edificio existente o el diseño de un edificio nuevo con la intención de utilizar la ventilación natural para el control de las infecciones de transmisión aérea, idealmente, incluirá la presencia de habitaciones de aislamiento individuales con ventanas que puedan abrirse y baño contiguo. Sin embargo, cuando los recursos son escasos, el número de estas habitaciones de aislamiento tendrá que reducirse y habrá que proporcionar soluciones de aislamiento colectivo de apoyo cuando sea necesario (por ejemplo, tiendas de aislamiento instaladas en el exterior y abiertas al viento).(Gustafon et al., 2014, p. 104)

Es necesario encontrar soluciones técnicas eficaces adaptadas y diseños arquitectónicos innovadores para potenciar al máximo el uso de la ventilación natural en las diversas condiciones climáticas de las distintas partes del mundo. A diferencia de otro tipo de edificios, cuando se aprovecha la dirección y la velocidad media del viento dominante en el diseño de la ventilación natural para el control de las infecciones, se considerará la peor situación, o sea, cuando no hay viento y cuando pueda necesitarse ventilación mecánica de apoyo.(Gustafon et al., 2014, p. 105)

2.7 Evaluación del desempeño de la ventilación

La eficacia de la renovación del aire indica la eficacia de distribución del aire fresco en la habitación, mientras que la eficacia de ventilación indica la eficacia de eliminación de los contaminantes de transmisión aérea de la habitación. Los ingenieros definen la media de la edad del aire en un punto como el tiempo promedio que le lleva

al aire llegar a ese punto desde el punto de entrada en la habitación.(Etheridge & Sandberg, 1996, p. 20)

La eficacia de la renovación del aire puede calcularse a partir de los cambios de aire por hora y la media de la edad del aire de la habitación. Para la ventilación de tipo pistón, la eficacia de la renovación del aire es del 100%, mientras que para los sistemas de ventilación que mezclan el aire completamente es del 50%. En el caso de la ventilación por desplazamiento, la eficacia de la renovación del aire está entre estos dos valores, pero en caso de cortocircuito, puede ser inferior al 50%.(Etheridge & Sandberg, 1996, p. 21)

La eficacia de la ventilación puede evaluarse por medición o por simulación. En términos sencillos, el índice de flujo de ventilación puede medirse determinando la rapidez con que se elimina un gas trazador inyectado en una habitación o midiendo la velocidad del aire en las aberturas o los conductos de ventilación, así como la sección de flujo. La dirección del flujo de aire puede visualizarse con humo. La dinámica de fluidos computacional y las técnicas de velocimetría por imágenes de partículas permiten establecer patrones de comportamiento de la distribución del aire en una habitación.(Etheridge & Sandberg, 1996, p. 22)

3 CAPÍTULO: CÁLCULO Y DISEÑO

Este capítulo trata de diversos cálculos aplicados a la ventilación y extracción dentro de las áreas seleccionadas, como son, la sala de autopsia y cámara de cadáveres, de esa forma se podrá realizar el estudio correspondiente. Mediante la utilización de normativa, de fórmulas y tablas, se analizarán los parámetros de cálculo que deben tomarse en cuenta para este tipo de trabajo.

El estudio de sistema de ventilación y extracción de aire para el área de la cámara de cadáveres y sala de autopsia del Hospital Dr. Francisco Icaza Bustamante está basado en condiciones de confort, calidad, renovación de aire, parámetros varios y ventilación, para este estudio utilizaremos la normativa “IDA1 referente a ventilación”.

3.1 Fundamentos teóricos de componentes a tratar

3.1.1 Conductos o ductos para ventilación

Se emplean como un sistema de aire acondicionado para que distribuya y extraiga aire a través de todo el conjunto de la edificación. Por el “ducto para ventilación” circulan varios flujos de aire como:

- la alimentación del aire
- el flujo de retorno, el de recirculación
- la extracción de flujo del aire

estos flujos permiten que se asegure la calidad de aire y un confort térmico en el interior del edificio.



Figura 2.15: Ductos & Conductos
Fuente: (Arkiplus, 2016, p. 5)

Aparte de llamárseles ductos para ventilación se les denomina como red de conductos y estos pueden estar fabricados en: componentes metálicos, fibra de vidrio, lanas de rocas, aluminio reforzado y otros; con distintos materiales se da una forma que se adecue a la edificación. También se fabrican en acero galvanizado, acero inoxidable opaco o brillante.

3.1.1.1 Usos de los ductos para ventilación

Los ductos para ventilación son un método utilizado que no solo se maneja para ventilar lo espacios sino para:

- Transportar el aire silenciosamente.
- Confort térmico.
- Tener calidad de aire.
- Mantener una temperatura uniforme.
- Reducir los alérgenos, moho, toxinas, hongos y otros.

Es de suma importancia tener los conductos limpios y sellados, así como realizarles cambios a los filtros regularmente para que trabajen de manera eficiente y no se distribuyan alérgenos en el edificio.

3.1.2 Unidad Manejadora de Aire

También denominado UMA por sus iniciales, es el equipo fundamental para el tratamiento del aire en las instalaciones de climatización, limpieza (filtrado) y en cuanto a los caudales correctos de ventilación (aire exterior).

Es el elemento principal mecánico que debe generar caudal y alcanzar la presión estática necesaria para hacer circular el aire acondicionado por la red de conductos de la instalación.

En los climatizadores puede haber dos ventiladores: uno para la impulsión del aire hacia los locales y otro de retorno en la entrada del aire al climatizador, para vencer las cargas de los circuitos de retorno. A menudo solo hay uno, el de impulsión.

Si bien es cierto que los ventiladores axiales son los que generan mayor caudal de aire, su configuración física y bajo par motor los deja por debajo de los ventiladores centrífugos (a veces llamados sirocos) cuya capacidad de dar mayor presión estática los convierte en adecuados para este tipo de equipos.

Una vez tratado el aire, se distribuye por los locales mediante una red de conductos y sus correspondientes rejillas, difusores, etc.

3.2 Aplicación de fórmula de caudal y de norma RITE para cálculo de ventilación necesaria por área

Ya que se tienen los conceptos preliminares, el proceso de estudio de este diseño básico de sistema de ventilación y extracción requiere identificar las zonas a extraer el aire viciado, realizar los cálculos adecuados para cada área y a su vez reconociendo el tipo de ventilador con el que se va a trabajar, además se debe seleccionar los elementos que garanticen las condiciones de temperatura, calidad de

aire y humedad requeridas; Cabe recalcar que el RITE clasifica el aire por su IDA (InDoorAir) y mediante estos parámetros resolveremos el cálculo.

Para saber qué tipo de ventilador se va a utilizar y que características debe tener, primero se realiza el cálculo de caudal necesario de ventilación en las áreas donde se va a aplicar el estudio el cual esta medido por la siguiente expresión:

$$q_v = 100 * \frac{0,0042 * A_M}{C_{COA} - C_{COE}} * \left(\frac{1}{r_v}\right)$$

Donde:

Q_v - Caudal de ventilación - Unidad $\left(\frac{L}{per . s}\right)$

A_M - Actividad metabólica indivi. - (MET) “Unidad Medida del índice Metabólico”

C_{COA} - Concentración de CO_2 máxima admisible en el ambiente int, $C_{COE} + Co_2$ de IDA1 (%),

C_{COE} - Concentración de CO_2 en el ambiente exterior (estimada en 0,03%)

r_v - Eficacia de la ventilación, (-).

El valor en este caso de la tasa metabólica será de ($A_M = 1,2$ met) determinado por el lugar; En la siguiente tabla tomamos como referencia “oficina” por ser un lugar cerrado y por ser un área donde no existe actividad constante.

Tabla 3.1: Tasa de actividad metabólica individual

	Tasa metabólica	
	W/m ²	met
Sala de espera	58	1,0
Oficina	70	1,2
Sala de conferencias, auditorio	70	1,2
Cafetería, restaurante	70	1,2
Aula	70	1,2

Fuente: (ATECYR, 2012, p. 9)

Para el cálculo de concentración de Co2 máxima admisible en el ambiente interior, utilizamos la Tabla de concentración de Co2 (en % en volumen) por encima de la concentración en el aire exterior:

$$C_{COA} = C_{COE} + Co_2(\%) \text{ IDA1}$$

$$C_{COE} = 0,03 + Co_2(\%) \text{ IDA1}$$

$$C_{COA} = 0,03 + 0,035$$

$$C_{COA} = 0,065$$

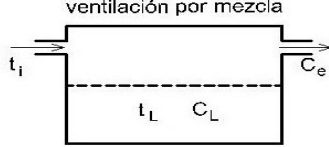
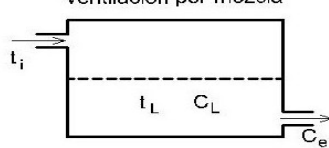
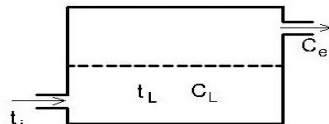
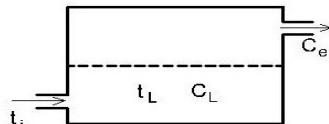
Tabla 3.2: Concentración de Co2 (en % en volumen) por encima de la concentración en el aire exterior

Calidad	CO ₂ (%)
IDA 1	0,035
IDA 2	0,05
IDA 3	0,08
IDA 4	0,12

Fuente: (RITE, 2010, p. 45)

Por sus características, en este caso vamos a emplear el modo de ventilación por mezcla (a), ya que, al tener una diferencia de temperatura dentro del área, nos convendría que este esté dentro de un rango de 2 a 5 grados Celsius, principalmente porque si empleamos otro tipo de rango de diferencia de temperatura entre el interior y el exterior, y este sea muy considerable, tendremos como resultado un costo mucho más elevado y eso se puede evitar. El valor que obtenemos de la eficacia por medio de la ventilación de mezcla es de 0,8.

Tabla 3.3: Valor de la eficacia de la ventilación mediante la diferencia de temperatura

Modo de ventilar	diferencia de temperatura entre el aire impulsado y el del local ($t_i - t_L$) °C	eficacia de la ventilación
a) ventilación por mezcla 	< 0 $0 \dots 2$ $2 \dots 5$ > 5	$0,9 \dots 1,0$ $0,9$ $0,8$ $0,4 \dots 0,7$
b) ventilación por mezcla  ventilación por desplazamiento 	> -5 $0 \dots -5$ > 0	$0,9$ $0,9 \dots 1,0$ $1,0$
c) ventilación por desplazamiento 	> 2 $0 \dots 2$ < 0	$0,2 \dots 0,7$ $0,7 \dots 0,9$ $1,2 \dots 1,4$

Fuente: (RITE, 2010, p. 46)

Tabla 3.4: Caudales máximos de L/s(persona) según categoría IDA

Categoría	usos a que se aplica	locales ocupados habitualmente L/s por persona		locales no ocupados habitualmente
		no fumadores	fumadores	L/(s.m ²)
IDA 1: aire de óptima calidad	hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.	20	—	no aplicable
IDA 2: aire de buena calidad	oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.	12,5	25	0,83
IDA 3: aire de calidad media	edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gim-nasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.	8	16	0,55

Fuente: (RITE, 2010, p. 46)

Tendríamos entonces como resultado los siguientes valores para aplicarlos en la fórmula de cálculo de caudal necesario:

$$A_M = 1,2 \text{ met}$$

$$r_V = 0,8$$

$$C_{COE} = 0,03$$

$$C_{COA} = C_{COE} + CO_2(\%) \text{ IDA1}$$

$$C_{COA} = 0,03 + 0,035 = 0,065$$

3.2.1 Cálculos en la zona 9 cámara de cadáveres

3.2.1.1 Cálculo de caudal a distribuir por persona:

Cálculo del caudal máximo por persona:

$$Q_{persona} = L/s_{MAX}(persona) * (\#de personas)$$

$$Q_{persona} = 20l/s * (10personas)$$

El caudal máximo sería:

$$20l/s * (10personas) = 200l/s = (720m^3/h)$$

Así, pasamos al cálculo de caudal necesario de ventilación el cual esta medido por la siguiente expresión:

Calculo de caudal necesario por persona:

$$q_v = 100 * \frac{0,0042 * 1,2}{0,065 - 0,03} * \left(\frac{1}{0,8}\right)$$

$$q_v = 100 * \frac{0,00504}{0,035} * (1,25)$$

$$q_v = 100 * 0,144 * (1,25)$$

$$q_v = 18 \text{ L/s (persona)}$$

3.2.1.2 Caudal necesario a distribuir para la cantidad de personas en la zona (9) cámara de cadáveres

$$Q_{necesaria} = 18 * (\#de personas)$$

$$Q_{necesaria} = 18 * (10)$$

$$Q_{necesaria} = 180 \text{ L/s}$$

Al momento de transformar de (L/s) a (m³/h) tendríamos como resultado:

$$Q_{necesaria} = 648 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tendríamos como resultado que:

Caudal necesario:

$$(18 \text{ L/s} * 10 \text{ personas}) = 180 \text{ L/s} = 648 \text{ m}^3/\text{h} = 381.398401 \text{ CFM}$$

3.2.1.3 Cálculo de la selección de conducto

Para dimensionar los tramos de la red, se recurre al empleo del criterio de la velocidad. Conocidos los caudales que han de circular por los distintos tramos de la red, bastará fijar las velocidades en los mismos para deducir automáticamente los diámetros.

Tabla 3.5: Velocidad máxima en m/s en diferentes condiciones

Casos que pueden presentarse	v_{max} (m/s)
locales con exigencias acústicas muy altas (auditorios, salas de conferencias...)	3
locales con alta exigencia acústica o redes con pequeños caudales	3 ... 7
locales con baja exigencia acústica o redes con grandes caudales	7 ... 12
conducciones que discurren alejadas de locales habitados y con caudales muy grandes	>12

Fuente: (RITE, 2010, p. 61)

3.2.1.4 Determinación de diámetro del conducto

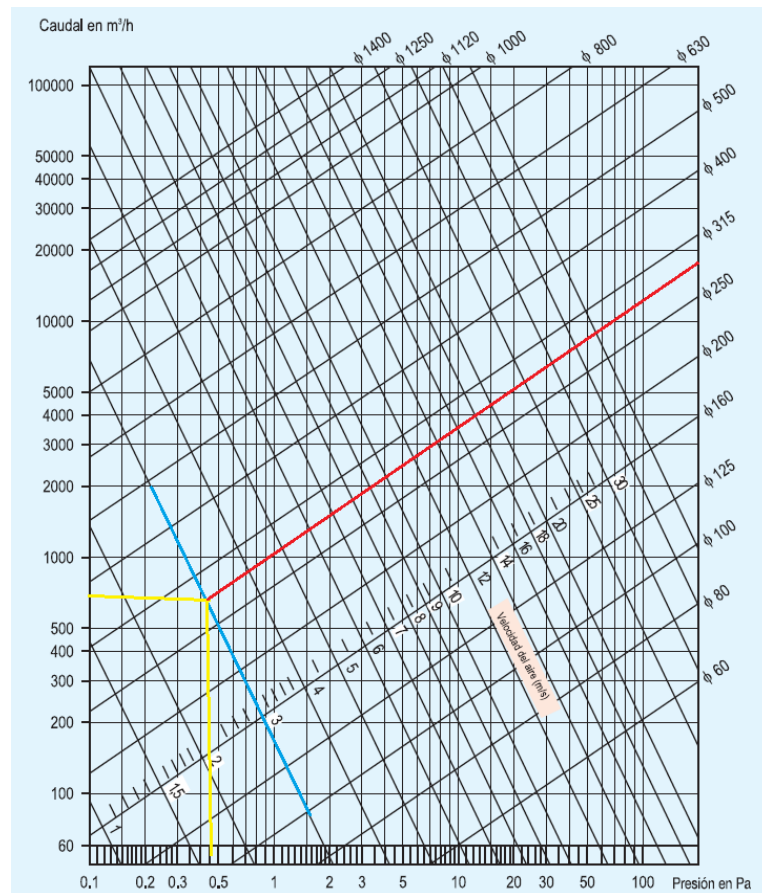
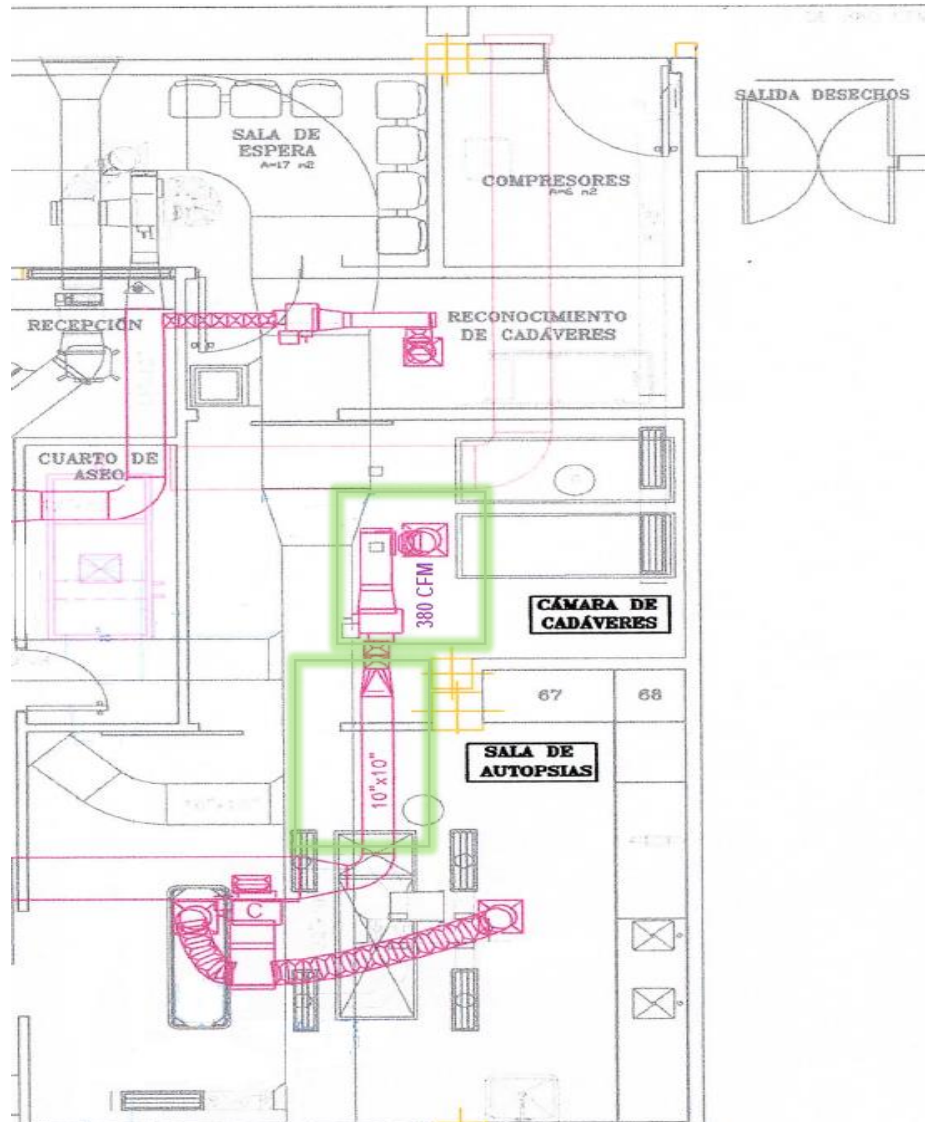


Tabla 3.6: Tabla para determinar el diámetro del conducto
Fuente: (RITE, 2010, p. 78)

La velocidad recomendada seleccionada es de 3m/s, el caudal determinado es de 648m³/h. Interceptando en el gráfico, determinamos el diámetro del conducto que es de un diámetro de 255mm.

Al ser las dimensiones de alrededor de 255 mm x 255 mm nos da como resultado 10.0394” (aproximadamente 10” x 10”).

3.2.1.5 Demostración del cálculo de distribución de caudal en CFM y cálculo del conducto en la zona (9):



Anexo 3.1: Calculo de caudal necesario (CFM) & conducto en la zona 9 cámara de cadáveres

3.2.2 Cálculos en la zona 8 sala de autopsia

3.2.2.1 Cálculo de caudal a distribuir por persona:

Cálculo del caudal máximo por persona:

$$Q_{persona} = L/s_{MAX(persona)} * (\#de personas)$$

$$Q_{persona} = 20l/s * (5personas)$$

El caudal máximo sería:

$$20l/s * (5personas) = 100l/s = (360m^3/h)$$

Así, pasamos al cálculo de caudal necesario de ventilación por la expresión ya utilizada anteriormente:

Caudal necesario por persona:

$$q_v = 100 * \frac{0,0042 * 1,2}{0,065 - 0,03} * \left(\frac{1}{0,8}\right)$$

$$q_v = 100 * \frac{0,00504}{0,035} * (1,25)$$

$$q_v = 100 * 0,144 * (1,25)$$

$$q_v = 18 \text{ L/s (persona)}$$

3.2.2.2 Caudal necesario a distribuir para la cantidad de personas en la zona (8) cámara de cadáveres

$$Q_{necesaria} = 18 * (\#de personas)$$

$$Q_{necesaria} = 18 * (5)$$

$$Q_{necesaria} = 90 \text{ L/s}$$

Al momento de transformar de (L/s) a (m³/h) tendríamos como resultado:

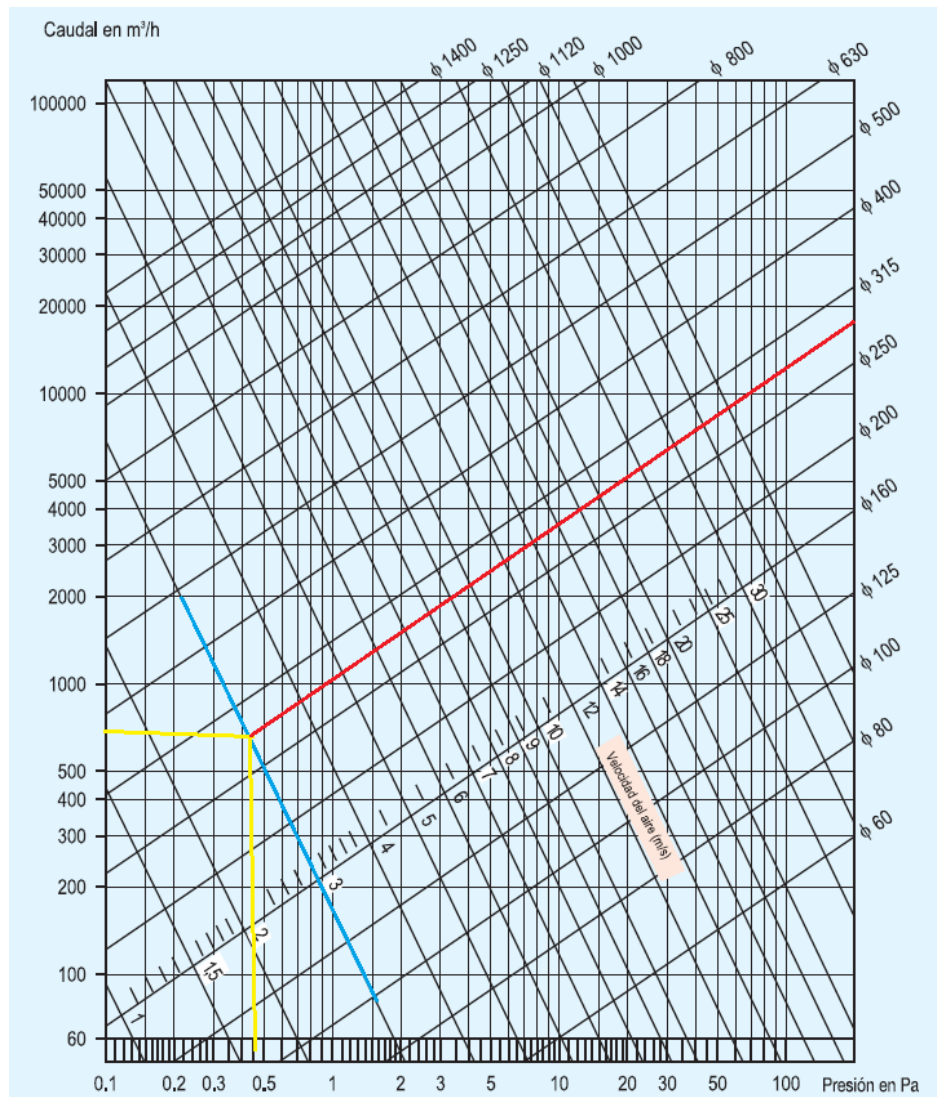
$$Q_{necesaria} = 324 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tendríamos como resultado que:

Caudal necesario:

$$(18 \text{ L/s} * 5personas) = 90 \text{ L/s} = 324 \text{ m}^3/\text{h} = 190.6992 \text{ CFM}$$

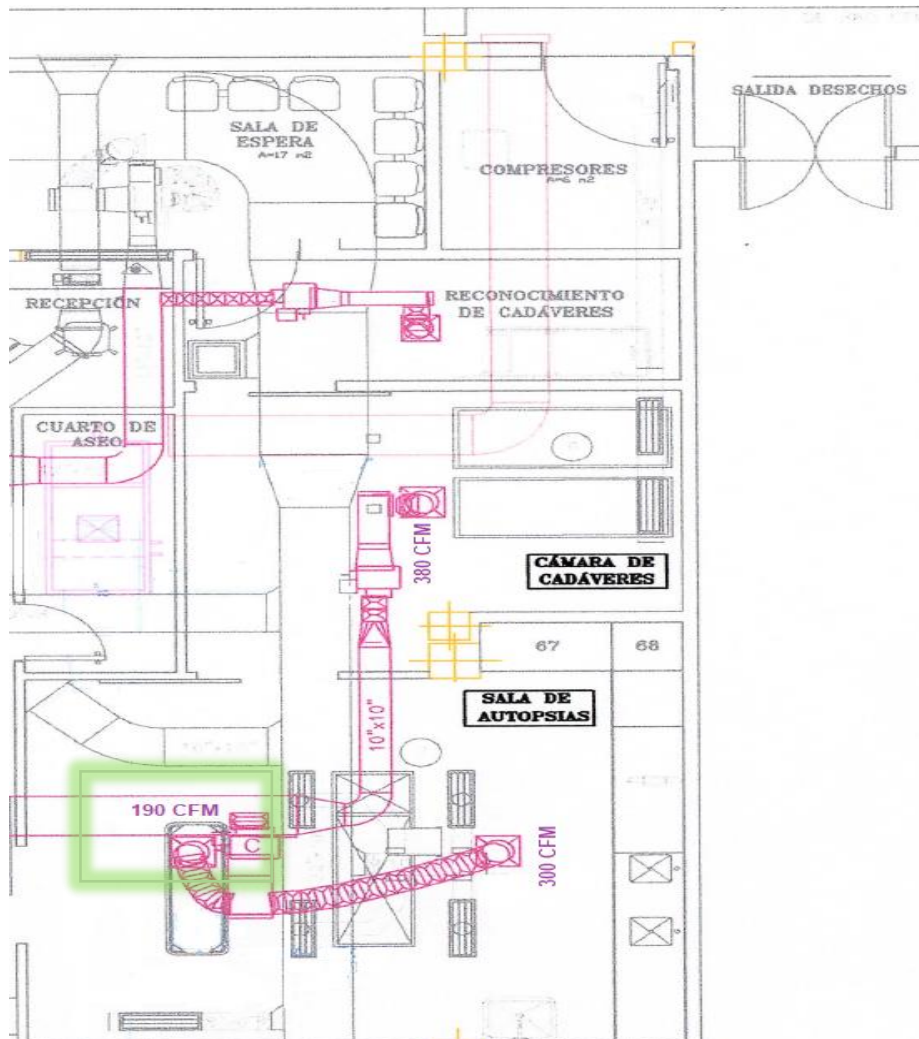
3.2.2.3 Determinación de diámetro del conducto en la zona (8)



Para determinar el valor del diámetro del conducto de la zona 8, volvemos a aplicar la velocidad de (3m/s) utiliza anteriormente, esta vez tenemos un caudal determinado de 324m³/h. Interceptando en el gráfico, determinamos el diámetro del conducto que es de un diámetro de 200mm.

Al ser las dimensiones de alrededor de 200 mm x 200 mm nos da como resultado 7.87402” (aproximadamente 8” x 8”).

3.2.2.4 Demostración del cálculo de distribución de caudal en CFM y cálculo del conducto en la zona (8):



Anexo 3.2: Calculo de caudal necesario (CFM) & conducto en la zona 8 de la sala de autopsia

3.2.3 Cálculos en la zona 7 sala de autopsia

3.2.3.1 Cálculo de caudal a distribuir por persona:

Cálculo del caudal máximo por persona:

$$Q_{persona} = L/s_{MAX(persona)} * (\#de personas)$$

$$Q_{persona} = 20l/s * (8personas)$$

El caudal máximo sería:

$$20l/s * (8personas) = 160l/s = (576m^3/h)$$

Así, pasamos al cálculo de caudal necesario de ventilación por la expresión ya utilizada anteriormente:

Caudal necesario por persona:

$$q_v = 100 * \frac{0,0042 * 1,2}{0,065 - 0,03} * \left(\frac{1}{0,8}\right)$$

$$q_v = 100 * \frac{0,00504}{0,035} * (1,25)$$

$$q_v = 100 * 0,144 * (1,25)$$

$$q_v = 18 \text{ L/s (persona)}$$

3.2.3.2 Caudal necesario a distribuir para la cantidad de personas en la zona (7) cámara de cadáveres

$$Q_{necesaria} = 18 * (\#de personas)$$

$$Q_{necesaria} = 18 * (8)$$

$$Q_{necesaria} = 144 \text{ L/s}$$

Al momento de transformar de (L/s) a (m³/h) tendríamos como resultado:

$$Q_{necesaria} = 518,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

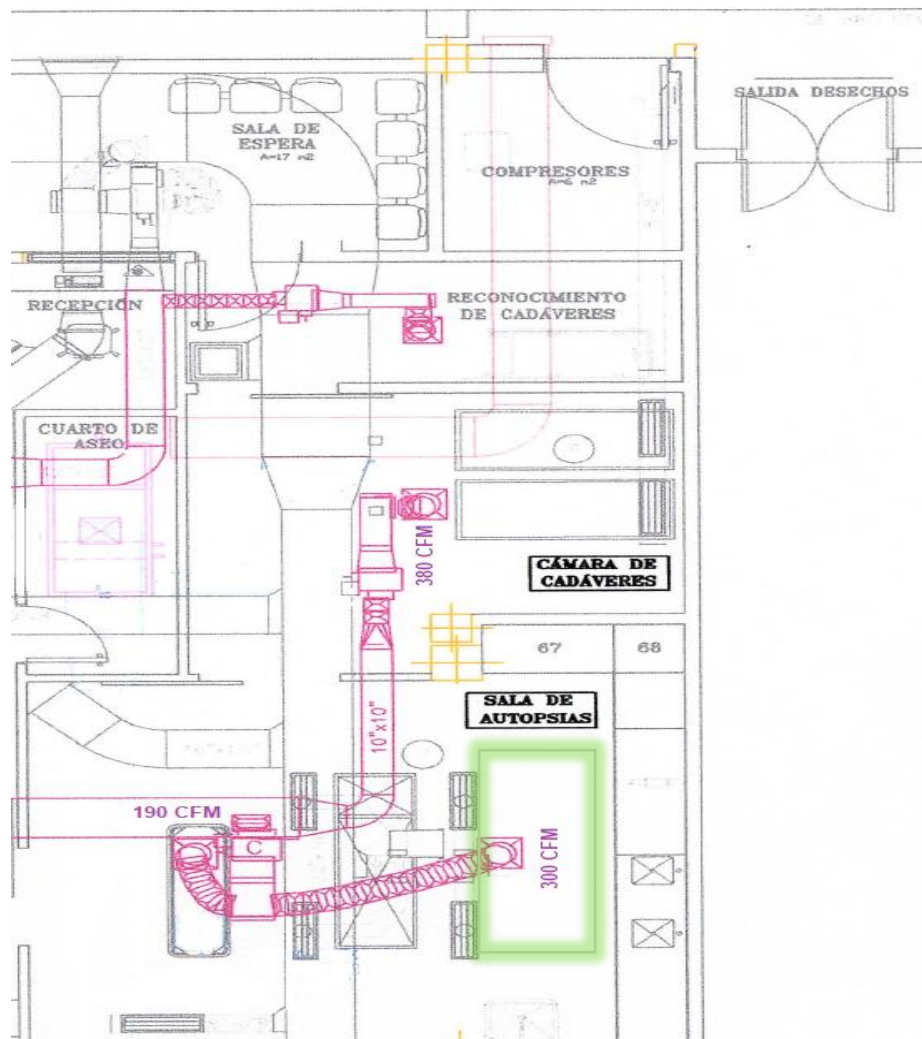
Tendríamos como resultado que:

Caudal necesario:

$$(18 \text{ L/s} * 8personas) = 144 \text{ L/s} = 518,4 \text{ m}^3/\text{h} = 305,11872 \text{ CFM}$$

3.2.3.3 Demostración del cálculo de distribución de caudal en CFM en la zona

(7):



Anexo 3.3: Calculo de caudal necesario (CFM) en la zona 9 sala de autopsia

3.2.4 Selección de ventilador para el sistema de ventilación

El sistema de Unidad manejadora de aire(UMA) distribuye 1280 CFM a toda la unidad de la morgue de los cuales 875 CFM están destinados a la sala de autopsia(495CFM) y a la cámara de cadáveres (380CFM) trabaja con un motor de 1HP 220v/3ø/60Hz

Características del ventilador CBXR-18/18:

- Ventilador centrífugo de doble aspiración a transmisión, con estructura reforzada y rodamientos de puente rígido soportados sobre la estructura

- Tamaño de la turbina de 12”
- Envolvente en chapa de acero galvanizado
- Turbina con álabes hacia delante, en chapa de acero galvanizado
- Motor eficiencia IE-2
- Eje libre con rodamientos a bolas de engrase permanente en ambos lados
- Temperatura máxima del aire a transportar: -20°C. + 110°C.
- Acabado anticorrosivo en chapa de acero galvanizado.



Figura 3.1: Ventilador tipo CBXR

Fuente: (Soler&Palau, 2017, p. 55)

3.2.5 Cálculos de sistema de extracción en la zona (9) cámara de cadáveres:

El cálculo de caudal necesario de extracción se lo puede determinar mediante la siguiente expresión:

$$q_v = 100 * \frac{0,0042 * A_M}{C_{COA} - C_{COE}} * \left(\frac{1}{r_v}\right)$$

Donde:

Q_v - Caudal de ventilación - Unidad $\left(\frac{L}{per . s}\right)$

A_M - Actividad metabólica indivi. - (MET) “Unidad Medida del índice Metabólico”

C_{COA} - Concentración de CO_2 máxima admisible en el ambiente int, $C_{COE} + CO_2$ de IDA1 (%),

C_{COE} - Concentración de CO_2 en el ambiente exterior (estimada en 0,03%)

r_V - Eficacia de la ventilación, (-).

Volvemos a la utilización de las tablas aplicadas al sistema de ventilación que se determinó anteriormente, así de esa manera tendríamos entonces como resultado los siguientes valores:

$$A_M = 1,2 \text{ met}$$

$$r_V = 0,8$$

$$C_{COE} = 0,03$$

$$C_{COA} = C_{COE} + CO_2(\%) \text{ IDA1}$$

$$C_{COA} = 0,03 + 0,035 = 0,065$$

Remplazando valores en la ecuación tenemos:

$$q_v = 100 * \frac{0,0042 * 1,2}{0,065 - 0,03} * \left(\frac{1}{0,8}\right)$$

$$q_v = 100 * \frac{0,00504}{0,035} * (1,25)$$

$$q_v = 100 * 0,144 * (1,25)$$

$$q_v = 18 \text{ L/s (persona)}$$

Remplazando dichos valores se obtiene el resultado de caudal de extracción de 18 l/s por cada persona o cuerpo que se encuentre en el área, con este valor actual podemos sacar el resultado real de extracción necesaria haciendo la multiplicación con el número de personas que en este caso son 10, involucrando a cadáveres, personal especial de limpieza y personal encargado del departamento.

3.2.6 Cálculos en la zona (9) cámara de cadáveres:

$$Q_{necesario} = 18 * (\#de\ personas)$$

$$Q_{necesario} = 18 * (10)$$

$$Q_{necesario} = 180\ L/s$$

Al momento de transformar de (L/s) a (m³/h) tendríamos como resultado:

$$Q_{necesario} = 648\ m^3/h$$

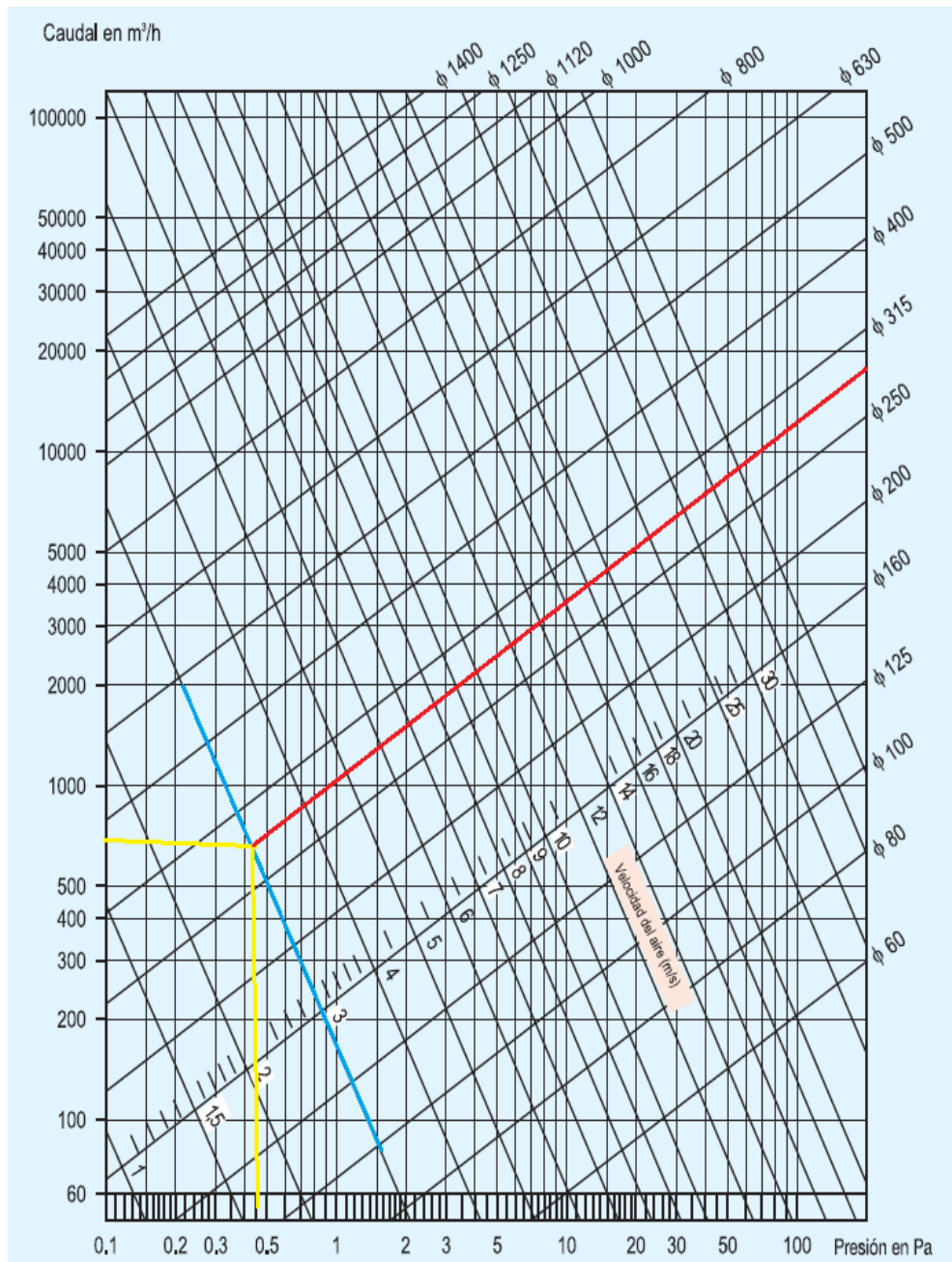
Tendríamos como resultado que:

Caudal de extracción necesario:

$$(18\ L/s * 10\ personas) = 180\ L/s = 648\ m^3/h = 381.398401\ CFM$$

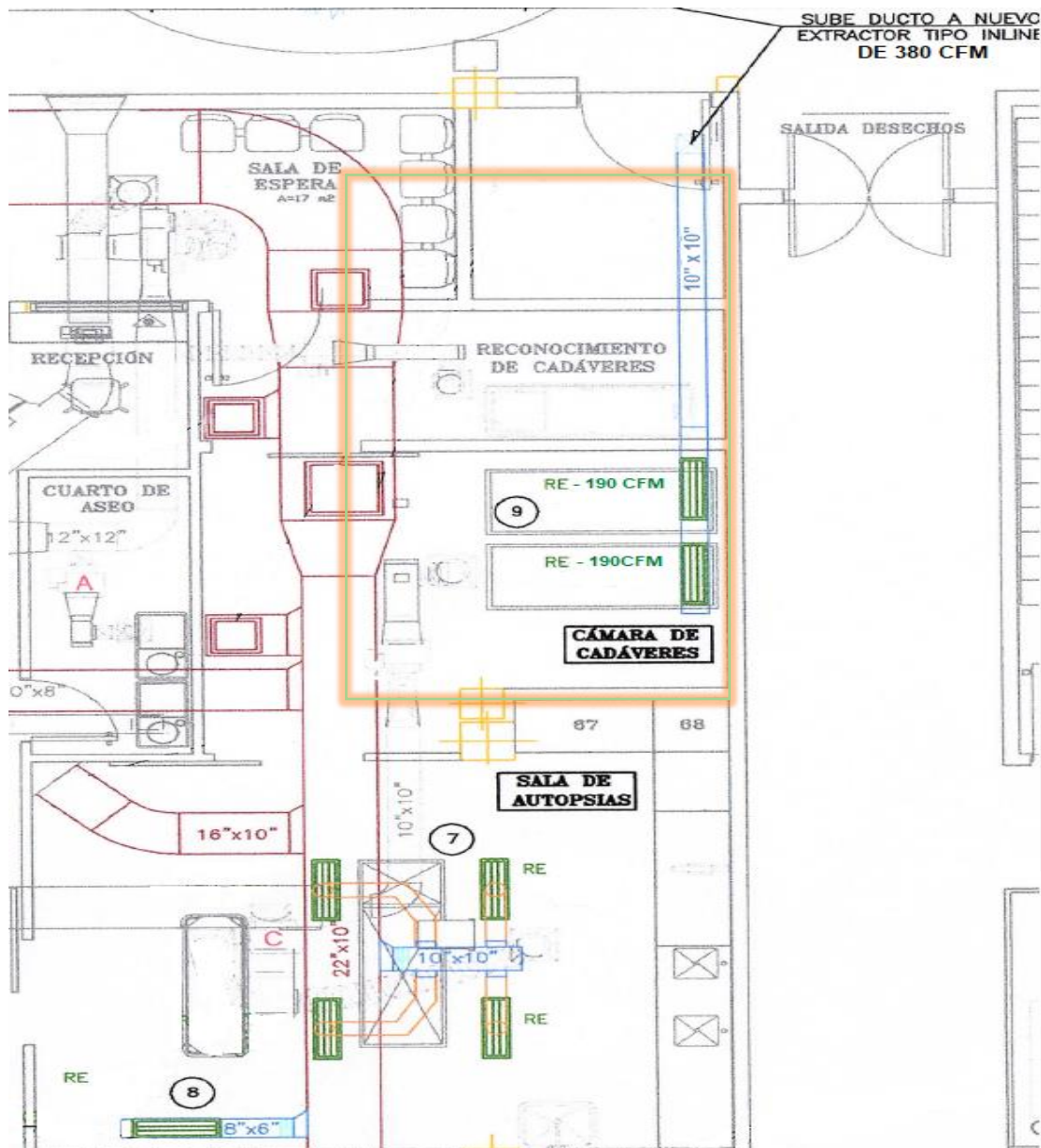
3.2.6.1 Determinación de diámetro del conducto

La velocidad recomendada seleccionada es de 3m/s, el caudal determinado es de 648m³/h, interceptando en el gráfico, determinamos el diámetro del conducto que es de un diámetro de 255mm.



Como podemos apreciar las dimensiones son alrededor de 255 mm x 255 mm dando un resultado de 10.0394'' (aproximadamente 10'' x 10'').

3.2.6.2 Demostración del cálculo de extracción de caudal en CFM y cálculo del conducto en la zona (8):



El caudal de 10''x 10'' se dirige hacia un ducto nuevo independiente, que ha sido diseñado para la extracción de caudal de 380CFM de esa área como tal, siendo un **EXTRACTOR TIPO INLINE DE 380CFM** adecuado para la situación.

Cabe mencionar que este sistema de extracción independiente cuenta con dos rejillas de extracción, lo cual obliga a tener una distribución de 190CFM por cada conducto y ambos van a extraer aire viciado del lugar, logrando así mayor eficiencia.

3.2.7 Cálculos en la zona (8) sala de autopsia

$$Q_{necesario} = 18 * (\#de\ personas)$$

$$Q_{necesario} = 18 * (5)$$

$$Q_{necesario} = 90\ L/s$$

Al momento de transformar de (L/s) a (m³/h) tendríamos como resultado:

$$Q_{necesario} = 324\ m^3/h$$

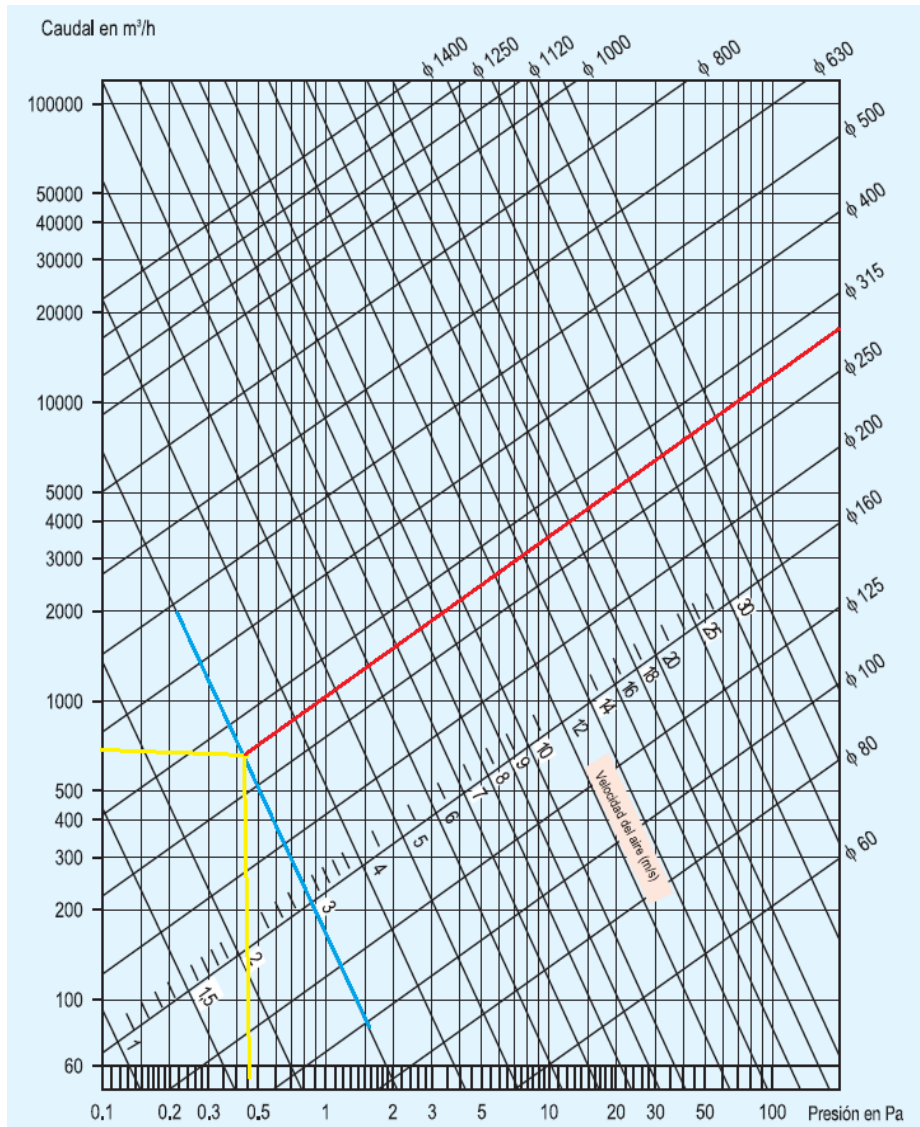
Tendríamos como resultado que:

Caudal de extracción necesario:

$$(18\ L/s * 10\ personas) = 90\ L/s = 324\ m^3/h = 190.6992\ CFM$$

3.2.7.1 Determinación de diámetro del conducto

La velocidad recomendada seleccionada es de 3m/s, el caudal determinado es de 324m³/h, interceptando en el gráfico, determinamos el diámetro del conducto que es de un diámetro de 255mm.



Como podemos apreciar las dimensiones son alrededor de 200 mm x 200 mm dando un resultado de 7.87402” (aproximadamente 8” x 8”).

3.2.8 Cálculos en la zona (7) sala de autopsia

$$Q_{necesario} = 18 * (\#de\ personas)$$

$$Q_{necesario} = 18 * (8)$$

$$Q_{necesario} = 144\ L/s$$

Al momento de transformar de (L/s) a (m³/h) tendríamos como resultado:

$$Q_{necesario} = 518.4\ m^3/h$$

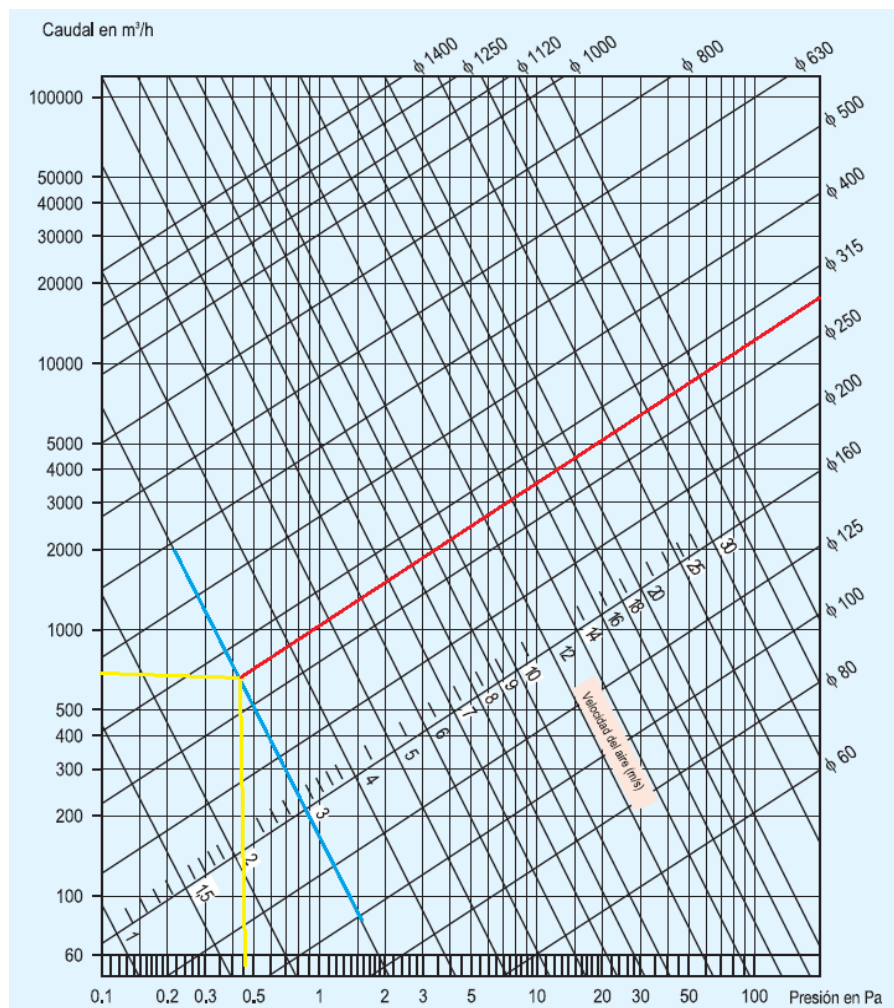
Tendríamos como resultado que:

Caudal de extracción necesario:

$$(18L/s * 7\text{ personas}) = 144L/s = 518.4 \text{ m}^3/\text{h} = 305.11872 \text{ CFM}$$

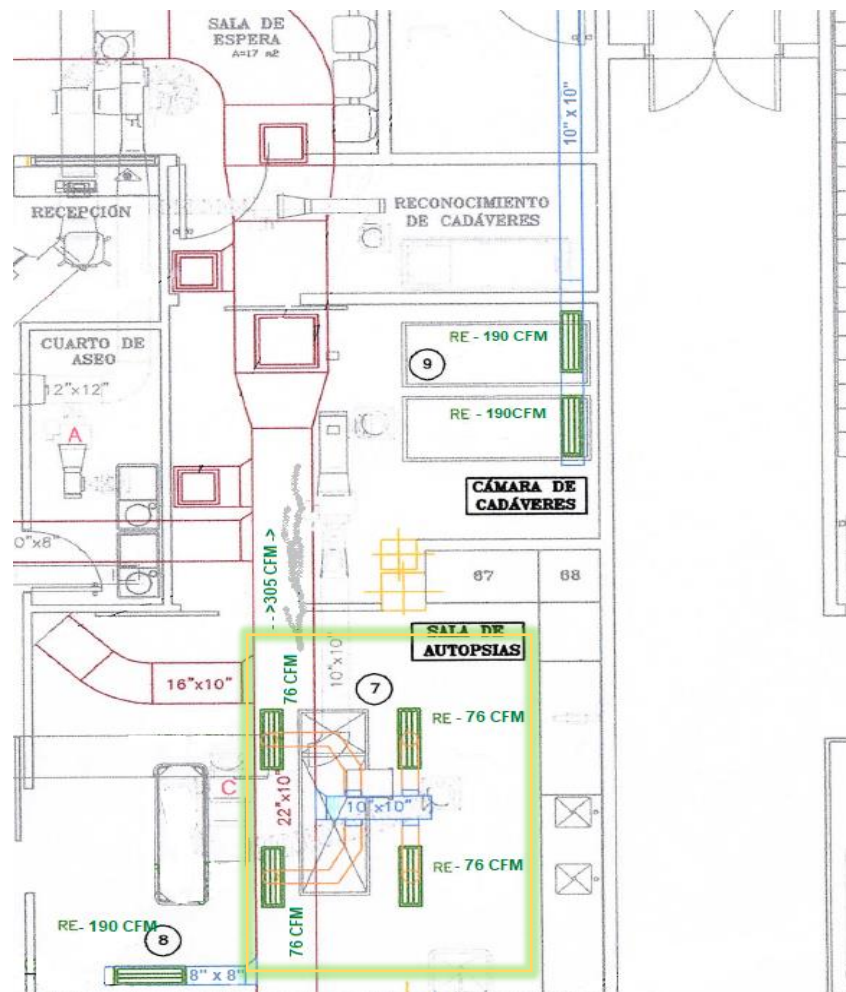
3.2.8.1 Determinación de diámetro del conducto

La velocidad recomendada seleccionada es de 3m/s, el caudal determinado es de 518.4m³/h, interceptando en el gráfico, determinamos el diámetro del conducto que es de un diámetro de 255mm.



Como podemos apreciar las dimensiones son alrededor de 255 mm x 255 mm dando un resultado de 10.0394” (aproximadamente 10” x 10”).

3.2.8.2 Demostración del cálculo de extracción de caudal en CFM y cálculo del conducto en la zona (7):



Cabe mencionar que para una eficiencia del sistema diseñado se planteó 4 rejillas de extracción, lo cual obliga a tener una distribución de 76CFM por cada conducto y ambos van a extraer aire viciado del lugar.

Como resultado, cabe mencionar que se obtuvo los datos siguientes por medio del Hospital para la selección del ventilador a ubicar en el sistema de ventilación:

3.2.9 Cálculo total para el sistema de extracción de aire

UMA (Unidad manejadora de aire) es donde se va a encontrar el ducto que se dirige hacia el **Extractor Tipo Hongo de 3000 CFM** que se seleccionó a partir de los cálculos presentados a continuación

El cual del área que se está realizando el estudio solo va a extraer 495CFM y se ajusta a los parámetros, el resto de extracción de aire deriva de otros departamentos, a continuación, sus características y aplicaciones:

Se puede aplicar en ventilación comercial, bodegas, escuelas, hospitales, talleres mecánicos, cuartos de máquinas, etc.



Figura 3.2: Extractor tipo hongo de 300CFM

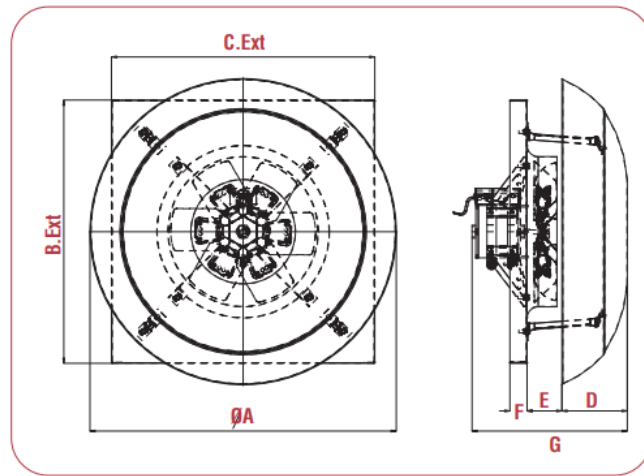
Fuente: (Soler&Palau, 2017, p. 60)

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

Modelo	Velocidad RPM	Potencia HP	Tensión Volts	Intensidad A	Caudal a descarga libre m ³ /hr / CFM	Presión sonora dB(A)*	Peso aprox. Kg
HAB/4-400/H	1625	1/4	127	2.4	4,640/ 2,731	69	23
HAT/4-400/H	1725	1/4	220	2.0	4,640/ 2,731	69	23
HAB/6-500/H	1150	1/4	127	3.6	5,940/ 3,496	75	27
HAB/4-500/H	1625	1/2	127	4.4	8,865/5,218	76	27
HAT/4-500/H	1650	1/2	220 / 440	2.0/1.0	8,865/5,218	76	27
HAT/6-630/H	1130	3/4	208-230/460	3.2/1.6	11,750/6,916	74	43
HAT/4-630/H	1765	1	208-230/460	3.0/1.5	12,315/7,248	79	43

DIMENSIONES EN mm:

A	820
B	705
C	705
D	175
E	93
F	46
G	416



3.2.10 Resultado final y comparación entre el sistema de ventilación y el sistema de extracción

El sistema de ventilación cuenta con un motor de 1hp que distribuye 1280 CFM a toda la unidad de la morgue, pero solo llegan 875CFM a las áreas estudiadas, de igual manera el sistema de extracción absorbe 875CFM aunque este cuenta con un Extractor de 3000CFM, lo que se deduce es que de pronto en otra área de la morgue va a existir presión negativa o presión positiva, pero en las áreas estudiadas, se mantiene una presión neutral.

4 CAPÍTULO: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones:

Se concluye que con los datos que se obtuvieron por el lado de ventilación y por el lado de extracción no hay diferencia de caudales, ya que la cantidad que se distribuye en la sala de autopsia y en la cámara de cadáveres, es la misma que se va pretende extraer, por lo tanto, es una presión neutral, basándonos en conceptos establecidos de ventilación y extracción.

La conclusión de este proyecto de tesis es poder brindar un diseño de sistema de ventilación y extracción de aire en el área de la sala de autopsia y cámara de cadáveres en el Hospital del Niño Dr. Francisco de Icaza Bustamante, el cual sea eficiente y permita laborar con tranquilidad a los trabajadores de esta entidad.

Poder brindar la importancia de tener un sistema de ventilación y extracción es preciso para el hospital, cumpliendo los estándares determinados por el mundo hoy en día, pudiendo lograr así un hospital fuera de peligro por parte del usuario y del empleado.

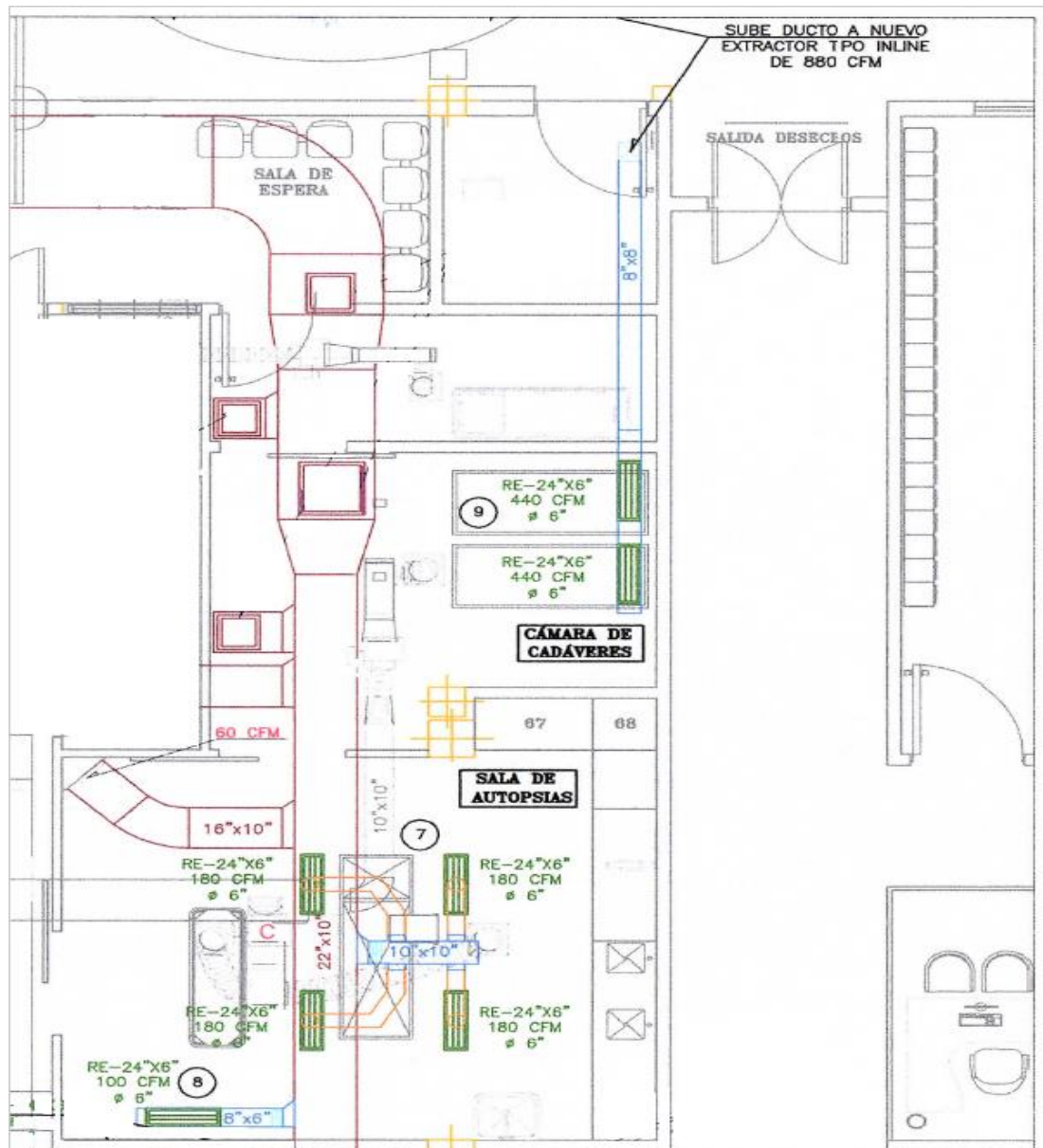
Fomentar la ayuda de este tipo de diseño de sistema de ventilación y extracción de aire, mejora los niveles de eficiencia del hospital que brinda su servicio a la comunidad y a sus usuarios que son los beneficiados.

4.2 Recomendaciones:

Se recomienda una buena ejecución de cálculos para su respectivo diseño, llevar registros de funcionamientos y mantenimientos para su eficacia, aparte de tener un gran cuidado con cada equipo.

Se recomienda tener dominio de las rutas e instalaciones para posicionar equipos y un personal capacitado ante este tipo de situación para poder llevar acabo cualquier tipo de ejecución, logrando un buen trabajo y sin poner en riesgo la vida de cualquier persona que intervenga en este.

ANEXOS



Anexo4.1: Plano de la cámara de cadáveres y sala de autopsia



Anexo4.2: Cámara de cadáveres del Hospital del niño Dr. Francisco de Icaza Bustamante



Anexo4.3: Cámara de cadáveres del Hospital del niño Dr. Francisco de Icaza Bustamante

BIBLIOGRAFIA

- Allande. (2008). GESTION DEL RUIDO. Recuperado a partir de <http://www.gestiondelruido.com/elruido.html>
- Álvarez Llanea, F. J. (2009). *Formación superior en prevención de riesgos laborales. Parte obligatoria y común*. Lex Nova.
- Anónimo. (2000, noviembre 12). Ventiladores Axiales Clasificados en Funcion de su uso. Recuperado a partir de <http://www.unet.edu.ve/~maqflu/doc/LAB-1-142.htm>
- Arkiplus. (2016, junio 6). Ductos para ventilación. Recuperado a partir de <http://www.arkiplus.com/ductos-para-ventilacion>
- ATECYR. (2012). *Eficiencias y ahorro energetico*. Recuperado a partir de http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_17_Guia_tecnica_instalaciones_de_climatizacion_con Equipos_autonomos_5bd3407b.pdf
- Atkinson, J., Chartier, Y., Pessoa Silva, C., Jensen, P., Wing-Hong, S., & Yuguo, L. (2014, diciembre 19). Ventilación natural para el control de las infecciones en entornos de atención de la salud. Recuperado a partir de http://new.paho.org/hq/dmdocuments/2011/ventilacion_natural_spa_25mar11.pdf
- Bonilla, I. (2010). Ventilacion por inyección. Recuperado 31 de enero de 2018, a partir de http://abaco.com.co/ventilacion_mecanica.html
- Danel, K., & Murelles, M. (2014, julio 10). Extractores de aire. Recuperado a partir de <https://www.0grados.com/extractores-de-aire/>
- Decreto Ejecutivo. (2010, febrero 21). (Decreto Ejecutivo 2393). Recuperado 26 de enero de 2018, a partir de <http://www.trabajo.gob.ec/wp->

content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de-Seguridad-y-Salud-de-los-Trabajadores-y-Mejoramiento-del-Medio-Ambiente-de-Trabajo-Decreto-Ejecutivo-2393.pdf

Etheridge, & Sandberg. (1996). Ventilacion Natural. Recuperado 15 de febrero de 2018, a partir de http://www1.paho.org/hq/dmdocuments/2011/ventilacion_natual_spa_25mar11.pdf

Flores, C. (2016, septiembre 2). Ingeniería Mecánica Ventiladores. Recuperado 30 de enero de 2018, a partir de <http://todoinfodeingenieriamecanicaymas.blogspot.com/2016/09/ventiladores-clasificacion-y-tipos.html>

Griffin Sosa, M. E. (1999). *Ventilación Natural Efectiva y Cuantificable: confort térmico en climas cálidos & húmedos*. CDCH UCV.

Gustafon, Bloch, Hutton, & Calder. (2014). *Ventilacion Natural*. Recuperado a partir de http://www1.paho.org/hq/dmdocuments/2011/ventilacion_natual_spa_25mar11.pdf

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México, D.F.: McGraw-Hill Education.

Induvac. (2005). Centrifugal Ventilatoren [Ventiladores Centrífugos]. Recuperado a partir de <http://www.fluidsprocessing.nl/NL/newsitem938.html>

Inerco. (2012, noviembre 27). Ruido en equipos de ventilación. Recuperado a partir de <http://www.inercoacustica.com/acustipedia/item/425-ruido-en-equipos-de-ventilaci%C3%B3n>

- Lahidalga Serna, J. (2013). Ventiladores Centrifugos - ACTA. Recuperado 25 de enero de 2018, a partir de http://www.acta.es/medios/articulos/ciencias_y_tecnologia/059095.pdf
- Lozano Menéndez, F. (2014, marzo 9). Condiciones de Camara de Cadaveres. Recuperado 29 de enero de 2018, a partir de http://www.medicinalegal.edu.uy/bibliografia/archivos/cond_acond_morgue.pdf
- Luftmaxi. (2010). Ventilador Axial. Recuperado 31 de enero de 2018, a partir de <https://www.luftmaxi.com.br/ventilador-axial-quadrado.html>
- Maricela, A. (2007, diciembre 3). ARTE Y ARQUITECTURA: Ventilación Natural.
- Marrahí, J. A. (2015, noviembre 21). Cámara de Cadáveres. Recuperado a partir de <https://www.elfunerariodigital.com/2015/11/21/en-valencia-hay-22-cadaveres-que-aun-no-tienen-nicho-el-mas-antiguo-lleva-un-ano-en-la-camara/>
- Meneses Mendoza, E. I. (2008, noviembre). Sistema de Ventilación. Recuperado 31 de enero de 2018, a partir de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1925_IN.pdf
- Orellana, A. S., Muñoz, J. A. G., Sánchez, J. M. S., Serrano, T. G., & Garcia, E. S. (2008). Seguridad y salud laboral en autopsias. *Revista Electrónica de Autopsia*, 6(1), 32-41.
- RITE. (2010). Normas RITE. Recuperado a partir de <http://www.aq.upm.es/Departamentos/Fisica/UD-instalaciones/Doc02.pdf>
- Rojas, F. de P. (1868). *Calentamiento y ventilación de edificios*. la Viuda de Aguado é Hijo.
- Ruiz Ruiz, L., & García Sanz, P. (2008). Calidad del Ambiente Interior.

- Seisamed. (2013, noviembre 12). Requerimientos de la ventilacion. Recuperado 22 de enero de 2018, a partir de <http://www.seisamed.com/cuales-son-los-requisitos-de-ventilacion-para-hospitales-saludables>
- Sodeca. (2014). Caudal y Presión del Ventilador.
- Soler. (2015). Manual de Ventilación.
- Torres, S. (2017). Estudio de Campo.
- Vargas Sanabria, M. (2014). Evolución histórica de las autopsias y situación actual en Costa Rica. *Medicina Legal de Costa Rica*, 31(2), 42-54.
- Yarke, E. (2005). *Ventilación natural de edificios: fundamentos y métodos de cálculo para aplicación de ingenieros y arquitectos*. Nobuko.

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Chara Toala, Feissar Javier** con C.C: # **1315398196** autor/a del trabajo de titulación: **Estudio de sistema de ventilación y extracción de aire para el área de la cámara de cadáveres y sala de autopsia de la morgue del Hospital del Niño Dr. Francisco Icaza Bustamante** previo a la obtención del título de **Ingeniería en Eléctrico Mecánico** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 9 de marzo del 2018

f. _____

Chara Toala, Feissar Javier

C.C: 1315398196

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Estudio de sistema de ventilación y extracción de aire para el área de la cámara de cadáveres y sala de autopsia de la morgue del Hospital del Niño Dr. Francisco Icaza Bustamante		
AUTOR(ES)	Chara Toala, Feissar Javier		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Echeverría Parra, Ricardo Xavier		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad Técnica para el desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería Eléctrico Mecánico		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero Eléctrico Mecánico con Mención en Gestión Empresarial Industrial		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	9 de Marzo del 2018	No. DE PÁGINAS:	100
ÁREAS TEMÁTICAS:	Sistemas de ventilación, sistemas de extracción.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Sistema de Ventilación, Sistema de Extracción, Cámara de Cadáveres, Sala de Autopsia		
RESUMEN/ABSTRACT	<p>Este trabajo de titulación se basa en el estudio de un sistema de ventilación y extracción de aire para el área de la cámara de cadáveres y sala de autopsia de la morgue del hospital del niño Dr. Francisco de Icaza Bustamante, esta entidad cuenta con su sistema de climatización en general, pero en las áreas mencionadas existe el problema de ausencia de extracción el cual se ve reflejado en molestias de los trabajadores y/o en los encargados de dichos departamentos. Para el desarrollo de este trabajo de titulación se va a aplicar una metodología de carácter descriptivo, documental y bibliográfico, lo cual no permitirá determinar de una manera técnica y precisa tanto el cálculo como la selección del equipo, utilizando la norma IDA1 basada en ventilación; Calculando los conductos por donde se va a extraer el aire viciado de los departamentos y el caudal en CFM, para así poder establecer el tipo de extractor que se va a utilizar y las características que presenta el equipo para este estudio</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-0978873764	E-mail: feissar1993@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Philco Asqui, Luis Orlando		
	Teléfono: +593-9-80960875		
	E-mail: luis.philco@cu.ucsg.edu.ec		

SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA

Nº. DE REGISTRO (en base a datos):	
Nº. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	