



Diseño de un sistema de aire acondicionado
para el bloque A de la Universidad Antonio
Nariño – sede Buga, con base en la norma
ANSI/ASHRAE 62.1

EDWIN ARLEY DELGADO MURILLO

Universidad Antonio Nariño
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica
Guadalajara de Buga, Colombia

2020

Diseño de un sistema de aire acondicionado para el bloque A de la Universidad Antonio Nariño – sede Buga, con base en la norma ANSI/ASHRAE 62.1

EDWIN ARLEY DELGADO MURILLO

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniero Electromecánico

Director (a):
Ing. Adriana López Vargas, MSc

Línea de Investigación:
Desarrollo tecnológico y eficiencia energética
Universidad Antonio Nariño
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica
Guadalajara de Buga, Colombia
2020

Agradecimientos

Agradezco a Dios por darme la fortaleza de poder llegar hasta el final de este ciclo de mi vida, ya que en muchos momentos intente rendirme y siempre me dio la fortaleza para continuar sin desfallecer.

A mis padres por estar siempre allí pese a los momentos difíciles, por forjarme en la clase de persona que soy hoy, por dedicar tanto tiempo en mi para que pudiera lograr cada uno de mis objetivos planteados y por siempre estar incondicionalmente.

A cada uno de mis hermanos porque siempre supieron apoyarme para que pudiera continuar con mis estudios, y aunque trate de desistir en algunas ocasiones superior ser ese apoyo fortalecedor para que siguiera adelante.

A mi esposa y mis dos hijos porque han sacrificado su tiempo para que yo pudiera cumplir con las metas académicas propuestas y estar dispuestos a regalarme de su tiempo para llevar a cabo mis actividades académicas.

A la MSc. Adriana López por ser ese apoyo incondicional en el desarrollo de todas las actividades a lo largo de cada uno de los semestres, por dedicarme de su tiempo y ser guía cuando requerí de su apoyo.

Resumen

Las actividades humanas se rigen por agentes externos, por ejemplo, una sensación térmica de confort es determinada en la mayoría de los casos por las actividades que se realizan y por lo cual es importante para la percepción de bienestar y rendimiento del desempeño de las personas. La finalidad de este trabajo de grado es llevar a cabo el diseño de un sistema de acondicionamiento de aire del bloque A en la universidad Antonio Nariño sede Buga, el cual se fundamentó bajo la norma ASHRAE, capítulo 62.1 "Ventilación para una Calidad Adecuada del Aire Interior". Se realizó la zonificación de cada área construida para el cálculo de la carga térmica, que abarca oficinas, aulas de clase, laboratorios, auditorio, sala de sistemas, etc., logrando tener un área 1830,8 m² total de cálculo para los cinco pisos considerados en este proyecto, con una carga de enfriamiento de 120.57 TR en la totalidad del sistema.

Tomando como principio las cargas térmicas calculadas, se hizo revisión de la carta psicrométrica en cada uno de los equipos para precisar la idoneidad requerida y establecer las dimensiones adecuadas de los ductos según los CFM (pies cúbicos por minuto) requeridos para cada área, optando por un sistema de condensación del refrigerante por agua.

En la última etapa de este proyecto se realizan los planos arquitectónicos con el trazado de los ductos de suministro y retorno, esto con el fin de determinar el trazado de la trayectoria óptima que permita la operación adecuada en las velocidades y decibeles y de esta forma garantizar la calidad del aire interior, como también la selección de equipos.

Palabras clave: Aire acondicionado, carga térmica, confort térmico, ASHRAE, calidad de aire interior.

Abstract

The human activities are governed by external agents, for example, a thermal sensation of comfort is determined in most cases by the activities that are carried out and therefore it is important for the perception of well-being and performance of people's performance. The purpose of this degree work is to carry out the design of an air conditioning system for block A at the Antonio Nariño University, Buga headquarters, which was based on the ASHRAE standard, chapter 62.1 "Ventilation for Adequate Air Quality Inside. The zoning of each built area was carried out to calculate the thermal load, which includes offices, classrooms, laboratories, auditorium, systems room, etc., achieving a total area of 1830.8 m² of calculation for the five floors considered in this project, with a cooling load of 120.57 TR in the entire system.

Taking the calculated thermal loads as a principle, a review of the psychometric chart was made in each of the equipment to specify the required suitability and establish the adequate dimensions of the ducts according to the CFM (cubic feet per minute) required for each area, opting for a water-cooled condensation system.

In the last stage of this project, the architectural plans are made with the layout of the supply and return ducts, this in order to determine the layout of the optimal trajectory that allows adequate operation at speeds and decibels and thus guarantee indoor air quality, as well as equipment selection

Keywords: Air conditioning, thermal load, thermal comfort, ASHRAE, indoor air quality.

Contenido

	Pág.
1. Generalidades	3
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Justificación	3
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo general	5
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
1.4 Alcance del proyecto.....	5
2. Marco Teórico	6
2.1 Necesidad de confort en las personas	6
2.2 Principios físicos de climatización	8
2.2.1 Ciclo de refrigeración por compresión de vapor	8
2.2.2 Compresión	9
2.2.3 Condensación.....	9
2.2.4 Expansión	10
2.2.5 Evaporación.....	10
2.3 Mecanismo de transferencia de calor.....	10
2.3.1 Conducción.....	10
2.3.2 Convección	11
2.3.3 Radiación.....	11
2.4 Carga de enfriamiento.....	11
2.4.1 Consideraciones de carga de enfriamiento	12
2.4.2 Cálculo de cargas térmicas	13
2.4.3 La Carta Psicrométrica.....	13
2.5 Diseño de sistemas de aire acondicionado	15
3. Características ambientales y dimensionales del edificio	18
3.1 Descripción de la instalación	18
3.1.1 Número de plantas usos de las distintas dependencias	20
3.1.2 Superficies y volúmenes por plantas	20
3.2 Condiciones interiores de cálculo	24
3.3 Condiciones exteriores de diseño.....	24
3.4 Características de los espacios a acondicionar	25
3.5 Cálculo de caudales de suministro y cargas térmicas utilizando el método de CLTD/CLF	26
3.5.1 Factores de generación de calor y carga térmica total.....	26
3.5.2 Carga Solar.....	27
3.5.3 Carga a través de barreras (Techos, paredes y pisos)	28
3.5.4 Barreras exteriores	28
3.5.5 Barreras interiores	32
3.5.6 Carga térmica debido a luces.....	32
3.5.7 Carga térmica debido a personas	34
3.5.8 Carga térmica debido infiltraciones de aire	36
3.5.9 Cargas por renovaciones y cambios de hora	36
3.5.10 Carga por electrodomésticos	38
3.5.11 Carga por equipos eléctricos (motores eléctricos)	39

3.6	Cálculo de cargas térmicas para el primer piso del bloque A.....	41
3.6.1	Cargas halladas para el primer piso	41
3.6.1.1	Carga solar vidrios oficinas	41
3.6.1.2	Carga térmica debido a luces.....	43
3.6.1.3	Carga térmica debido a personas	44
3.6.1.4	Cargas térmicas debido a infiltraciones de aire y renovaciones de aire exterior	44
3.6.1.5	Cargas térmicas debida a electrodomésticos y equipos de generación térmica	45
3.6.1.6	Cargas térmicas debido a motores eléctricos.....	46
3.6.1.7	Carga total calculada para la oficina 101 secretaria académica	46
3.6.2	Caudal de impulsión para las áreas acondicionadas	47
3.6.3	Caudales de retorno y flujos de masa	47
3.7	Cálculo de caudal de retorno y caudal de impulsión.....	47
3.7.1	Caudal de impulsión para la unidad manejadora de aire	49
3.7.2	Caudal de suministro.....	53
3.7.3	Caudal de aire de retorno.....	55
4.	Diseño y disposición del sistema de ductos	56
4.1.1	Niveles de ruido recomendados para ductos en las aplicaciones de acondicionamiento de aire	56
4.2	Selección y características de equipos.....	59
4.3	Materiales para ductos y accesorios seleccionados	64
4.4	Materiales para tubería de agua helada.....	66
4.5	Presupuesto	67
5.	Conclusiones y recomendaciones	70
5.1	Conclusiones.....	70
5.2	Recomendaciones	71
6.	Bibliografía	125

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1-1: Vista aérea Universidad Antonio Nariño sede Buga	4
Figura 2-1: Modelo grafico psicrométrico.....	7
Figura 2-2: Diagrama T-s.....	9
Figura 2-4: Carta Psicrométrica.....	14
Figura 3-1: Plano de ubicación de la zona.	18
Figura 3-2: Vista lateral de la edificación bloque A.....	19
Figura 3-3: Vista frontal de la edificación bloque A.....	19
Figura 4-1: Composición esquemática de unidad manejadora de aire	60
Figura 4-2: Detalle de instalación para ductos tipos TDF	64
Figura 4-3: Detalle de soportes para la instalación de ductos.....	65
Figura 4-4: Forma de intalacion y apariencia de recubrimiento para ductos.	66
Figura 4-5: Aislamiento para tubería de PVC	66

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 3-1: Superficie y volumen piso uno	20
Tabla 3-2: Superficie y volumen piso dos.....	21
Tabla 3-3: Superficie y volumen piso tres	22
Tabla 3-4: Superficie y volumen piso cuatro	23
Tabla 3-5: Superficie y volumen piso cinco	23
Tabla 3-6: Cargas térmicas que producen ganancia de calor	27
Tabla 3-7: Emisividad y absorbancia de materiales de construcción	29
Tabla 3-8: Materiales de construcción y su coeficiente de transferencia	30
Tabla 3-9: Coeficientes de Conductividad térmica	31
Tabla 3-10: Factor de carga por enfriamiento por luces (CLF)	33
Tabla 3-11: Ganancia de calor de personas ejecutando actividades cotidianas.....	34
Tabla 3-12: Valores de ganancia de calor de personas realizando actividades cotidianas específicas.	35
Tabla 3-13: Factor de enfriamiento por ocupante para calor sensible CLF.....	36
Tabla 3-14: Coeficiente según el tipo de construcción para cálculo de infiltraciones de aire	38
Tabla 3-15: Factor de carga de enfriamiento de equipos en funcion	39
Tabla 3-16: Potencia disipada en forma de calor en equipos de computo.....	39
Tabla 3-17: Ganancia de calor para motores eléctricos comunes.....	40
Tabla 3-18: Factor de ubicación del motor y la maquina	40
Tabla 3-19 : Cargas térmicas distribuidas en la oficina académica.....	46
Tabla 3-20: Disposición de equipos para cada uno de los recintos a climatizar	48
Tabla 3-21: Cantidad de aire exterior requerido en cada recinto.....	51
Tabla 3-22: Resumen de cargas latentes y sensibles para la manejadora de aire uno...	53
Tabla 3-23: Resumen de cargas latentes y sensibles para la manejadora de aire dos...	54
Tabla 4-1: Valores recomendados para intensidad sonora en distintos sitios	57
Tabla 4-2: Dimensión de ductos para suministro de aire refrigerado para la unidad manejadora de aire número 1.	58
Tabla 4-3: Dimensión de ductos para suministro de aire refrigerado para la unidad manejadora de aire número 2.	58
Tabla 4-4: Referencias de módulos para ensamble de unidades ventiladoras para manejadoras de aire marca TECAM.	62

Tabla 4-5: Modelos y referencias de módulos para ensamble para unidades manejadoras marca TECAM.	63
Tabla 4-6: Espesores de lámina galvanizada recomendados para la fabricación de ductos tipo rectangular.	64
Tabla 5-7: Presupuesto equipos marca TECAM.....	68
Tabla 3-24: Cargas térmicas aula de apoyo piso 1	73
Tabla 3-25: Cargas térmicas oficina coordinación psicología y bienestar académico	74
Tabla 3-26: Cargas térmicas aula 201A	74
Tabla 3-27: Cargas térmicas aula 202A	75
Tabla 3-28: Cargas térmicas aula 203A	75
Tabla 3-29: Cargas térmicas aula 204A	76
Tabla 3-30: Cargas térmicas aula 205A	76
Tabla 3-31: Cargas térmicas aula 206A	77
Tabla 3-32: Cargas térmicas aula 207A	77
Tabla 3-33: Cargas térmicas aula 208A	78
Tabla 3-34: Cargas térmicas aula 209A	78
Tabla 3-35: Cargas térmicas aula 301A	79
Tabla 3-36: Cargas térmicas aula 302A	79
Tabla 3-37: Cargas térmicas aula 303A	80
Tabla 3-38: Cargas térmicas aula 304A	80
Tabla 3-39: Cargas térmicas aula 305A	81
Tabla 3-40: Cargas térmicas laboratorio de química	81
Tabla 3-41: Cargas térmicas laboratorio de electromecánica.....	82
Tabla 3-42: Cargas térmicas oficina coordinador y docentes	82
Tabla 3-43: Cargas térmicas aula 401A	83
Tabla 3-44: Cargas térmicas aula 402A	83
Tabla 3-45: Cargas térmicas aula 403A	84
Tabla 3-46: Cargas térmicas aula 404A	84
Tabla 3-47: Cargas térmicas aula 405A laboratorio de física	85
Tabla 3-48: Cargas térmicas aula 406A	85
Tabla 3-49: Cargas térmicas aula 407A	86
Tabla 3-50: Cargas térmicas aula 408A	86
Tabla 3-51: Cargas térmicas aula 409A	87
Tabla 3-52: Cargas térmicas aula 501A	87
Tabla 3-53: Cargas térmicas aula 502A	88
Tabla 3-54: Cargas térmicas cámara gessel.....	88
Tabla 3-55: Cargas térmicas aula 504A auditorio	89
Tabla 3-56: Cargas térmicas oficina monitor	89
Tabla 3-57: Cargas térmicas sala de sistemas	90

Lista de Símbolos y abreviaturas

A: área

Ag: área de ventana.

Aw: área de pared.

BH: temperatura de bulbo húmedo

BTU: unidad térmica británica.

BS: temperatura de bulbo seco

CFM: factor de carga de enfriamiento.

DTCE: diferencia de temperatura para carga de enfriamiento.

DTCEc: diferencia de temperatura para carga de enfriamiento corregido.

°F: grados Fahrenheit.

f: Factor de corrección.

Fc: factor para corregir cada ganancia de calor sensible en el recinto.

Fce: factor de carga de enfriamiento

FGSC: factor de ganancia de calor solar.

ΔT : Diferencia de temperatura

CLTD/CLF: Cooling load temperature difference calculation method

SC: Coeficiente de sombra para tipo de vidrio

SHGF: Factor de ganancia de calor por orientación de superficie

CLF: Factor de carga de enfriamiento con/sin sombra

CLF: Factor Lumínico de Carga de Enfriamiento

U: Coeficiente de diseño de transferencia de Calor

Qt: Calor Total

Qs: Calor Sensible

Ql: Calor Latente

Wlamp: Potencia de Lámparas

Fu: Factor de Uso lumínico

Fs: Factor de Permisibilidad

FI: Factor de Carga

T: Temperatura de Bulbo Seco

Th: Temperatura de Bulbo Húmedo

Tr: Temperatura de Rocío

Introducción

La refrigeración es un proceso por medio del cual se quita calor y se mantiene una temperatura inferior al medio circundante. Actualmente, la refrigeración cuenta con muchas aplicaciones, donde se destaca una de las más importantes como la conservación de alimentos. La gran mayoría de productos alimenticios que se exponen a temperatura ambiente suelen descomponerse, debido al crecimiento rápido de bacterias. La temperatura normal de operación para que no ocurra la descomposición de los alimentos oscila entre 4,4°C aproximadamente (Air-Conditioning and Refrigeration Institute, 1979); si los alimentos no se encuentran a esta temperatura de referencia, las bacterias tienden a crecer muy lentamente, mientras que si se mantiene una temperatura deseada de referencia se conservan más tiempo en buen estado. La refrigeración también es muy utilizada en la industria para la fabricación de productos. A lo largo del tiempo, la evolución de la refrigeración ha vivido grandes cambios, tanto en el sector alimenticio donde se pueden almacenar grandes cantidades de alimentos en espacios refrigerados conservando así durante mucho más tiempo los productos alimenticios, como también para conseguir condiciones de confort agradable en grandes auditorios; otro ejemplo se ve en el campo de la medicina, donde se puede tener muestras biológicas en conservación gracias a la refrigeración.

En las últimas décadas muchas instituciones educativas han mostrado interés en proporcionar unas condiciones ambientales adecuadas que garanticen la calidad necesaria en los procesos de enseñanza-aprendizaje. La falta de un confort térmico adecuado puede producir falta de motivación y baja velocidad de aprendizaje. Por lo tanto, muchos de estos establecimientos han incrementado su inversión en equipos de climatización, en aras de garantizar las condiciones de confort térmico y mejorar el desempeño y la atención de sus estudiantes. La adquisición de equipos de refrigeración en un 20% en instituciones educativas y en alza en ciudades con climas tropicales, donde se combina la temperatura ambiente, la humedad relativa y periodos de sequía debido a la ausencia de lluvias, estos factores han incrementado el uso de aires acondicionados en el sector educativo.

En los centros escolares, las condiciones térmicas difieren según las actividades realizadas en diferentes espacios, por tal motivo las aulas deberían mantener el ambiente entre 20 y 26 °C. En estos parámetros de temperatura los seres humanos experimentan neutralidad térmica, con ropa adecuada y sin corrientes de aire.

Con los conocimientos previos obtenidos en las diferentes asignaturas tales como Transferencia de calor, termodinámica y máquinas térmicas, como los conocimientos adquiridos en la empresa TECAM S.A. se desarrolla este proyecto de aire acondicionado, buscando realizar el diseño de un sistema de climatización para el bloque A de la Universidad Antonio Nariño sede Buga.

1. Generalidades

1.1 Planteamiento del problema

La ciudad de Buga es de clima cálido, donde las temperaturas diurnas oscilan entre los 23 y 32°C. (meteoblue 2020). La temperatura del ambiente es el indicio más importante de la comodidad. La mayoría de las personas siente comodidad al tener una temperatura del ambiente a su alrededor en un rango de 22 y 26 °C (72 y 79 °F) Cengel (2009). La Universidad Antonio Nariño sede Buga, el sol da directamente en las fachadas de ambos bloques durante el día, calentando las paredes y techos. Esto aumenta la sensación térmica de calor entre las personas que ocupan oficinas, salones de clase y laboratorios, lo que ocasiona un ambiente de no confort.

Adicionalmente, en el quinto piso del bloque A está el servidor y la sala de sistemas de la universidad lo cual representa una carga diferente a la de salones, oficinas y laboratorios. De hecho, en ese mismo piso se encuentra un auditorio para aproximadamente 50 personas. Al ser una institución de educación superior, sería positivo que se pudiera tener mejores condiciones de confort en todos los espacios. No solamente se requeriría aire acondicionado en las aulas de clase y oficinas por temas de confort, también para realizar prácticas en laboratorios y mejorar el desempeño de equipos de cómputo y el servidor.

Por lo tanto, en este proyecto se propone el diseño de un sistema de aire acondicionado que supla la necesidad del Bloque A de la Universidad Antonio Nariño sede Buga. Para ello se tendrá en cuenta parámetros como el número de personas, el tipo de carga y variables ambientales.

1.2 Justificación

El presente proyecto busca garantizar según la norma ASHRAE¹, unas condiciones de confort para las personas que se encuentren en las instalaciones de la universidad Antonio Nariño sede Buga. En los salones, oficinas, laboratorios, sala de sistemas y auditorios se concentra personal lo que produce cambios de temperaturas, esto es

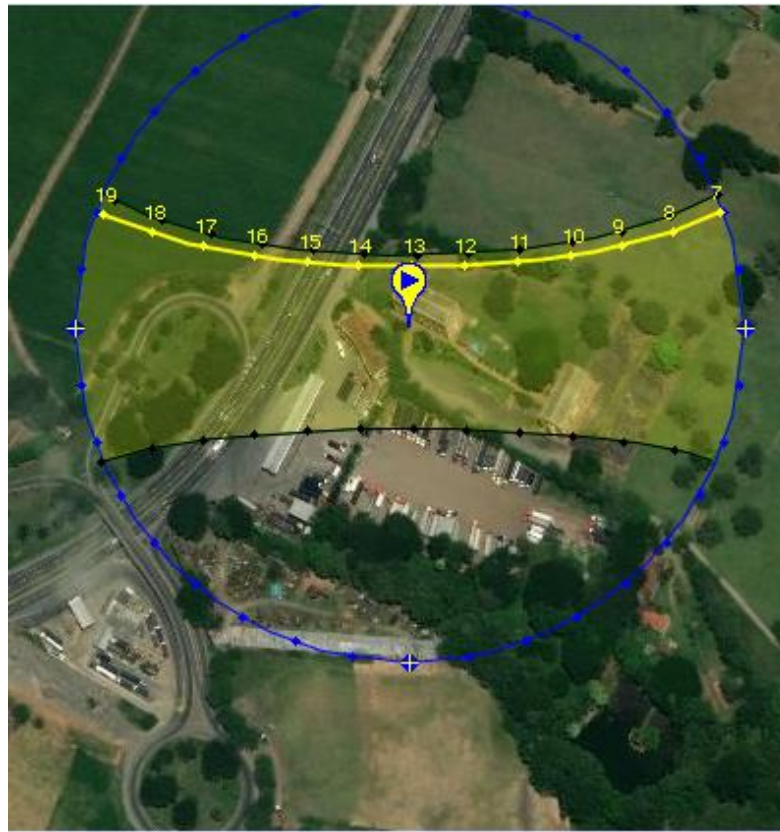
¹ ASHRAE: Sociedad Estadounidense de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado por sus siglas en ingles.

normal debido a la transferencia de calor entre cuerpos, carga emitida por cada persona, equipos y condiciones ambientales.

El bloque A, cuenta con entrada de ventilación natural, lo cual corresponde a la puerta principal y las ventanas ubicadas en cada uno de los cinco pisos que conforman el Bloque A. Sin embargo, esta recirculación de aire no es suficiente para tener unas condiciones de confort, sobre todo cuando la radiación solar incide sobre la fachada durante el día, lo que se puede observar en la figura 1.1.

Con los cálculos realizados, se obtiene el análisis de cargas térmicas y caudales para el proceso de diseño, especificación y selección, con el fin de entregar un proyecto de climatización.

Figura 1-1: Vista aérea Universidad Antonio Nariño sede Buga



Nombre de la fuente: Sunearthtools, 2020

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar un sistema de aire acondicionado para el Bloque A de la Universidad Antonio Nariño sede Buga, con base en la norma ANSI/ASHRAE 62.1.

1.3.2 Objetivos específicos

- Disponer el estado ambiental, locativo y psicrométrico que se requiere en el diseño.
- Precisar la carga calorífica de aulas, oficinas, laboratorios, auditorio y sala de sistemas.
- Calcular el sistema extracción, retorno de aire y filtración de aire.
- Diseñar y distribuir el sistema de ductos de suministro.
- Seleccionar los equipos, materiales y accesorios del sistema de acuerdo a los cálculos realizados.
- Elaboración de planos generales del sistema de climatización.

1.4 Alcance del proyecto

Al llevar a cabo este proyecto de grado, se diseña un sistema de aire acondicionado para el bloque A de la universidad Antonio Nariño con sede en Buga Valle del Cauca como lo instauran los estándares y normas ASHRAE, el cual puede servir como propuesta guía o criterio en futuros bloques de la universidad o instituciones con características similares.

En este proyecto se realizó el diseño y selección de equipos para el sistema de climatización. No se contemplaron costos, análisis económico de la inversión ni implementación ya que no hacían parte de los objetivos estipulados, como tampoco construcción ni implementación.

2. Marco Teórico

El acondicionamiento de aire es un proceso que contempla el tratamiento del aire ambiente de un lugar específico; el cual consiste en regular las condiciones de temperatura, humedad, renovación de aire y filtrado dentro de cada recinto. Tener conceptos claros como que el calor se propaga desde la zona con la temperatura más alta a la de menor temperatura y la relación directa que existe entre la temperatura y la presión, nos serán muy útiles a la hora de llevar a cabo los cálculos.

Willis Carrier puso un fundamento en el campo de la climatización moderna, revelo su fórmula Psicométrica básica desarrollando así el concepto de climatización de verano.

2.1 Necesidad de confort en las personas

A lo largo de la historia, el aire acondicionado ha contribuido a ayudar para que las personas pasen tiempo en ambientes que les proporcionan mayor confort. En el presente esta tecnología se ha hecho necesaria en varias regiones, así como en actividades e incluso en el ámbito industrial ya es una necesidad básica. En grandes espacios como hospitales, estadios, cines, supermercados, centros comerciales, son necesarios ya que contar con estos espacios refrigerados hace que las personas que los ocupan puedan disfrutar de la estadía.

Para grandes superficies, se hace necesario la utilización de sistemas que funcionan por métodos de expansión directa con unidades tipo paquete, y los sistemas de agua helada. No obstante, es vital establecer las bases del concepto “confort humano”, porque es el objetivo principal del diseño de un sistema de aire acondicionado. Para garantizar el “confort humano”, se deben satisfacer algunas variables que interactúan entre sí y van cambiando de diferente manera al transcurrir el tiempo, esto posibilita que todas las personas perciban una aceptación similar de sensación térmica ambiental del espacio climatizado. Hay principios que se deben tener en consideración a la hora de establecer condiciones confortables a saber:

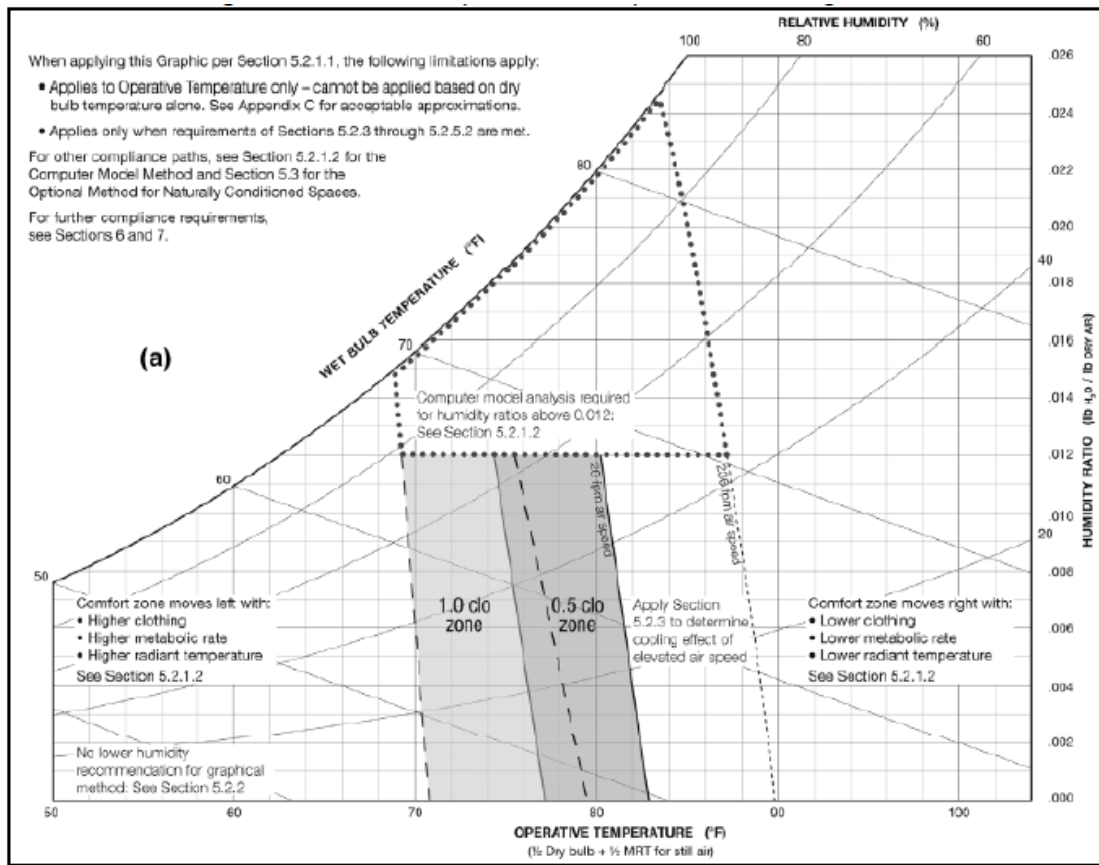
- Tasa metabólica [*met*]
- Aislamiento de la ropa [*clo*]
- Temperatura del aire [°C]
- Temperatura radiante [°C]

- Velocidad del aire [m/s]
- Humedad relativa [RH]

El estándar 55 de la norma ASHRAE brinda parámetros de cálculo para un desarrollo óptimo de las áreas analizadas para proyectos de climatización. El estándar 55 y el capítulo “Principios fisiológicos para el confort y salud”, dan pautas para lograr condiciones ideales para al menos 80% de los ocupantes adultos en un espacio.

En la figura 2-1 se muestra el método gráfico, de la carta psicrométrica según diversas actividades de los ocupantes de un recinto y el tipo de ropa con la cual se encuentran.

Figura 2-1: Modelo grafico psicrométrico.



Nombre de la fuente: ANSI/ASHRAE Standard 55^a-1995

Un elemento a tener en cuenta cuando se diseña un sistema de climatización es el cálculo de las cargas térmicas. Los cálculos que se realizan de cargas térmicas afectan directamente en el dimensionamiento y capacidad de los componentes que se mencionan a continuación:

Ductos de aire, tuberías, difusores, manejadoras de aire, calderas, chiller, serpentines, Compresores, ventiladores y extractores.

La transferencia de calor es la razón fundamental por la que se llevan a cabo los cálculos de carga de refrigeración, como la conducción, la convección y la radiación hacen que se generen diferentes ganancias de calor o cargas térmicas en las estructuras analizadas. Dentro de las cargas térmicas que afectan la refrigeración se encuentran:

- Infiltración: fugas de aire y humedades.
- Internas: iluminación, electrodomésticos, personas, equipos de laboratorio.
- Externas: paredes, techos, ventanas, cielorrasos, losas y puertas.

2.2 Principios físicos de climatización

La climatización consiste en crear y mantener ciertas condiciones de temperatura, humedad relativa y pureza del aire en espacios interiores. Este proceso generalmente se aplica para mantener un nivel de comodidad personal.

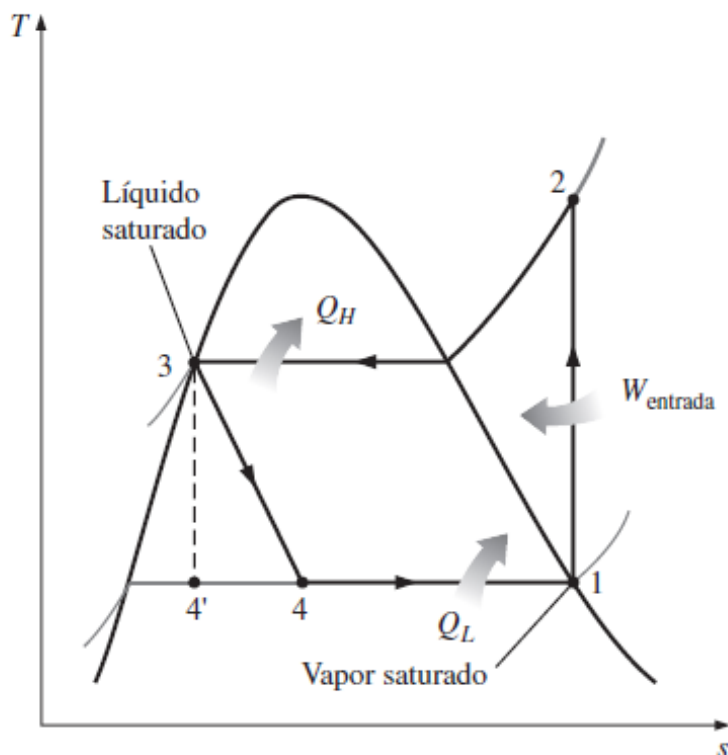
También se utiliza en aplicaciones industriales para garantizar el funcionamiento correcto de los equipos o maquinaria que necesitan funcionar en condiciones ambientales específicas o, alternativamente, para poder llevar a cabo ciertos procesos industriales, como la soldadura, que producen cantidades considerables de calor que deben eliminarse. Un sistema de climatización debe ser efectivo independientemente de las condiciones climáticas externas e implica el control de cuatro variables fundamentales: temperatura del aire, humedad, movimiento y calidad, (Carel, 2018).

2.2.1 Ciclo de refrigeración por compresión de vapor

La compresión de vapor es el ciclo más utilizado en la refrigeración, en la climatización y bombas de calor como se ve en la Figura 2-2, básicamente se fundamenta en los siguientes procesos:

- 1-2** Compresión isentrópica en un compresor.
- 2-3** Rechazo de calor a presión constante en un condensador.
- 3-4** Estrangulamiento en un dispositivo de expansión.
- 4-1** Absorción de calor a presión constante en un evaporador.

Figura 2-2: Diagrama T-s.



Nombre de la fuente: Cengel (2009)

2.2.2 Compresión

La compresión es el ciclo por el cual se produce el efecto frigorífico mediante el aprovechamiento del cambio de estado del fluido refrigerante. En este ciclo el compresor es el encargado de comprimir el aire desde temperatura y presión baja, comprimiendo el aire a una presión más alta, esto hace que aumente de temperatura y se descarga por medio de la tubería con dirección al condensador donde, al enfriarse se hay una condensación que cede calor.

2.2.3 Condensación

En esta etapa del ciclo se lleva a cabo en un elemento llamado *Condensador* que generalmente se encuentra ubicado fuera del espacio refrigerado. En esta etapa el gas refrigerante se encuentra a alta presión y alta temperatura, se hace rechazo de calor al medio ambiente mediante el enfriado por corriente de aire o agua, cambiando su estado de gas a líquido frío y con una alta presión.

2.2.4 Expansión

En esta parte del ciclo hay control de flujo mediante una válvula que restringe la circulación de refrigerante y expande el refrigerante para facilitar su evaporación posterior. Finalmente, cuando el refrigerante pasa por la válvula de expansión llega al evaporador y hace se hace el inicio a otro ciclo de refrigeración.

2.2.5 Evaporación

Esta fase de evaporación del ciclo, el refrigerante absorbe el calor del espacio que lo circunda y por ende lo enfría. Esta fase del ciclo se hace necesario un componente muy importante llamado *evaporador*, el cual debe su nombre gracias a que el refrigerante cambia de líquido a vapor.

2.3 Mecanismo de transferencia de calor

El calor que se transporta, o se mueve mediante un gradiente de temperatura, el cual fluye o se transfiere de una región de alta temperatura a una de baja temperatura. El calor es transportado o transferido mediante convección, radiación o conducción. Estos procesos se pueden llevar a cabo de forma simultánea, dándose lugar que uno de los mecanismos tenga más incidencia sobre los otros dos. A modo de ejemplo, el calor en un muro de una habitación se transfiere mediante conducción fundamentalmente, la tierra recibe calor del sol fundamentalmente por radiación.

2.3.1 Conducción

La conducción se considera como la transferencia de energía de las partículas más energéticas de una sustancia debido a las interacciones entre las mismas (Incropera & Dewitt, 1996).

La transferencia por conducción varía dependiendo del tipo de material al cual se le adiciona calor. La conducción en estructuras residenciales, edificios o edificaciones sucede en paredes, pisos, puertas, techos y vidrios, la conducción en estas superficies depende de factores como:

- ✓ Espesor o calibre del material.
- ✓ Área de seccional dl material.
- ✓ Diferencia de temperatura a cada lado del material.
- ✓ Conductividad térmica del material.
- ✓ Tiempo de recorrido del flujo térmico.

2.3.2 Convección

A nivel molecular, las moléculas se expanden al introducir energía térmica. A medida que aumenta la temperatura de la masa del fluido dada, el volumen del fluido debe aumentar en el mismo factor. Este efecto sobre el fluido provoca un desplazamiento (Cengel & Michael A, 2011).

2.3.3 Radiación

La radiación térmica es el resultado directo de movimiento aleatorio de átomos y moléculas en la materia.

Todos los materiales irradian energía térmica en función de su temperatura. Es decir, cuanto más caliente está un objeto, más irradia. La temperatura del objeto afecta la longitud de onda y la frecuencia de las ondas radiadas.

2.4 Carga de enfriamiento

El calor que debe ser eliminado al exterior, para reducir su temperatura y contenido de humedad, para que se ajuste a las condiciones de diseño del espacio, constituye una parte de la carga de enfriamiento total (Dossat, 1991). En pocas palabras, la carga de enfriamiento es la cantidad de refrigeración que necesita el lugar que se quiere climatizar.

A lo largo del tiempo en trabajos de refrigeración, muchas compañías han estudiado diversos factores necesarios para la identificación de la carga de enfriamiento y múltiples aplicaciones. Al momento de hacer el cálculo de cargas en las zonas requeridas de diversos espacios, lo vital es tener un método definido o procedimiento para dichas cargas.

Los factores de aumento de calor en las instalaciones y que están ligados al cálculo de la carga de enfriamiento, se encuentran en dos grupos:

Factores externos de generación de calor

- La luz solar o el aire caliente del exterior que atraviesan las edificaciones o recintos (cimientos, paredes, techos, aislamientos, etc.).

Factores internos de generación de calor

- Emisión de calor y humedad corporal por parte de personas y mascotas.
- Electrodomésticos o aparatos eléctricos encendidos.
- La entrada de sol por las ventanas.
- El aire caliente que se infiltra en las instalaciones de ventilación.
- Aparatos de combustión

2.4.1 Consideraciones de carga de enfriamiento

Generalmente los cálculos de carga de refrigeración tienen en cuenta los escenarios más extremos, como la noche más fría y el día con más calor del año. Las condiciones de diseño exterior para los cálculos de carga de refrigeración se relacionan estrechamente según la ubicación; no obstante, las condiciones de diseño interior son de 24 °C y 50% de humedad.

Otros elementos que influyen en el cálculo de la carga de refrigeración son los siguientes:

- Clima
- Orientación
- Latitud
- Voladizo del techo
- Vidrios de las ventanas
- Cortinas o persianas
- Tasa de ventilación
- Número de ocupantes
- Especificaciones de iluminación y aparatos eléctricos
- Transpiración y exhalación de los ocupantes

2.4.2 Cálculo de cargas térmicas

El cálculo de las cargas de refrigeración es complejo debido a la gran cantidad de factores que influyen. Un método de cálculo simple que emplean muchos diseñadores, pero poco preciso, es asumir que se necesita una tonelada de refrigeración de equipo de enfriamiento para 600 pies cuadrados. Este enfoque, sin embargo, es poco preciso y generalmente lleva a un sobredimensionamiento del equipo. El tamaño excesivo generalmente afecta negativamente la comodidad y causa ruidos a medida que el aire refrigerado fluye a través del sistema de ductos más rápidamente.

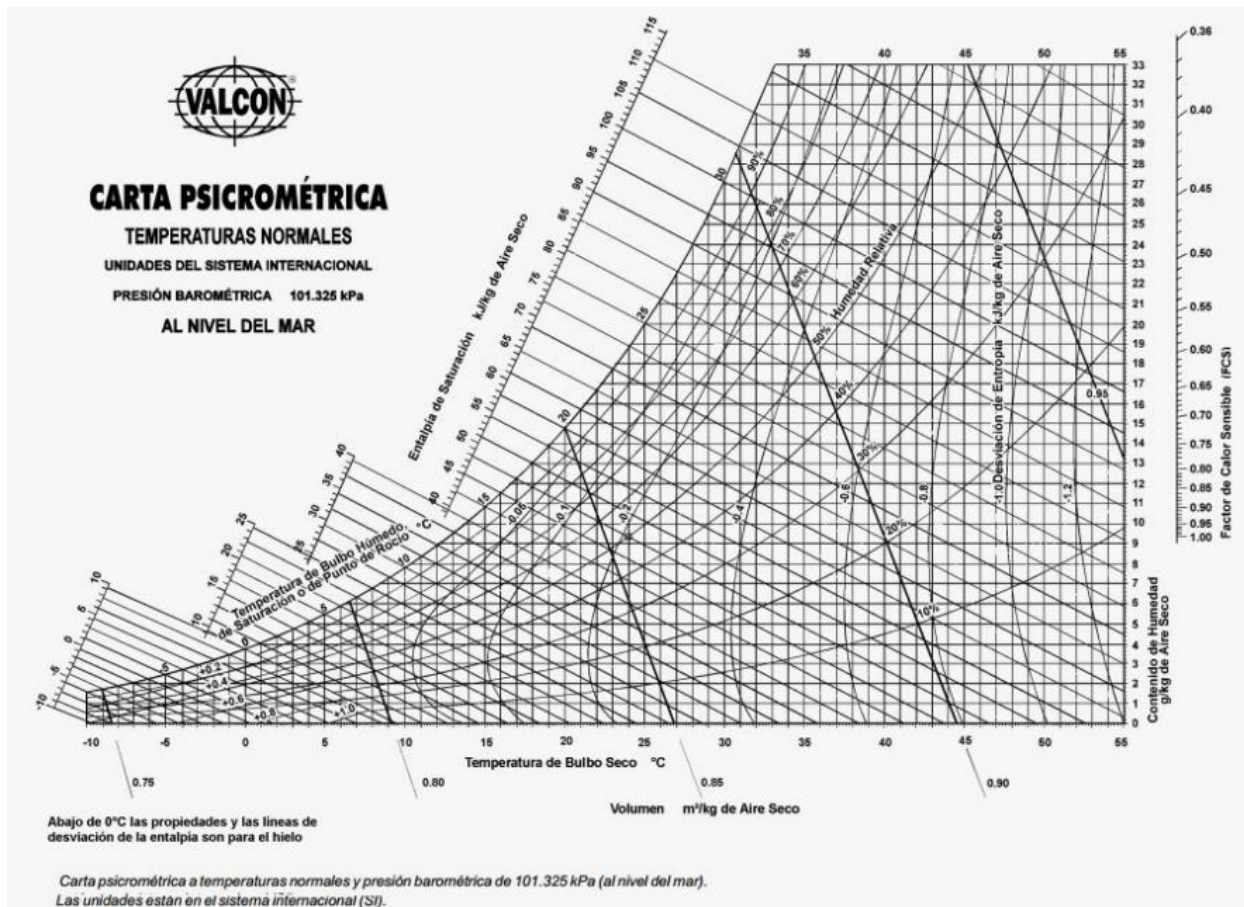
Determinar la carga de refrigeración ideal de una edificación es fundamental para la comodidad y la seguridad. El cálculo de las cargas de refrigeración implica evaluar todas las fuentes de calor internas y externas, considerar las condiciones interiores y exteriores de la edificación, con el fin de obtener una climatización energéticamente eficiente en estructuras o edificaciones.

2.4.3 La Carta Psicrométrica

La carta psicrométrica es una herramienta para comprender las relaciones entre los distintos parámetros del suministro de aire y la humedad relativa. Este gráfico permite que un diseñador u operador trabaje desde la humedad relativa de la habitación o recinto hasta la condición deseada del aire cuando ingresa al conducto de suministro.

La precisión ofrecida por las tablas psicrométricas, pueden llegar hasta de cuatro decimales. Al utilizar la carta psicrométrica, el diseñador se puede ahorrar mucho tiempo de cálculos, en la figura 4 se puede observar las líneas con las distintas características del aire que se pueden obtener.

Figura 2-4: Carta Psicrométrica.



Nombre de la fuente: adaptado de Carta psicrométrica [fotografía], por Valcon, 2013, Flicard (<http://psicrometria-imi131.blogspot.com>). (Flicard, 2020)

Mediante el análisis psicrométrico, se visualizan todas las características del aire, de estas propiedades las más relevantes para los proyectos de climatización son las siguientes:

- Temperatura de bulbo seco (bs).
- Temperatura de bulbo húmedo (bh).
- Temperatura de punto de rocío (pr).
- Humedad relativa (hr).
- Humedad absoluta (ha).
- Entalpía (h).
- Volumen específico.

Si se tiene conocimiento de dos de las propiedades del aire, se puede llegar a conocer el resto de las propiedades mediante el uso de graficas de cartas psicrométricas.

2.5 Diseño de sistemas de aire acondicionado

Existen diferentes entidades que han desarrollado metodologías para el cálculo de cargas térmicas, debido a la gran cantidad de variables que existen para su desarrollo, cada método tiene sus beneficios y limitaciones. Para el presente trabajo se ha considerado trabajar con las normas ASHRAE, la cual ha desarrollado los siguientes métodos:

- El método de balance de calor (ASHRAE 2001)
- La serie de tiempo radiante (ASHRAE 2001)
- El método CLTD/CLF (ASHRAE 1997)

El estándar ANSI/ASHRAE 62.1-2007, establece los principios para tener una ventilación aceptable de aire interior. Para llevar a cabo este trabajo se ha tomado en consideración trabajos que se basaron bajo alguna de las normas mencionadas, las cuales fueron:

“Diseño de un sistema de aire acondicionado y extracción mecánica para la sucursal del instituto nacional de seguros de Jacó”, Puntarenas (Costa rica). El diseño de este sistema se hizo basándose en la norma ASHRAE, AHRI² y SMACNA³. Es un instituto que se utiliza con fines médicos, lo cual se convierte en fundamental contar con un sistema adecuado de aire acondicionado debido a que se cuenta con áreas de cirugías, oficinas y pequeños auditorios de reunión. Se seleccionaron los componentes de control y filtros adecuados para cada sección requerida. (Murillo, 2019)

Dentro de las principales características del diseño realizado se encuentran:

- Temperatura de diseño de la zona 23°C y humedad relativa del 70%.
- Área total de diseño 753 m², distribuidos en 569,92 m² primer nivel y 183,08 m² segundo nivel.

² Instituto de aire acondicionado, calefacción y refrigeración (Air-Conditioning, Heating, and Refrigeration Institute, AHRI) es una norma estándar de certificación reconocida internacionalmente.

³ Los estándares y manuales de SMACNA direcciona todas las facetas de la hoja de metal de la industria, desde conducto de la construcción y de la instalación para la calidad del aire y control de la contaminación ambiental, y de recuperación de energía para los techados.

- Temperatura relativa 18.9 a 20 °C.
- Cálculo de carga térmica 52 toneladas de refrigeración.
- Filtros MERV 14, según la norma 52.2
- 4 unidades condensadoras tipo VRF seleccionadas, 35 unidades evaporadoras instaladas.
- 197,1 m de tubería de cobre y 194,09 m de ductos en lámina galvanizada.

Finalmente, los costos de inversión inicial, instalación y operación de proyecto fue de \$127766 colones (moneda de Costa rica).

El trabajo titulado “Diseño e Instalación del Sistema de Climatización y Ventilación Mecánica del Hospital del Niño Francisco Ycaza Bustamante”, se realizó como trabajo de grado en la ciudad de Guayaquil (Ecuador). Como parte de la implementación de un sistema de renovación del hospital pediátrico, se tuvieron factores de temperatura y humedad controlada. para el diseño y ejecución de este proyecto se usó la norma ASHRAE, capítulos: 62.1 “Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality”; y 170 “Ventilation of Health Care Facilities”. (Valerezo, 2015)

Dentro de los criterios de diseño principales se destacan los siguientes:

- Temperatura de Bulbo seco 33.3°C (92°F)
- Temperatura de Bulbo Húmedo 27°C (80°F)
- Humedad Relativa 50%
- Nivel de filtrado desde 30% ASHRAE a filtros HEPA 99.997%
- Renovación de aire según normas ASHRAE 62.1. ASHRAE 170
- Sistema de enfriador de agua (chiller)

Satisfechas las características anteriores, se logró climatizar un área de 4630 m² y una carga de enfriamiento de 415,5 TR mediante la selección e instalación de los componentes del sistema.

En cuanto al desarrollo de proyectos en Colombia de este tipo o similares, el autor Hermes Javier Ramírez León realizó el “Determinación de las Cargas Térmicas para garantizar el confort en los locales del piso 1 del edificio de aulas 2 en la UTB” para la ciudad de Cartagena de Indias, donde determina parámetros de diseño y calcula la carga térmica al recinto que deseaba proponer el diseño del sistema de aire acondicionado. Los cálculos fueron aplicados a 10 locales ubicados en el primer piso del edificio de aulas 2. (Rodríguez & Díaz, 2011). Los cálculos se desarrollaron a través del método de cálculo CLTD/CLF, la cual es una metodología desarrollada por ASHRAE. Dentro de las características principales de diseño según el autor se destacan:

- 21 de Julio día y mes de diseño
- Temperatura exterior: 44,4°C (94°F)

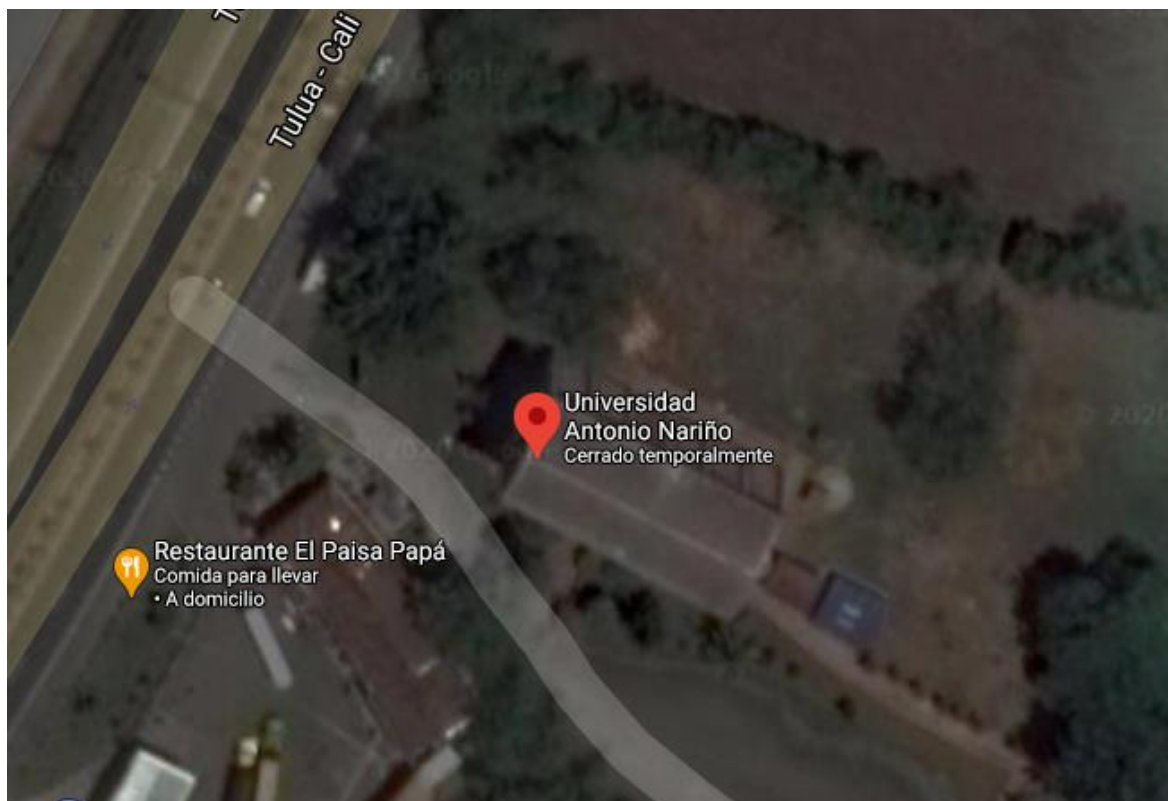
- Humedad relativa: 55% +/- 3%
- Cálculo de cargas térmicas mediante el método CLTD/CLF.
- Sistema d refrigeración mediante agua helada (Chiller).
- Carga térmica Calculada de 27 TR.

3. Características ambientales y dimensionales del edificio

3.1 Descripción de la instalación

El edificio se encuentra en la ciudad de Guadalajara de Buga Callejón Lechugas, salida Norte, Buga - Tuluá, en la figura 5 se puede apreciar la ubicación y la forma constructiva de la edificación.

Figura 3-1: Plano de ubicación de la zona.



Nombre de la fuente: Google Maps

En figura 3-2 y 3-3 se observa la forma constructiva y características de la edificación, también se puede apreciar una vista lateral de la edificación.

Figura 3-2: Vista lateral de la edificación bloque A



Nombre de la fuente: Google Maps

Figura 3-3: Vista frontal de la edificación bloque A



Nombre de la fuente: Google Maps

3.1.1 Número de plantas usos de las distintas dependencias

Este edificio presenta una forma rectangular alargada, consta de seis pisos, donde en el primer piso se cuenta con oficinas, recepción y cafetería. Los demás pisos se tienen aulas de clases y laboratorios, donde el quinto piso se caracteriza por que cuenta con un auditorio y una sala de sistemas.

Los pisos que se tendrán en consideración para la climatización y que son objeto de análisis, son los pisos del uno al piso cinco donde cuentan con una altura de 2,30 m y tienen las siguientes características:

- El piso uno se emplaza el área administrativa del edificio, secretaria y administración, cafetería y zona de recepción.
- En el piso dos se ubican los salones de clases 201 al 209 y un baño.
- Piso tres los salones 301 al 305, igualmente laboratorio de química, oficina del coordinador y laboratorio de electromecánica.
- El piso cuatro cuenta con salones numerados desde el 401 al 408.
- El quinto piso que será el piso final de objeto de análisis cuenta con las aulas 501, 502, auditorio 504, oficina del monitor y sala de sistemas.

3.1.2 Superficies y volúmenes por plantas

En tablas siguientes se reflejan las dimensiones por pisos de las zonas que se tendrán en consideración para la climatización:

Tabla 3-1: Superficie y volumen piso uno

PISO UNO		
LOCAL	SUPERFICIE (m ²)	VOLUMEN (m ³)
SECRETARIA ACADEMICA	37,48	101,20
BIENESTAR UNIVERSITARIO	37,48	101,20
DIRECCION SEDE	37,48	101,20
AULA DE APOYO	37,93	102,41
OFICINA DE PROFESORES	37,48	101,20

Fuente: Autor

Tabla 3-2: Superficie y volumen piso dos

PISO DOS		
LOCAL	SUPERFICIE (m²)	VOLUMEN (m³)
AULA 201	34,77	79,97
AULA 202	37,70	86,71
AULA 203	38,00	87,40
AULA 204	36,50	83,95
AULA 205	54,00	124,20
AULA 206	54,00	124,20
AULA 207	37,69	86,68
AULA 208	37,69	86,68
AULA 209	38,19	87,83

Fuente: Autor

Tabla 3-3: Superficie y volumen piso tres

PISO TRES		
LOCAL	SUPERFICIE (m²)	VOLUMEN (m³)
AULA 301	36,60	84,18
AULA 302	38,37	88,25
AULA 303	37,51	86,27
AULA 304	35,86	82,47
AULA 305 LABORATORIO DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO	72,75	167,32
OFICINA COORDINACION Y DOCENTES	11,18	25,71
LABORATORIO DE QUIMICA	34,47	79,28
LABORATORIO ELECTROMECHANICA	179,92	413,81

Fuente: Autor

Tabla 3-4: Superficie y volumen piso cuatro

PISO CUATRO		
LOCAL	SUPERFICIE (m²)	VOLUMEN (m³)
AULA 401	34,77	79,97
AULA 402	37,21	85,58
AULA 403	37,21	85,58
AULA 404	35,86	82,47
AULA 405 LABORATORIO DE FISICA	54,25	124,77
AULA 406	54,41	125,14
AULA 407	37,21	85,58
AULA 408	37,08	85,28
AULA 409	37,39	85,99

Fuente: Autor

Tabla 3-5: Superficie y volumen piso cinco

PISO CINCO		
LOCAL	SUPERFICIE (m²)	VOLUMEN (m³)
AULA 501	34,81	80,06
AULA 502	37,39	85,99
AULA 504 AUDITORIO	75,52	173,69
CAMARA GESSEL	9,20	21,16
OFICINA MONITOR	33,28	76,54
SALA DE SISTEMAS	272,16	625,97

Fuente: Autor

Las zonas que no se contemplaran para la climatización son las que normalmente son de paso, de las cuales podemos mencionar, escaleras, pasillos, cuartos de aseo, baños y cuartos de almacenamiento.

3.2 Condiciones interiores de cálculo

Para las condiciones iniciales de diseño del sistema de climatización analizado para el bloque A, según la norma FAIAR⁴ se toman valores de referencia de partida teniendo en cuenta las condiciones ambientales de la ciudad de Guadalajara de Buga, teniéndose los siguientes valores:

- Temperatura (°C): 21°C - 24 °C
- Humedad relativa (HR): 50%

3.3 Condiciones exteriores de diseño

Las condiciones ambientales exteriores de diseño que se establecieron, se debieron tener en cuenta las características climatológicas, la ubicación geográfica de la ciudad de Guadalajara de Buga y la altura sobre el nivel del mar del bloque A de la universidad Antonio Nariño ubicado en la misma ciudad. Los valores de las condiciones exteriores para el sistema de climatización se muestran a continuación (Diebel & Norda, 2020):

- Temperatura de bulbo seco: 29 °C
- Temperatura de bulbo húmedo: 22.74 °C
- Humedad relativa: 71% +/- 3%
- Altitud: 969 m.s.n.m
- Latitud: 3° 54' 0"
- Longitud: 78° 18' 0"
- Humedad absoluta:
- Punto de rocío: 23.8 °C
- Velocidad del viento: 3.6 m/s

⁴ FAIR es la federación de asociaciones iberoamericanas de aire acondicionado y refrigeración, la cual tiene una estrecha relación con las normas ASHRAE.

3.4 Características de los espacios a acondicionar

Con el levantamiento de planos arquitectónicos de cada uno de los pisos del bloque A que se quiere acondicionar, se pudo verificar la orientación cardinal, las dimensiones y ubicación de cada uno de los recintos, al igual que los materiales de las paredes, techos y pisos. También se pudo establecer la posible orientaciones o trayectos de los ductos de suministro y extracción del sistema de refrigeración.

- Las dimensiones y las áreas de cada uno de los recintos se pueden apreciar en las tablas 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 y 3.5.
- La altura de todos los techos en cada uno de los pisos es de 3,3 m.

Incidencia del sol en las paredes y ubicación Cardinal del bloque A.

- La ubicación cardinal se podrá apreciar en los planos arquitectónicos ubicados en los anexos.
- Las paredes exteriores del bloque A disponen de ventanas en un 50% de su fachada, las cuales se encuentran expuestas al durante la mayor parte del tiempo durante el día.
- No se dispone de ningún área con climatización alrededor de los lugares que se calcularan para la climatización.

Rasgo de constitución y especificaciones de techos, paredes y pisos del bloque A.

- El techo se encuentra construido en dos partes, su base es de concreto y cuenta con un cielo raso de machimbre en la mayoría de los pisos, el piso cinco se dispone de un cielo raso en PVC.
- Las paredes exteriores del bloque A, están construidas con ladrillo estructural limpio de 15 cm de ancho, sin recubrimiento de cemento, ni pintura.
- Las paredes interiores también se encuentran construidas con ladrillo estructural limpio de 15 cm de espesor sin ningún tipo de recubrimiento.
- Las ventanas que ocupan un 50% de las fachadas, cuentan con vidrios de 8mm de espesor y están puestos de forma sencilla es decir no hay doble vidrio.
- La ubicación de lámparas en cada uno de los recintos se encuentra en los techos.

3.5 Cálculo de caudales de suministro y cargas térmicas utilizando el método de CLTD/CLF

En el interior del bloque A, el calor adquirido se produce de una forma natural y continúa debido a diferentes fuentes térmicas debido al exterior, interior, infiltraciones y diversos sistemas al interior. Conocer el valor de la ganancia de calor y la carga de enfriamiento es vital para establecer las condiciones de confort ideal, para ello se requiere de cálculos matemáticos y fundamentos de transferencia de calor, ya que tener estos conceptos de transferencia y cálculos matemáticos que ayudaran en la selección más precisa de los equipos adecuados para las condiciones de climatización desea.

ASHRAE CLTD/CLF (cooling load temperature diferencial with cooling load factors) es un método que se usa normalmente cuando se requiere calcular térmicas de forma manual, este método cálculo hace que se simplifique cuando se utiliza el factor global de carga, pisos, puertas, paredes, techos y ventanas.

Se utiliza la expresión (ver Ecuación (3. 1)):

$$q = U * A (CLTD) \quad (3.1)$$

q : Ganancia neta de calor $(W \text{ ó } \frac{BTU}{h})$

U : Coeficiente general de transferencia de calor $(\frac{w}{ft^2 * ^\circ C} \text{ ó } \frac{BTU}{h * ft^2 * ^\circ F})$

A : Área $(m^2 \text{ ó } ft^2)$

CLTD: método de calculo por delta de temperatura $(^\circ C \text{ ó } ^\circ F)$

Los valores obtenidos por este método de cargas térmicas CLTD/CLF, son los requeridos para la carga de enfriamiento, también es necesario sumar las ganancias de calor debido a las personas, transferencia de calor a través de ventanas, pisos, paredes, puertas, etc. El calor por radiación que se produce en las ventanas, pisos, puertas se utilizan los factores SHGF (Solar Heat Gain Coeficient), donde este coeficiente depende de la latitud donde se encuentra el lugar a analizar.

3.5.1 Factores de generación de calor y carga térmica total

Existen diversas cargas térmicas por medio de las cuales se genera calor en un recinto. La tabla 3.6 muestra las diversas fuentes por las cuales se gana calor. La tabla 3.6 muestra cuales son algunas de esas fuentes.

Tabla 3-6: Cargas térmicas que producen ganancia de calor

i	TIPO DE CARGA	SENSIBLE	LATENTE
I	Q ₁ : Cargas debido al Sol	✓	
II	Q ₂ : Cargas a través de barreras (paredes, techos y pisos)	✓	
III	Q ₃ : Carga debido a luces	✓	
IV	Q ₄ : Carga debido a personas	✓	✓
V	Q ₅ : Carga debido a infiltraciones de aire	✓	✓
VI	Q ₆ : Cargas por electrodomésticos y equipos térmicos	✓	✓
VII	Q ₇ : Cargas por equipos eléctricos	✓	

Fuente: Método para calcular cargas térmicas (Orozco H)

3.5.2 Carga Solar

Este tipo de carga se da debido al ingreso de la radiación solar a través de vidrios, cristales o superficies translucidas que están expuestas a la radiación solar.

Para llevar a cabo los cálculos de cargas térmicas debido a la radiación solar a través de ventanas y superficies transparentes (vidrios) utilizaremos la Ecuación 3. 2, Ecuación 3. 3 y Ecuación 3. 4:

$$\dot{Q}_1 = \sum_{j=1}^N (QJ^{Directa} + QJ^{Difusa}) \quad (3.2)$$

$$\dot{Q}_{1j}^{Directa} = (A_{sol} * SHGF * SC * CLF) \quad (3.3)$$

$$\dot{Q}_{1j}^{Difusa} = (A_{som} * SHGF_N * SC * CLF_N) \quad (3.4)$$

Donde:

\dot{Q}_1 : Ganancia de calor por radiación solar en superficies transparentes (W ó $\frac{BTU}{h}$)

A_{sol} : Area superficial soleada (m^2 ó ft^2)

A_{som} : Area superficial sombreada (m^2 ó ft^2)

SC : Coeficiente de sobreado obtenido de tablas

$SHGF$: Factor de ganancia sensible obtenido de tablas ($\frac{W}{m^2}$ ó $\frac{BTU}{h*ft^2}$)

CLF : Factor de carga de enfriamiento para vidrios obtenido de tablas

3.5.3 Carga a través de barreras (Techos, paredes y pisos)

Estas cargas son transferidas cuando ingresan al interior del recinto a través de las paredes, pisos, techos y puertas que se encuentran en la periferia del lugar. La ganancia de calor que se genera a través de este tipo de barreras se calcula con la ecuación 3.5.

$$\dot{Q}_2 = \sum \dot{Q}_{2\text{ Ext}} + \sum \dot{Q}_{2\text{ int}} \quad (3.5)$$

Donde:

$$\dot{Q}_{2\text{ Ext}} : \text{Ganancia de calor neta en barreras exteriores} \left(W \text{ ó } \frac{BTU}{h} \right)$$

$$\dot{Q}_{2\text{ int}} : \text{Ganancia de calor neta en barreras interiores} \left(W \text{ ó } \frac{BTU}{h} \right)$$

3.5.4 Barreras exteriores

Este tipo de barreras exteriores generan una ganancia de calor mayor alrededor del 60% y 70% en comparación con las paredes interiores del recinto analizado. El sol incide de forma directa en el techo y en las paredes exteriores, estas últimas tienen un tiempo de exposición menor en comparación al techo, pero se genera transferencia de calor por conducción y se debe tener en cuenta la velocidad de transmisión del calor.

Para calcular el valor de la ganancia de calor en barreras interiores se procede de forma similar al cálculo de barreras exteriores, para calcular el calor que ingresa por medio de barreras exteriores se utiliza la ecuación (3. 5).

$$\dot{Q}_{2\text{ Ext}} = U * A * (T_E - T_L) + A * I_t * N * \alpha \quad (3.6)$$

Teniendo que $N = \frac{U}{h_0}$ entonces:

$$\dot{Q}_{2\text{ Ext}} = U * A * \left(T_E - T_L + \frac{\alpha * E_t}{h_0} \right) \quad (3.7)$$

Donde $\frac{\alpha * E_t}{h_0}$ se conoce como ΔT_{sol} y el termino $(T_E - T_L + \frac{\alpha * E_t}{h_0})$ se conoce como $CLTD_{corr}$.

Finalmente podemos deducir que la ganancia de calor por barreras exteriores se puede calcular mediante la expresión (ver Ecuación (3. 6)).

$$\dot{Q}_{2\text{ Ext}} = U * A * CLTD_{corr} \quad (3.8)$$

Entonces:

$$\dot{Q}_{2\text{ Ext}} : \text{Ganancia de calor en barreras exteriores} \left(W \text{ ó } \frac{BTU}{h} \right)$$

$$U : \text{Coeficiente global de transferencia de calor en} \left(\frac{w}{ft^2 * ^\circ C} \text{ ó } \frac{BTU}{h * ft^2 * ^\circ F} \right)$$

$$A : \text{Area superficial de la barrera externa} (m^2 \text{ ó } ft^2)$$

$CLTD_{corr}$: Diferencia de temperatura corregida para carga de enfriamiento (°C ó °F)

h_o : Coeficiente de transferencia de calor por convección externa en $\left(\frac{w}{m^2 * °C}\right)$

I_t : Radiación solar incidente en la superficie $\left(\frac{w}{m^2} \text{ ó } \frac{BTU}{h * ft^2}\right)$

T_E : Temperatura al exterior del lugar (°C ó °F)

T_I : Temperatura al interior del lugar (°C ó °F)

La tabla 3.7 muestra algunos valores de emisividad y de absorción de materiales comúnmente utilizados.

Tabla 3-7: Emisividad y absorbanza de materiales de construcción

SUPERFICIES	ABSORBANCIA α	EMISIVIDAD ϵ
Plástico blanco	0,05	0,92
Cal, yeso	0,08	0,92
Aluminio pulido	0,1	0,05
Papel	0,25	0,95
Pintura blanca reciente	0,10 a 0,15	0,90
Pintura colores claros	0,30 a 0,40	0,90
Acero inoxidable	0,45	0,25
Mármol	0,40 a 0,50	0,95
Pintura colores medios y grises	0,50 a 0,70	0,90
Ladrillo rojo	0,65	0,93
Hormigón claro	0,60 a 0,70	0,88
Pinturas oscuras	0,80 a 0,90	0,90
Arena húmeda	0,9	0,95
Asfalto	0,95	0,95
Vidrio común	0,037	0,80

Fuente: (ASHRAE, 1985)

Tabla 3-8: Materiales de construcción y su coeficiente de transferencia

CONSTITUCION DE LA PARED	$U\left[\frac{W}{m^2 \cdot C}\right]$
Bloque 150 mm de espesor	3,45
Dry Wall con 100 mm de aislante	0,34
Dry Wall con espacio de aire	2,18
Ladrillo comun-espacio de aire- pared falsa	1,8
Ladrillo comun de 100 mm	3,4
Ladrillo comun de 100 mm con 10 mm de revoque	3,2
Placa de concreto de 40 cm y camaras de aire	0,083
Placa de concreto de 20 cm y camaras de aire	1,3

Fuente: Método para calcular cargas térmicas (Orozco H)

Tabla 3-9: Coeficientes de Conductividad térmica

MATERIALES	CONDUCTIVIDAD [$\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$]
Baldosa Calcareo	1,15
Baldosa de corcho	0,08
Baldosa de hormigon	1,15
Baldosa granítica	1,77
Baldosa ceramicas	0,7
Hormigon de cascotes de ladrillo 1600	0,075
Hormigon de cascotes de ladrillo 1800	0,092
Vidrio plano	0,58 - ,080
Ladrillo ceramico hueco 1000	0,041
Ladrillo ceramico hueco 1200	0,49
Ladrillo ceramico hueco 1400	0,61
Ladrillo cerámico hueco 800	0,34
Ladrillo hueco port. e= 12	0,41
Ladrillo hueco port. e= 18	0,41
Ladrillo común 1600	0,81
Ladrillo común 1800	0,91
Ladrillo común 2000	1,16
Ladrillo en concreto	0,81
Aire en reposo	0,024
Cielorrasos yeso enduido 800	0,46
Cielorrasos yeso enduido 1000	0,57
Cielorrasos yeso enduido 1200	0,74
Concreto	1,7

Fuente: Diseño de un sistema de aire acondicionado. (Pardo, 2008)

3.5.5 Barreras interiores

Estas cargas son todas las que se dan debido a pisos, paredes, cielos y divisiones arquitectónicas que se encuentran en la parte interna de la edificación. Estas barreras no están expuestas a los rayos solares la transferencia de calor, se dan por conducción. El material que las constituyen, puede hacer que se genere más calor o menos calor este tipo de material influye altamente en el cálculo de las cargas finales.

Para calcular el calor transferido desde espacios interiores sin acordonar hacia los que cuentan con sistema acondicionado por medio de pisos, divisiones, cielos falsos, se calcula mediante la Ecuación 3. 7.

$$\dot{Q}_{2 \text{ int}} = U * A * \Delta T = U * A * (T_E - T_L - 5 \text{ } ^\circ\text{C}) = U * A * (T_E - T_L - 3 \text{ } ^\circ\text{C}) \quad (3.8)$$

En lugares donde el calor es considerable se utiliza la expresión (ver Ecuación (3. 8))

$$\dot{Q}_{2 \text{ int}} = U * A * (T_E - T_L - \Delta T) \quad (3.9)$$

ΔT toma valores que oscilan entre 8 $^\circ\text{C}$ y 14 $^\circ\text{C}$ por lo que es recomendable un valor promedio de estos dos valores.

3.5.6 Carga térmica debido a luces

Este tipo de carga es el que tiene implementado cada edificación según sus necesidades, son una fuente importante en la ganancia de calor en las instituciones educativas gran parte del día se encuentran funcionando. La transferencia de calor por luces se da mediante radiación. Existen varios factores que inciden en las cargas generadas por luces como los son:

- Tipo de bombillas.
- Cantidad y cuantas se encuentran encendidas.
- Modo de ubicación (colgante o empotrada).
- Posición de las luces (entiladas o aisladas).
- Componentes integrados (reactores o balastros).

Las ecuaciones con las cuales calcularemos las cargas por luces son las siguientes:

$$\dot{Q}_3 = \dot{Q}_{3L} + \dot{Q}_{3F} + \dot{Q}_{3N} \quad (3.9)$$

$$\dot{Q}_{3L} = \sum(W_L * F_u * CLF_{Luces}) \quad (3.10)$$

$$\dot{Q}_{3F} = \sum(W_F * 1,2 * F_u * CLF_{Luces}) \quad (3.11)$$

$$\dot{Q}_{3N} = \sum(W_N * 1,2 * F_u * CLF_{Luces}) \tag{3.12}$$

Donde:

W_L = Potencia de lámparas incandescentes en watt

W_F = Potencia de lámparas fluorescenes en watt

W_N = Potencia de lámparas de neón en watt

F_u : Factor de utilización $\frac{\# \text{ lámparas encendidas}}{\# \text{ lámparas totales}}$

CLF_{Luces} = Factor de carga de enfriamiento, se obtiene de la Tabla 3.10

Tabla 3-10: Factor de carga por enfriamiento por luces (CLF)

Nº DE HR DESPUES DE ENCENDIDAS LAS LUCES	X**		Y***	
	HORAS DE OPERACIÓN		HORAS DE OPERACIÓN	
	10	16	10	16
0	0,08	0,19	0,01	0,05
1	0,62	0,72	0,76	0,79
2	0,66	0,75	0,81	0,83
3	0,69	0,77	0,84	0,87
4	0,73	0,80	0,88	0,89
5	0,75	0,82	0,9	0,91
6	0,78	0,84	0,92	0,93
7	0,80	0,85	0,93	0,94
8	0,82	0,87	0,95	0,95
9	0,84	0,88	0,96	0,96
10	0,85	0,89	0,97	0,97
11	0,32	0,90	0,22	0,98
12	0,29	0,91	0,18	0,98
13	0,26	0,92	0,14	0,98
14	0,23	0,93	0,12	0,99
15	0,21	0,94	0,09	0,99
16	0,19	0,94	0,08	0,99
17	0,17	0,40	0,06	0,24
18	0,15	0,36	0,05	0,20

** Lámparas no ventiladas, rejillas debajo del cielo raso

*** Lámparas ventiladas o que cuelgan libremente

Fuente: Aire acondicionado y refrigeración (Pereira, 2013)

3.5.7 Carga térmica debido a personas

Las personas que interactúan con el espacio que va a ser refrigerado, aportan calor sensible en una cantidad importante a su vez el calor latente que hace evidente el aumento de carga total de enfriamiento en el espacio considerado.

El calor que genera una persona depende de diversos factores como: el peso, la edad, y actividad que realiza.

Las ecuaciones que se utilizarán para el cálculo de cargas por personas serán:

$$\dot{Q}_4 = \dot{Q}_{4S} + \dot{Q}_{4L} \quad (3.13)$$

$$\dot{Q}_{4S} = \sum_{i=1}^n (NP * \dot{Q}_p * PS * CLF_{Personas})_i \quad (3.14)$$

$$\dot{Q}_{4L} = \sum_{j=1}^n [NP * \dot{Q}_p (1 - PS)]_i \quad (3.15)$$

Dónde:

NP: Número de personas

\dot{Q}_p : Ganancia de calor por persona, valores de referencia en las tablas 3.11 y 3.12

PS: Porcentaje de carga sensible

$CLF_{personas}$: Factor de carga de enfriamiento de ocupates, se obtiene de la tabla 3.13

Tabla 3-11: Calor ganado ejecutando rutinas comunes

Actividad	Qp (w)	PS
Durmiendo	70	0,70
Sentado	100	0,60
Parado	150	0,50
Trabajo de oficina	150	0,55
Enseñando	175	0,50
Caminando (83 Kh/h)	305	0,35
Industrial	300-600	0,35

Fuente: Método para calcular cargar térmicas (Orozco H)

Tabla 3-12: Valores de ganancia de calor de personas realizando actividades cotidianas específicas.

GRADO DE ACTIVIDAD	APLICACION TIPICA	Calor total, hombres adultos		Calor total ajustado		Calor sensible		Calor latente	
		W	Btu/hr	W	Btu/hr	W	Btu/hr	W	Btu/hr
Sentados en un teatro	Teatro (matinée)	114	390	97	330	66	225	31	105
Sentados en un teatro	teatro (función nocturna)	114	390	103	350	72	245	31	105
Sentados, haciendo un trabajo ligero	oficinas, hoteles, departamentos	132	450	117	400	72	245	45	155
Realizando trabajo moderado de la oficina	oficinas, hoteles, departamentos	139	475	132	450	73	250	59	200
Parados, haciendo un trabajo ligero o caminando	Tiendas de departamentos, tienda al menudeo	162	550	132	450	73	250	59	200
Caminando o de pie	Farmacia, banco	162	550	146	500	73	250	73	250
Realizando un trabajo sedentario	Restaurante	144	490	162	550	81	275	81	275
Haciendo un trabajo de banco ligero	Fabrica	253	800	20	750	81	275	139	475
Bailando a ritmo moderado	Salòn de baile	264	900	249	850	89	305	160	545
Caminando a 3 MPH; haciendo un trabajo a maquina ligero	Fabrica	293	1000	293	1000	110	375	183	625
Jugando a los bolos	Boliche	440	1500	425	1450	170	580	255	870
Realizando un trabajo pesado	Fabrica	440	1500	425	1450	170	580	255	870
Manejando maquinaria pesada, levantando objetos	Fabrica	469	1600	469	1600	186	635	283	965
Haciendo rutinas atleticas	Gimnasio	586	2000	2000	1800	208	710	320	1090

Fuente: (ASHRAE, 1985)

Tabla 3-13: Factor de enfriamiento por ocupante para calor sensible CLF

Horas despues de entrada al Espacio	Total del Horas en el Espacio							
	2	4	6	8	10	12	14	16
1	0,49	0,49	0,50	0,51	0,53	0,55	0,58	0,62
2	0,58	0,59	0,60	0,61	0,62	0,64	0,66	0,70
3	0,17	0,66	0,67	0,67	0,69	0,70	0,82	0,75
4	0,13	0,71	0,72	0,72	0,74	0,75	0,77	0,79
5	0,10	0,27	0,76	0,76	0,70	0,79	0,80	0,82
6	0,08	0,21	0,79	0,80	0,80	0,81	0,83	0,85
7	0,07	0,16	0,34	0,82	0,83	0,84	0,85	0,87
8	0,06	0,14	0,26	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88
9	0,05	0,11	0,21	0,38	0,87	0,88	0,89	0,90
10	0,04	0,10	0,18	0,30	0,89	0,89	0,90	0,91
11	0,04	0,08	0,15	0,25	0,42	0,91	0,91	0,92
12	0,03	0,07	0,13	0,21	0,34	0,92	0,92	0,93
13	0,03	0,06	0,11	0,18	0,28	0,45	0,93	0,94
14	0,02	0,06	0,10	0,15	0,23	0,96	0,94	0,95
15	0,02	0,05	0,08	0,13	0,20	0,30	0,47	0,95
16	0,02	0,04	0,07	0,12	0,17	0,25	0,38	0,96
17	0,02	0,04	0,06	0,10	0,15	0,21	0,31	0,49
18	0,01	0,03	0,06	0,09	0,13	0,19	0,26	0,39

Fuente: (ASHRAE, 1985)

3.5.8 Carga térmica debido infiltraciones de aire

Las cargas por infiltraciones de aire son aquellas que ingresan al recinto por aberturas, ventanas, grietas y puertas que están en la periferia del lugar calculado. Estas cargas generan aumento en la ganancia de calor sensible y latente. Básicamente hay diversos factores que influyen en este tipo de infiltraciones, algunos son la magnitud y la dirección del viento, tipo de la construcción, diferencial de temperatura, el uso de las puertas y ventanas (frecuencia de abertura), como dato general es imposible calcular con exactitud la velocidad de infiltración de aire en el recinto.

Normalmente las cargas por infiltraciones de aire son pequeñas y oscilan entre 1% y 2%. En muchas construcciones se opta por sellar las ventanas con el fin de tener un mejor control sobre las infiltraciones.

3.5.9 Cargas por renovaciones y cambios de hora

Este tipo de cargas cumplen un papel importante para los sistemas de aire acondicionado basados en el Estándar 62.1/2001 de ASRHAE, en fundamental en instituciones hospitalarias y médicas. Al igual que en las infiltraciones por aire hay ganancia de calor latente y sensible.

Las ecuaciones mediante las cuales se calcularán las cargas por infiltraciones de aire y cargas por renovaciones de aire son de la 3.17 a la 3.23:

Ganancia total por infiltraciones y renovaciones

$$\dot{Q}_S = (\dot{Q}_{5S} + \dot{Q}_{5L}) + (Q_{5'S} + Q_{5'L}) \quad (3.16)$$

Ganancia por infiltraciones

$$\dot{Q}_{5S} = \rho_E * \forall in * C_P * (T_E - T_L) \quad (3.17)$$

$$\dot{Q}_{5L} = \rho_E * \forall in * (\omega_E - \omega_L) * h_{fg} \quad (3.18)$$

$$\forall in = NCH_{IN} * V_{Cuarto} \quad (3.19)$$

$$NCH_{IN} = a + b * v_{aire} + c * (T_E - T_L) \quad (3.20)$$

Ganancia por renovaciones

$$\dot{Q}_{5'S} = 1,08 * \forall E * 1,8 * (T_E - T_L) \quad (3.21)$$

$$\dot{Q}_{5'L} = 0,68 * \forall E * (\omega_E - \omega_L) \quad (3.22)$$

Dónde:

\dot{Q}_S : Carga debido a infiltraciones (W ó BTU/h)

$\dot{Q}_{5S} \dot{Q}_{5L}$: Carga debido a infiltraciones (W ó BTU/h)

$\dot{Q}_{5'S} \dot{Q}_{5'L}$: *Carga para cambios por hora y renovaciones de aire para calor sensible*
(W ó BTU/h)

ρ_E : Densidad del aire (kg/m³)

$\forall in$: Caudal (m³/h)

C_p : Calor específico del aire ($\frac{KJ}{kg * ^\circ K}$)

T_E : Temperatura al exterior (°C ó °F)

T_L : Temperatura interior (°C ó °F)

ω_E : Humedad $\frac{Kg \text{ agua}}{Kg \text{ aire seco}}$

ω_L : Humedad al interior del lugar en $\frac{Kg \text{ agua}}{Kg \text{ aire seco}}$

h_{fg} : Entalpía del agua a la presión de vapor del aire $\frac{KJ}{Kg}$; a, b, c: Coeficiente dependiente del tipo de construcción los cuales podemos ver en la tabla 3.14.

Tabla 3-14: Coeficiente según el tipo de construcción para cálculo de infiltraciones de aire

TIPO DE CONSTRUCCION	a	b	C
Apretado o Aislado	0,15	0,01	0,007
Promedio (Ladrillo)	0,2	0,018	0,014
Ligera (Madera)	0,25	0,02	0,022

Fuente: (Orozco H)

3.5.10 Carga por electrodomésticos

La consideración de este tipo de cargas es de gran importancia, ya que los electrodomésticos liberan gran cantidad de calor cuando están en funcionamiento, los artículos como televisores, ventiladores, planchas, lavadoras, neveras, es vital tener en cuenta todos estos elementos al momento de realizar el cálculo de cargas térmicas. Para el cálculo de este tipo de cargas se tendrán en consideración las siguientes ecuaciones 3.24 a la 3.2:

$$\dot{Q}_6 = (\dot{Q}_{6S} + \dot{Q}_{6L}) \quad (3.23)$$

$$\dot{Q}_{6S} = \sum_{k=1}^m (\dot{Q}_{SE} * NE * Fu * CLF)_k \quad (3.24)$$

$$\dot{Q}_{6L} = \sum_{k=1}^m (\dot{Q}_{LE} * NE * Fu)_k \quad (3.25)$$

$$Fu = \frac{\# \text{ equipos en funcionamiento (hora de cálculo)}}{\text{Total de equipos}} * \frac{\text{min.en funcionamiento}}{60 \text{ min.}} \quad (3.26)$$

Donde:

\dot{Q}_6 : Carga por electrodomésticos y equipos térmicos $(W \text{ ó } \frac{BTU}{h})$

$\dot{Q}_{6S} \dot{Q}_{6L}$: Carga por electrodomésticos y equipos térmicos para calor

sensible y latente $(W \text{ ó } \frac{BTU}{h})$

\dot{Q}_{SE} : Potencia disipada en forma de calor sensible por el equipo

\dot{Q}_{LE} : Potencia disipada en forma de calor latente por el equipo

NE : Número de equipos

F_u : Fracción de los equipos en funcionamiento

CLF : Factor de carga de enfriamiento ver tabla 3.15

Tabla 3-15: Factor de carga de equipos en función

Total de horas en operación	Horas despues de encendido el equipo													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	0,27	0,40	0,25	0,18	0,14	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03
4	0,28	0,41	0,51	0,59	0,39	0,30	0,24	0,70	0,16	0,14	0,12	0,10	0,09	0,08
6	0,29	0,42	0,52	0,59	0,65	0,70	0,48	0,75	0,30	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14
8	0,31	0,44	0,54	0,61	0,66	0,71	0,75	0,79	0,55	0,43	0,35	0,30	0,25	0,22
10	0,33	0,46	0,55	0,62	0,68	0,72	0,76	0,82	0,81	0,84	0,61	0,48	0,39	0,33
12	0,36	0,49	0,58	0,64	0,69	0,74	0,77	0,85	0,82	0,85	0,87	0,88	0,64	0,51
14	0,40	0,52	0,61	0,67	0,72	0,76	0,79	0,87	0,84	0,86	0,88	0,89	0,91	0,92
16	0,45	0,57	0,65	0,70	0,75	0,78	0,81	0,88	0,88	0,87	0,89	0,90	0,92	0,93
18	0,52	0,63	0,70	0,75	0,79	0,82	0,84	0,90	0,86	0,89	0,91	0,92	0,93	0,94

Fuente: (ASHRAE, 1985)

Tabla 3-16: Calor disipado equipos de computo

Equipo	Descripción	Potencia de placa [W]	Potencia media [W]
Computador de escritorio	2,8 GHz, 1GB de RAM	480	73
	3,0 GHz, 2GB de RAM	690	77
Monitor pantalla plana	Dimensión 30"	383	90
	Dimensión 22"	360	36
	Dimensión 19"	288	28

Fuente: (Handbook, 2013)

3.5.11 Carga por equipos eléctricos (motores eléctricos)

Para este tipo de cargas son todos aquellos equipos eléctricos que cuenten con motores eléctricos que disipen potencia en forma de calor. Estas cargas se calculan mediante las ecuaciones 3.28 y 3.29

$$\dot{Q}_7 = \sum_{k=1}^m (\dot{W}_m * NE * F_c * F_{dm} * F_u * CLF)_k \tag{3.27}$$

$$F_u = \frac{\# \text{ equipos en funcionamiento (hora de cálculo)}}{\text{Total de equipos}} * \frac{\text{min.en funcionamiento}}{60 \text{ min.}} \tag{3.28}$$

Dónde:

\dot{Q}_7 : Carga por equipos eléctricos (W ó $\frac{BTU}{h}$)

\dot{W}_m : Potencia disipada en forma de calor por el motor ($\approx 50\%V$)

NE : Número de motores

F_c : Factor de carga, normalmente igual a 1

F_{DM} : Factor de ubicación del motor y la máquina ver la tabla 3.17

F_u : Fracción de los equipos en funcionamiento

CLF : Factor de carga de enfriamiento tomados de la tabla 3.1

Tabla 3-17: Ganancia de calor para motores eléctricos comunes

Características del motor				Ubicación del motor y del equipo respecto al área acondicionada					
Motor (HP)	Tipo de Motor	Nomina RPM	Carga Total eficiencia Motor %	A		B		C	
				Motor in Equipo in	w	Btu/ hr	Motor in Equipo in	w	Btu/ hr
0,05	polo oculto	1500	35	105,60	360	38,13	130	70,40	240
0,08	polo oculto	1500	35	170,13	580	58,67	200	111,47	380
0,125	polo oculto	1500	35	260,00	900	93,87	320	173,07	590
0,16	polo oculto	1500	35	340,27	1160	117,33	400	222,93	760
0,25	1-fase	1750	54	346,13	1180	187,73	640	158,40	540
0,33	1-fase	1750	56	440,00	1500	246,40	840	193,60	660
0,5	1-fase	1750	60	621,87	2120	372,53	1270	249,33	850
0,75	3-fase	1750	72	777,33	2650	557,33	1900	217,07	740
1	3-fase	1750	75	994,40	3390	748,00	2550	249,33	850

Fuente: (Pardo, 2008)

Tabla 3-18: Factor de ubicación del motor y la maquina

F_{DM}	Ubicación
$1/\eta_m$	Motor y maquina dentro del local
$(1/\eta_m)/\eta_m$	Motor y maquina afuera
1	Motor afuera, maquina adentro

Fuente: (Pardo, 2008)

3.6 Cálculo de cargas térmicas para el primer piso del bloque A

Para el desarrollo de las ecuaciones se tomarán los datos que tenemos en los numerales 3.2, 3.3 y 3.4, las cuales corresponden a las condiciones de diseño del interior del bloque A y las condiciones exteriores.

Algunos parámetros que se tendrán en cuenta al momento del cálculo de las cargas térmicas serán:

- En las ventanas del bloque se sugiere que estas se encuentren bien selladas para evitar entrada de aire exterior.
- Al momento del cálculo de ganancia de calor por radiación solar se asumirá el caso más crítico, y la ocupación máxima de personas en cada punto.
- Para sitios de almacenamiento, baños, cocina y lockers no serán climatizados, pero se contará con un sistema de extracción con pérdida al exterior.
- Para los cálculos por cargas térmicas solo se mostrarán los de la oficina de secretaria académica paso a paso de los cálculos, el resto de oficinas y pisos se presentarán en una tabla dentro de los anexos A donde se podrá observar los resultados de cada carga obtenida.

3.6.1 Cargas halladas para el primer piso

3.6.1.1 Carga solar vidrios oficinas

En el bloque A se tiene la particularidad que todas las ventanas de la periferia tienen una altura de 1.40 m de altura y extiende por la pared que da al exterior.

- Vidrios pared Noroeste (oficina Académica)

$$A_{sol} = (3,60\text{m} * 1,40\text{m}) * (0,9)_{\text{Marco de la ventana}} = 4,54 \text{ m}^2$$

$$A_{som} = 0$$

$$SHGF_{\text{junio, NE}} = 202 \text{ BTU/h} * \text{ft}^2 = 631,31 \text{ W/m}^2$$

$$\text{Factor de corrección para coeficiente de sombreado } SC = 1$$

$$\text{Factor de carga de enfriamiento para vidrio } CLF_{15h, NE} = 0,52$$

$$\dot{Q}_1 = \sum_{j=1}^N (Q_j^{Directa} + Q_j^{Difusa}) \quad (3.2)$$

$$\dot{Q}_{1j}^{Directa} = (A_{sol} * SHGF * SC * CLF) \quad (3.3)$$

$$\dot{Q}_{1J}^{Difusa} = (A_{som} * SHGF_N * SC * CLF_N) \quad (3.4)$$

$$\dot{Q}_{1J}^{Directa} = 4,54 \text{ m}^2 * 631,31 \text{ W/m}^2 * 1 * 0,52 = 1490,39 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{1J}^{Difusa} = 0$$

$$\dot{Q}_1 = 1490,39 \text{ W}$$

Utilizando la ecuacion 3.6 de la sección 3-5-4 se calcula la carga por conducción en los vidrios

$$Q_{1cond.} = U * A * (T_E - T_L) = 6.3 * 4.54 * (29 - 23) = 171.612 \text{ W}$$

- Vidrios pared Sureste (oficina Académica)

$$Asol = 0$$

$$Asom 1 = (2,50\text{m} * 1,40\text{m}) * (0,9)_{\text{Marco de la ventana}} = 3,15 \text{ m}^2$$

$$Asom 2 = (2,50\text{m} * 1,40\text{m}) * (0,9)_{\text{Marco de la ventana}} = 3,15 \text{ m}^2$$

$$Asom Total = 3.15 + 3.15 = 6,30 \text{ m}^2$$

$$SGHF_{junio, SE} = 110 \text{ BTU/h}^2 * \text{ft}^2 = 346,94 \text{ W/m}^2$$

$$SC = 1$$

$$CLF_{15h, NE} = 0,82$$

Se realiza el cálculo con las ecuaciones 3.2, 3.3 y 3.4

$$\dot{Q}_{1J}^{Directa} = 0$$

$$\dot{Q}_{1J}^{Difusa} = 6,30 \text{ m}^2 * 346,94 \text{ W/m}^2 * 1 * 0,82 = 1792,292 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_1 = 1792,292 \text{ W}$$

Cálculo de carga por conducción en el vidrio

$$Q_{1cond.} = U * A * (T_E - T_L) = 6.3 * 6.3 * (29 - 22) = 277.830 \text{ W}$$

Carga térmica total por vidrios

$$\dot{Q}_1 = 2146,95 \text{ W} + 288,41 \text{ W} + 1792,29 \text{ W} + 277,830 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_1 = 4505,48 \text{ W}$$

Cálculo de cargas térmicas por barreras interiores

- Paredes

$$A = (2,70\text{m} * 2,673\text{m}) = 7,22\text{m}^2$$

$$U_{\text{Ladrillo común}} = 3,4 \text{ W} / \text{m}^2 * \text{°C}$$

$$T_E = 29 \text{ °C}$$

$$T_L = 23 \text{ °C}$$

$$\dot{Q}_{2 \text{ int}} = U * A * (T_E - T_L - \Delta T) \quad (3.9)$$

$$Q_{2 \text{ Int}} = 3,4 * 7,22 * (29 - 23 - 3 \text{ °C})$$

$Q_{2 \text{ Int}} = 73,64 \text{ W} * 3 = 220,92 \text{ W}$ se multiplica por tres por que cuenta con tres oficinas idénticas al interior del aula 101 (oficina secretaria académica).

- Carga térmica por el piso

$$A = (5,902 \text{ m} * 6,346 \text{ m}) = 37,45 \text{ m}^2$$

$$U_{\text{Baldosa}} = 1,77 \text{ W} / \text{m}^2 * \text{°C}$$

$$T_E = 29 \text{ °C}$$

$$T_L = 23 \text{ °C}$$

$$\dot{Q}_{2 \text{ int}} = U * A * (T_E - T_L - \Delta T) \quad (3.9)$$

$$Q_{2 \text{ Int}} = 1,77 * 37,45 * (29 - 23 - 3 \text{ °C})$$

$$Q_2 = 220,92 + 198,86 \text{ W}$$

$$Q_2 = 419,78 \text{ W}$$

3.6.1.2 Carga térmica debido a luces

- Lámparas fluorescentes

$$N_{\text{Lam. F}} = 8$$

$$W_F = 39 \text{ W}$$

$$F_u = 1$$

$$CLF = 1$$

$$\dot{Q}_{3F} = \sum(W_F * 1,2 * F_u * CLF_{Luces}) \quad (3.29)$$

$$\dot{Q}_{3F} = 8(39 * 1,2 * 1 * 1) = 46,8 W$$

$$\dot{Q}_3 = 46,8 W$$

3.6.1.3 Carga térmica debido a personas

$$\dot{Q}_4 = \dot{Q}_{4S} + \dot{Q}_{4L} \quad (3.30)$$

$$\dot{Q}_{4S} = \sum_{i=1}^n (NP * \dot{Q}_P * PS * CLF_{Personas})_i \quad (3.31)$$

$$\dot{Q}_{4L} = \sum_{j=1}^n [NP * \dot{Q}_P(1 - PS)]_i \quad (3.32)$$

- tres ocupantes

$$NP = 2$$

$$\dot{Q}_P = 150 W \text{ (Trabajo en oficina)}$$

$$PS = 0,55$$

$$CLF_{Personas} = 0,84$$

$$\dot{Q}_{4S} = 2 * 150 * 0,55 * 0,84 = 138,6 W$$

$$\dot{Q}_{4L} = 2 * 150 * (1 - 0,55) = 135 W$$

Carga total por personas

$$\dot{Q}_4 = 138,6 + 135 = 273,6 W$$

3.6.1.4 Cargas térmicas debido a infiltraciones de aire y renovaciones de aire exterior

Ganancia térmica por infiltraciones

$$\dot{Q}_{5S} = \rho E * \forall in * C_P * (T_L - T_L) \quad (3.33)$$

$$\dot{Q}_{5L} = \rho_E * \forall in * (\omega_E - \omega_L) * h_{fg} \quad (3.34)$$

$$\forall in = NCH_{IN} * V_{Cuarto} \quad (3.35)$$

$$NCH_{IN} = a + b * v_{aire} + c * (T_E - T_L) \quad (3.36)$$

Cómo se mencionó en la sección 3.5.8 las cargas por infiltraciones son las más pequeñas oscilan en el 1% y 2%, por tal motivo se tomará el valor más alto del 2% de la carga térmica total calculada para cada recinto.

Ganancia térmica por renovaciones

$$\dot{Q}_{5'S} = 1,08 * \forall_E * 1,8 * (T_E - T_L) \quad (3.37)$$

$$\dot{Q}_{5'L} = 0,68 * \forall_E * (\omega_E - \omega_L) \quad (3.38)$$

$$T_E = 29 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_L = 23 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\omega_E = 160,1 \text{ gramos}$$

$$\omega_L = 68,23 \text{ gramos}$$

$$\forall_{interior} = 37,45 \text{ m}^2 * 2,7\text{m} = 101,12 \text{ m}^3$$

$$\forall_E = \forall_{interior} * ACH \text{ (Renovación de aire por hora)}$$

$$\forall_E = 101,12 \text{ m}^3 * 4 = 404,48 \text{ m}^3/\text{h} \text{ con una equivalencia de } 238,068 \text{ cfm}$$

$$\dot{Q}_{5'S} = 1,08 * \forall_E * 1,8 * (T_E - T_L)$$

$$\dot{Q}_{5'S} = 1,08 * 238,068 * 1,8 * (29 - 23) * 1/3,412$$

$$\dot{Q}_{5'S} = 813,841 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{5'L} = 0,68 * 238,068 * (160,1 - 68,23)$$

$$\dot{Q}_{5'L} = 0,68 * 238,068 * (160,1 - 68,23) * 1/3,412$$

$$\dot{Q}_{5'L} = 4358,87 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_5 = 813,481 \text{ W} + 4358,87 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_5 = 5172,351 \text{ W}$$

3.6.1.5 Cargas térmicas debida a electrodomésticos y equipos de generación térmica

- Ganancia de carga térmico de equipos en la oficina

Computador de mesa: 77 W

Monitor pantalla plana: 36 W

F_u: 1

CLF: 0,79 (para 8 horas de operación)

$$\dot{Q}_{6S} = \sum_{k=1}^m (\dot{Q}_{SE} * NE * Fu * CLF)_k \quad (3.39)$$

$$\dot{Q}_{6L} = \sum_{k=1}^m (\dot{Q}_{LE} * NE * Fu)_k \quad (3.40)$$

$$\dot{Q}_{6S} = 113 * 3 * 1 * 0,79 = 267,81 W$$

$$\dot{Q}_{6L} = 0$$

$$\dot{Q}_6 = 267,81 W$$

3.6.1.6 Cargas térmicas debido a motores eléctricos

Dentro de este recinto de oficinas no se encuentran ningún motor eléctrico, por tal motivo esta carga se asumirá como cero.

$$\dot{Q}_7 = 0 W$$

3.6.1.7 Carga total calculada para la oficina 101 secretaria académica

El total de esta carga será la suma de todas las cargas térmicas calculadas en los numerales anteriores a saber:

$$\dot{Q}_{Total} = \dot{Q}_1 + \dot{Q}_2 + \dot{Q}_3 + \dot{Q}_4 + \dot{Q}_5 + \dot{Q}_6 + \dot{Q}_7$$

$$\dot{Q}_{Total} = 10685,83 W = 3.04 TR$$

En la tabla 3.19 se puede observar el resumen del total de cargas térmicas que corresponden a la oficina académica.

Tabla 3-19 : Cargas térmicas distribuidas en la oficina académica

OFICINA SECRETARIA ACADEMICA			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q1	4505,49	1,28	0,42
Q2	419,78	0,12	0,04
Q3	46,80	0,013	0,004
Q4	273,60	0,08	0,03
Q5	5172,35	1,47	0,48
Q6	267,80	0,08	0,03
Q7	0	0	0
Q total	10685,82	3,038	100

Fuente: Autor

El cálculo de la totalidad de las cargas podrá verse resumido en los anexos A, se presentan los cálculos en tablas iguales a tabla (3.19).

3.6.2 Caudal de impulsión para las áreas acondicionadas

Cuando se acondiciona un recinto se debe garantizar un caudal de aire a inyectar mínimo según ASHRAE 62/99, el caudal se constituye por el aire de renovación y el aire de recirculación. La expresión que se utiliza para dicho cálculo es la siguiente:

Aire de impulsión teórico

$$\dot{V}_i = \frac{Q_s}{\rho_1 * C_p * (T_L - T_{ADP})} \quad 3.41$$

En condiciones normales es decir estándar sobre el nivel del mar, se considera la ecuación de la siguiente forma:

$$\dot{V}_i = \frac{Q_s \text{ [BTU/h]}}{1,08 * (T_L - T_{SA}) \text{ [°F]}} * \frac{1}{1 - BF} \quad 3.42$$

3.6.3 Caudales de retorno y flujos de masa

Se determina mediante la ecuación (3.43) como se muestra:

$$\dot{V}_L = \dot{V}_i - \dot{V}_E \quad 3.43$$

\dot{V}_E es el caudal de aire por renovación o exterior.

3.7 Cálculo de caudal de retorno y caudal de impulsión

Para llevar a cabo el cálculo de los caudales de retorno para cada recinto y los caudales de impulsión, se tendrá en consideración que se dispondrá de dos máquinas de refrigeración las cuales se encargaran de distribuir el aire a los recintos del bloque A.

En la tabla (3.20) se hará la distribución de los equipos que se encargará del suministro de aire a cada recinto.

Tabla 3-20: Disposición de equipos para cada uno de los recintos a climatizar

UNIDAD MANEJADORA DE AIRE	LUGAR
EQUIPO 1	OFICINA SECRETARIA ACADEMICA
	OFICINA BIENESTAR UNIVERSITARIO
	OFICINA DIRECCION SEDE
	AULA A201
	AULA A202
	AULA A203
	AULA A204
	SALA DE AUDIOVISUALES A205
	AULA A301
	AULA A302
	AULA A303
	AULA A304
	AULA A4015
	AULA A402
	AULA A403
	AULA A404
	LABORATORIO DE FISICA A405
	AULA 501
	AULA 502
	EQUIPO 2
OFICINA DE PROFESORES PSICOLOGIA	
AULA A206	
AULA A207	
AULA A208	
AULA A209	
LABORATORIO DE QUIMICA	
LABORATORIO ELECTROMECANICA	
OFICINA COORDINACION	
AULA A406	
AULA A407	
AULA A408	
AULA A409	
AULA A504	
OFICINA MONITOR DE SISTEMAS	
SALA DE SISTEMAS	

Fuente: Autor

3.7.1 Caudal de impulsión para la unidad manejadora de aire

Para hacer el cálculo de este caudal es necesario conocer la carga sensible para cada recinto a acondicionar y hacer la suma total de la carga sensible y latente de cada recinto. Adicionalmente se debe hacer el cálculo del caudal por ventilación a personas.

- **Caudal por ventilación a personas**

$$Q_{\text{caudal}} = \text{Personas} \times Q \quad 3.44$$

Donde:

Personas: números de personas en el recinto a acondicionar

Q: Caudal de aire recomendado (m³/h), para este proyecto se tomará un caudal de aire recomendado de 17 m³/h según la tabla 45 de Handbook Carrier que se encuentra en la lista de anexos B.

- **Caudal por renovaciones de aire en el área**

$$Q_{\text{caudal}} = \frac{\# \text{ renovaciones}}{\text{hr}} * V \quad 3.45$$

Donde:

Q_{Caudal}: Caudal exterior a suministrar (m³/h)

de renovaciones: Renovaciones de aire por hora

V: Volumen del espacio a acondicionar

En la tabla (3.21) se proporcionará los datos de cálculo de aire exterior que se debe introducir en cada recinto, este aire está relacionado a las renovaciones de aire según el área que se va a acondicionar.

Tabla 3-21: Cantidad de aire exterior requerido en cada recinto

AIRE EXTERIOR QUE DEBE SER INTRODUCIDO A CADA RECINTO A ACONDICIONAR									
UNIDAD MANEJADORA DE AIRE	LUGAR	VOLUMEN DE DE CADA AREA M3	NUMERO DE PERSONAS	Q CAUDAL DE AIRE RECOMENDADO (m3/hr)	NUMERO DE RENOVACIONES POR HORA	CAUDAL POR VENTILACION A PERSONAS	CAUDAL POR RENOVACION DE AIRE EN EL AREA	Q: Caudal (m³/h)	CAUDAL DE SUMINISTRO PARA CADA RECINTO Q: Caudal (CFM)
EQUIPO 1	SECRETARIA ACADEMICA	101,2	3	17	6	51	607,2	658,2	387,402
	BIENESTAR UNIVERSITARIO	101,2	3	17	6	51	607,2	658,2	387,402
	DIRECCION SEDE	101,2	2	17	6	34	607,2	641,2	377,396
	AULA A201	79,97	25	17	6	425	479,82	904,82	532,557
	AULA A202	86,71	25	17	6	425	520,26	945,26	556,359
	AULA A203	87,4	25	17	6	425	524,4	949,4	558,796
	AULA A204	83,95	25	17	6	425	503,7	928,7	546,612
	SALA DE AUDIOVISUALES A205	124,2	25	17	6	425	745,2	1170,2	688,754
	AULA A301	84,18	25	17	6	425	505,08	930,08	547,425
	AULA A302	88,25	25	17	6	425	529,5	954,5	561,798
	AULA A303	86,27	25	17	6	425	517,62	942,62	554,805
	AULA A304	82,47	25	17	6	425	494,82	919,82	541,386
	AULA A401	79,97	25	17	6	425	479,82	904,82	532,557
	AULA A402	85,58	25	17	6	425	513,48	938,48	552,369
	AULA A403	85,58	25	17	6	425	513,48	938,48	552,369
	AULA A404	82,47	25	17	6	425	494,82	919,82	541,386
	LABORATORIO DE FISICA A405	124,77	25	17	6	425	748,62	1173,62	690,767
	AULA 501	80,06	25	17	6	425	480,36	905,36	532,875
	AULA 502	85,99	25	17	6	425	515,94	940,94	553,817
	EQUIPO 2	AULA DE APOYO	102,41	25	17	6	425	614,46	1039,46
OFICINA DE PROFESORES PSICOLOGIA		101,2	3	17	6	51	607,2	658,2	387,402
AULA A206		124,2	30	17	6	510	745,2	1255,2	738,783
AULA A207		86,68	25	17	6	425	520,08	945,08	556,253
AULA A208		86,68	25	17	6	425	520,08	945,08	556,253
AULA A209		87,83	25	17	6	425	526,98	951,98	560,315
LABORATORIO DE QUIMICA		79,28	20	17	6	340	475,68	815,68	480,091
LABORATORIO ELECTROMECANICA		413,81	25	17	6	425	2482,86	2907,86	1711,503
OFICINA COORDINACION		25,71	3	17	6	51	154,26	205,26	120,812
AULA A406		125,14	30	17	6	510	750,84	1260,84	742,103
AULA A407		85,58	25	17	6	425	513,48	938,48	552,369
AULA A408		85,28	25	17	6	425	511,68	936,68	551,309
AULA A409		85,99	25	17	6	425	515,94	940,94	553,817
AULA A504		173,69	30	17	6	510	1042,14	1552,14	913,556
OFICINA MONITOR DE SISTEMAS		76,54	2	17	6	34	459,24	493,24	290,310
SALA DE SISTEMAS		625,97	30	17	6	510	3755,82	4265,82	2510,768

Fuente: Autor

3.7.2 Caudal de suministro

El aire suministrado al recinto es el que proviene de las unidades manejadoras de aire, este aire es tratado para lograr las condiciones adecuadas de humedad y temperatura. Para lograr las condiciones adecuadas es necesario definir un factor de Bypass el cual es el porcentaje de aire que pasa a través del serpentín sin sufrir cambios de temperatura. Por tal motivo, para este proyecto de grado se ha definido un factor de bypass de 0,1, debido a que las condiciones de calor sensible son considerablemente altas. La ecuación (3.47) que es la que utilizaremos para determinar el caudal de suministro del equipo 1 y el equipo 2.

En las tablas (3.22 y 3.23) se podrá ver el resumen de las cargas latentes y sensibles calculadas en los numerales anteriores.

Tabla 3-22: Resumen de cargas latentes y sensibles para la manejadora de aire uno

UNIDAD MANEJADORA DE AIRE	LUGAR	CARGA SENSIBLE EN (Watt)	CARGA LATENTE EN (Watt)
EQUIPO 1	SECRETARIA ACADEMICA	1173,60	3102,62
	BIENESTAR UNIVERSITARIO	588,20	2716,15
	DIRECCION SEDE	1173,60	3102,62
	AULA A201	3700,50	3545,71
	AULA A202	3606,90	3560,15
	AULA A203	3606,90	3556,15
	AULA A204	3700,50	3545,71
	SALA DE AUDIOVISUALES A205	3606,90	3556,15
	AULA A301	3700,50	3545,71
	AULA A302	3606,90	3556,15
	AULA A303	3606,90	3556,15
	AULA A304	3700,50	3545,71
	AULA A401	3700,50	3545,71
	AULA A402	3606,90	3556,15
	AULA A403	3606,90	3556,15
	AULA A404	3700,50	3545,71
	LABORATORIO DE FISICA A405	3606,90	3556,15
	AULA 501	3462,90	3545,71
	AULA 502	3462,90	3545,71
		TOTAL	60919,40

Fuente: Autor

Tabla 3-23: Resumen de cargas latentes y sensibles para la manejadora de aire dos

UNIDAD MANEJADORA DE AIRE	LUGAR	CARGA SENSIBLE EN (Watt)	CARGA LATENTE EN (Watt)	
EQUIPO 2	AULA DE APOYO	2200,50	3572,70	
	OFICINA DE PROFESORES PSICOLOGIA	588,20	2716,15	
	AULA A206	8255,60	4876,14	
	AULA A207	2300,00	3571,90	
	AULA A208	3606,90	3573,92	
	AULA A209	3606,90	3573,92	
	LABORATORIO DE QUIMICA	2305,40	4645,43	
	LABORATORIO ELECTROMECHANICA	5707,70	3545,71	
	OFICINA COORDINACION	1296,60	2287,57	
	AULA A406	8255,60	4876,14	
	AULA A407	2300,50	3571,90	
	AULA A408	3606,90	3573,92	
	AULA A409	3606,90	3573,92	
	AULA A504	4943,00	5799,48	
	OFICINA MONITOR DE SISTEMAS	2495,00	1896,91	
	SALA DE SISTEMAS	6117,00	15689,84	
		TOTAL	61192,70	71345,55

Fuente: Autor

$$Q_{\text{suministro}} = \frac{Q_{se}}{0.337 \times (1-F_b) \times (T_{ccm} - ADP)} \quad 3.46$$

Donde:

Q_{suministro}: caudal de suministro (m³/hr).Q_{se}: Calor sensible efectivo (Watt).F_b: Factor Bypass (ad).T_{ccm}: Temperatura en el CCM (°C).

ADP: Temperatura de punto de rocío (°C).

Caudal de suministro equipo 1

$$Q_{\text{suministro}} = \frac{60919.4}{0.337 \times (1-0.1) \times (23 - 10)} = 15450.40 \text{ m}^3/\text{hr} = 9093.76 \text{ ft}^3/\text{m}$$

Caudal de suministro equipo 2

$$Q_{\text{suministro}} = \frac{61192.7}{0.337 \times (1-0.1) \times (23 - 10)} = 15519.72 \text{ m}^3/\text{hr} = 9134.56 \text{ ft}^3/\text{m}$$

3.7.3 Caudal de aire de retorno

El aire de retorno es el que se tomó procedente del espacio acondicionado, este aire debe mezclarse con el aire exterior para ser tratado por la unidad manejadora de aire, esto con el fin de lograr las condiciones de temperatura y humedad determinadas. Para calcular el caudal de retorno lo haremos con la formula (3.48):

$$Q_{ar} = Q_{as} - Q_{ae} \quad (3.47)$$

Donde:

Q_{ar} : Caudal de aire de retorno (m^3/hr).

Q_{as} : Caudal de aire de suministro (m^3/hr).

Q_{ae} : Caudal de aire exterior (m^3/hr).

Caudal de aire de retorno equipo 1

$$Q_{ar} = 15450,40 - 2724$$

$$Q_{ar} = 12726,4 \text{ m}^3/hr = 7490,48 \text{ CFM}$$

Caudal de aire de retorno equipo 2

$$Q_{ar} = 15519,72 - 2724$$

$$Q_{ar} = 12795,72 \text{ m}^3/hr = 7531,28 \text{ CFM}$$

En este capítulo se calcularon las cargas térmicas debido a techos, pisos, luces, ventanas y paredes en cada uno de los recintos que componen el piso uno del bloque A. en la tabla 3-19 se muestra el porcentaje de carga refrigerada que debe ingresar en cada área según los datos obtenidos. Según los caudales de suministro y retorno obtenidos se seleccionan dos unidades manejadoras de aire que se encargaran del suministro.

Se hizo un resumen de carga sensible y latente para cada una de las unidades manejadoras, como se aprecia en las tablas 3-22 y 3-23 con el fin de determinar cuál es el tipo de carga predominante y poder tener un mejor control de los factores como la humedad y el Bypass.

4. Diseño y disposición del sistema de ductos

En el funcionamiento de sistemas de climatización es preciso contar con diferentes elementos como tuberías de refrigeración, ductos encargados de la distribución de aire y los elementos requeridos para el óptimo funcionamiento del sistema calculado. Todo esto con el fin de garantizar que el sistema de climatización lleve el aire de la forma adecuada a cada recinto contemplado en el diseño.

En los diseños y fabricación de los ductos utilizados en un sistema de climatización se deben considerar factores como: espacio disponible, niveles de ruido, difusión del aire, fugas de aire, pérdidas de presión, control de humo y balanceo de caudales.

4.1.1 Niveles de ruido recomendados para ductos en las aplicaciones de acondicionamiento de aire

Los sistemas de climatización además de garantizar las condiciones adecuadas de confort, deben proporcionar condiciones de confort ideales en cuanto a ruido y para casos específicos como lo son las aulas de clases donde se requiere niveles de concentración. En la selección del rango permisible de decibeles, se deben tener en cuenta factores como: sonidos del medio ambiente, el tipo de ocupación, el volumen de cada local y nivel de ruido que emite cada equipo de tratamiento de aire.

En la tabla 4-1 se muestra algunos valores sonoros recomendados para distintos sitios de ocupación. En el capítulo 3 se ha hecho un estudio previo, donde se ha determinado los caudales necesarios para cada área a refrigerar al tener en consideración los caudales de aire calculados para cada recinto, se procede a calcular los ductos necesarios para un caudal de suministro de 9093.76 cfm para la unidad manejadora de aire uno, 9134.56 cfm para la unidad manejadora dos. Se tiene en consideración las recomendaciones de velocidad del aire y las condiciones sonoras recomendadas para cada recinto.

Tabla 4-1: Valores recomendados para intensidad sonora en distintos sitios

Tipo de habitación	RC (N)	Tipo de habitación	RC (N)
Residencias, apartamentos, condominios, hoteles / moteles		Artes escénicas Espacios	
Habitaciones individuales o suites	25 a 35	Teatros dramáticos, conciertos y salas de recitales	25
Salas de reuniones / banquetes	25 a 35	Estudios de enseñanza musical	25
Pasillos, loobbies	35 a 45	Salas de ensayo de música	30 a 35
Areas de servicio/soporte	35 a 45		
Edificaciones con oficinas		Laboratorios (con campanas de extracción)	
Oficinas ejecutivas y privadas	25 a 35	Exámenes / investigación, comunicación mínima expresión	45 a 55
Salas de conferencias	25 a 35	De Investigación, de uso extensivo de teléfono	40 a 50
Salas de teleconferencias	< 25	Enseñanza a grupos	35 a 45
Oficinas abiertas	< 40	Iglesia, Mezquita, Sinagoga	
Pasillos y loobbies	40 a 45	Asamblea general con programación musical	35 a 35
Hospitales y Clínicas		Escuelas	
Cuartos privados	25 a 35	Aulas	25 a 30
Salas destinadas a un grupo de pasientes	30 a 40	Grandes salas de lectura	25 a 30
Quirofanos o salas de cirugía	25 a 35	Sin amplificación del habla	<25
Pasillos y las zonas comunes	30 a 40	bibliotecas	30 a 40
Salas de audiencias		Estadios, gimnasios interiores	
Sin amplificar el habla	25 a 35	Gimnasios y piscinas cubiertas	40 a 50
Habla amplificada	30 a 40	Grandes espacios - espacios de gran capacidad con amplificación del habla	45 a 55

Fuente: (ASHRAE, 1985)

Para el trazado de ducto y su posterior diseño se ha calculado la velocidad de 1700 (ft/min), para suministrar los caudales necesarios en las dos máquinas manejadoras de aire del sistema; las cuales tiene caudales de suministro de 9093,76 (ft³/min) y 9134,56 (ft³/min) respectivamente. Según la tabla 4-1 se trabaja en los rangos de 25 y 35 decibeles máximo.

Finalmente, en las tablas 4-2 y 4-3 se muestran la dimensión de los ductos que se utilizan en este proyecto.

Tabla 4-2: Dimensión de ductos para suministro de aire refrigerado para la unidad manejadora de aire número 1.

UNIDAD MANEJADORA DE AIRE	LUGAR	CAUDAL	DIAMETRO		ANCHO		ALTO	
			(in)	(m)	(in)	(m)	(in)	(m)
EQUIPO 1	DUCTO PRINCIPAL	1818,750	17	0,432	26	0,660	15	0,381
	SECRETARIA ACADEMICA	387,402	8	0,203	6	0,152	9	0,229
	BIENESTAR UNIVERSITARIO	387,402	8	0,203	6	0,152	9	0,229
	DIRECCION SEDE	377,396	8	0,203	6	0,152	9	0,229
	AULA A201	532,557	9	0,229	7	0,178	11	0,279
	AULA A202	556,359	9	0,229	7	0,178	11	0,279
	AULA A203	558,796	9	0,229	7	0,178	11	0,279
	AULA A204	546,612	9	0,229	7	0,178	11	0,279
	SALA DE AUDIOVISUALES A205	688,754	10	0,254	8	0,203	12	0,305
	AULA A301	547,425	9	0,229	7	0,178	11	0,279
	AULA A302	561,798	9	0,229	7	0,178	11	0,279
	AULA A303	554,805	9	0,229	7	0,178	11	0,279
	AULA A304	541,386	9	0,229	7	0,178	11	0,279
	AULA A4015	532,557	9	0,229	7	0,178	11	0,279
	AULA A402	552,369	9	0,229	7	0,178	11	0,279
	AULA A403	552,369	9	0,229	7	0,178	11	0,279
	AULA A404	541,386	9	0,229	7	0,178	11	0,279
	LABORATORIO DE FISICA A405	690,767	10	0,254	8	0,203	12	0,305
	AULA 501	532,875	9	0,229	7	0,178	11	0,279
	AULA 502	553,817	9	0,229	7	0,178	11	0,279

Fuente: Autor

Tabla 4-3: Dimensión de ductos para suministro de aire refrigerado para la unidad manejadora de aire número 2.

UNIDAD MANEJADORA DE AIRE	LUGAR	CAUDAL	DIAMETRO		ANCHO		ALTO	
			(in)	(m)	(in)	(m)	(in)	(m)
EQUIPO 2	DUCTO PRINCIPAL	1826,940	17	0,432	26	0,660	15	0,381
	AULA DE APOYO	611,803	10	0,254	8	0,203	12	0,305
	OFICNA DE PROFESORES PSICOLOGIA	387,402	8	0,203	5	0,127	11	0,279
	AULA A206	738,783	11	0,279	9	0,229	12	0,305
	AULA A207	556,253	9	0,229	7	0,178	11	0,279
	AULA A208	556,253	9	0,229	7	0,178	11	0,279
	AULA A209	560,315	9	0,229	7	0,178	11	0,279
	LABORATORIO DE QUIMICA	480,091	8,5	0,216	6	0,152	12	0,305
	LABORATORIO ELECTROMECHANICA	1711,503	14	0,356	11	0,279	15	0,381
	OFICINA COORDINACION	120,812	5	0,127	4	0,102	8	0,203
	AULA A406	742,103	11	0,279	9	0,229	12	0,305
	AULA A407	552,369	9	0,229	7	0,178	11	0,279
	AULA A408	551,309	9	0,229	7	0,178	11	0,279
	AULA A409	553,817	9	0,229	7	0,178	11	0,279
	AULA A504	913,556	12	0,305	10	0,254	13	0,330
	OFICINA MONITOR DE SISTEMAS	290,310	7	0,178	4	0,102	10	0,254
	SALA DE SISTEMAS	2510,768	16	0,406	14	0,356	15	0,381

Fuente: Autor

En los anexos C se puede observar los planos arquitectónicos con el trazado de los ductos de suministro y los ductos de retorno propuestos.

4.2 Selección y características de equipos

Existe una gran variedad de equipos de aire acondicionado, los cuales garantizan las condiciones de temperatura y condiciones de humedad según se desee. Es de vital importancia tener en cuenta que a diferencia de los sistemas de aire acondicionado donde se va a una tienda especializada en aire acondicionado y se selecciona el que supla las características deseadas ya que, para estos casos de equipos especiales, es preciso brindarle al fabricante datos específicos como características especiales del proyecto y la información necesaria como la calculado a lo largo de este proyecto.

Las características en la selección de las dos manejadoras de aire para este proyecto se obtuvieron gracias al estudio realizado en capítulos y numerales anteriores, a continuación, se mencionarán algunos accesorios que ayudan precisamente al funcionamiento de las manejadoras de aire y en la figura 4-1.

- **Unidad manejadora doble pared**

Este tipo de manejadoras de aire cuenta con una doble pared de lámina galvanizada y aislada entre sí por una capa de poliuretano inyectado de cinco centímetros de espesor, son óptimas para aplicaciones hospitalarias, centros educativos y centros comerciales. Tienen la particularidad que pueden ser ubicadas en la una azotea ya que cuentan con una cubierta a dos aguas la cual hace que no haya estanqueidad en la parte superior de la manejadora de aire.

- **Sección de filtros**

Para este proyecto se utilizarán filtros lavables con doble filtración al 35% y 85% por tratarse de una institución educativa, no se hace necesario utilizar una filtración especial como la utilizada en el sector hospitalario y farmacéutico.

- **Caja de mezclas**

Esta sección de la manejadora se utiliza para mezclar aire exterior con aire de retorno proveniente del recinto climatizado, para tener un aire homogenizado y con las condiciones adecuadas. Después de realizar la mezcla se requiere de sensores, controladores de humedad y CO₂, la caja de mezcla cuenta con varios dämpers o rejillas que se encargan de dar apertura o cierre al paso del aire según las condiciones requeridas.

- **Ventilador**

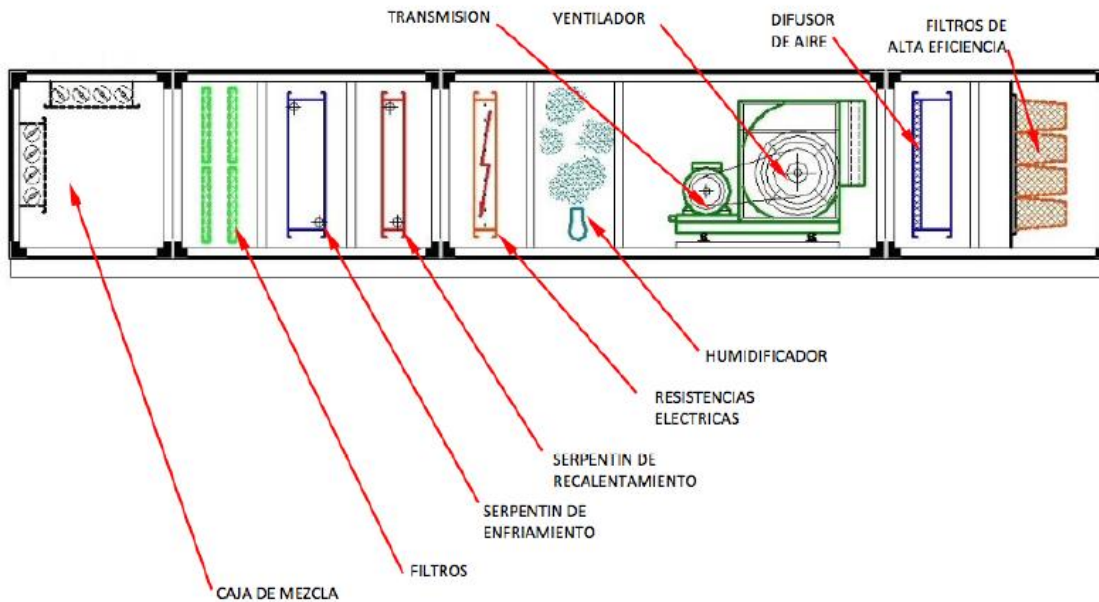
Para este proyecto en la sección ventiladora se utilizará ventiladores tipo plenumfan, esta clase de ventiladores son ideales ya que no es necesario el acople por correas, lo que no

genera partículas por el desgaste de las correas y no es necesario un mantenimiento continuo por engrase de las partes rotatorias. Este tipo de ventilador cuenta con un controlador en el motor que se puede programar según las condiciones de rotación requeridas por el proyecto y según las caídas de presión permitidas por el proyecto.

- **Placa difusora**

No se requiere en la selección de la máquina ya que no se va a utilizar un ventilador tipo blower y su salida es directa hacia los filtros, los ventiladores utilizados tienen la particularidad de que distribuyen homogéneamente el aire extraído del serpentín para llevarlo finalmente hacia los ductos de suministro.

Figura 4-1: Composición esquemática de unidad manejadora de aire



Nombre de la fuente: Tecam. (27 de 11 de 2020). Obtenido de <http://tecam-sa.com/>

El número de secciones de la unidad manejadora de aire y la selección depende básicamente de los cálculos realizados en capítulo 3, con la finalidad de cumplir con los parámetros de diseño de climatización para aplicación en una institución educativa. Consultando un proveedor de equipos aplicados para aire acondicionado. Se muestran las características necesarias para llevar a cabo la construcción de las dos unidades manejadoras de aire:

- **Unidad manejadora de aire 1 (UMA - 1)**

Caudal de aire: 15291 m³/h (9000 ft³/min)
Caída de presión: 0,83 inc.c.a
Capacidad total: 27.727 Kw (94.600 Btu/h)
Capacidad sensible: 19.930 kW (68.000 Btu/h)
Filtración de aire: 35% y 85%
Configuración de la UMA: horizontal
Temperatura de bulbo seco: 29 °C (302.15 °K)
Temperatura de bulbo húmedo: 22.74 °C (295.89 °K)
Caja de mezcla: configuración superior y posterior
Refrigerante: agua helada
Voltaje: 209 - 230 V

- **Unidad manejadora de aire 2 (UMA - 2)**

Caudal de aire: 15630 m³/h (9200 ft³/min)
Caída de presión: 0,83 inc.c.a
Capacidad total: 27.727 Kw (94.600 Btu/h)
Capacidad sensible: 19.930 Kw (68.000 Btu/h)
Filtración de aire: 35% y 85%
Configuración de la UMA: horizontal
Temperatura de bulbo seco: 29 °C
Temperatura de bulbo húmedo: 22.74 °C
Caja de mezcla: configuración superior y posterior
Refrigerante: agua helada
Voltaje: 209 - 230 V

La empresa TECAM diseña maquinas según los requerimientos de diferentes modelos y ensambladas según la necesidad. En la tabla 4-4 se aprecia características técnicas de las secciones ventiladoras de manejadoras de aire que proporciona la empresa y en la tabla 4-5 se puede observar otras secciones de diseño.

Tabla 4-4: Referencias de módulos para ensamble de unidades ventiladoras para manejadoras de aire marca TECAM.

SECCIONES VENTILADORAS	
FCS0	Sección de Ventilador vacía (sin ventilador, sin motor, sin transmisión, sin resortes, etc.)
FCS1	Sección de Ventilador Forward-Curved Clase I, sin Resortes para Manejadora Horizontal
FCS2	Sección de Ventilador Forward-Curved Clase I, sin Resortes para Manejadora Vertical
FCS3	Sección de Ventilador Forward-Curved Clase I, con Resortes para Manejadora Horizontal
FCS4	Sección de Ventilador Forward-Curved Clase I, con Resortes para Manejadora Vertical
FCS5	Sección de Ventilador Forward-Curved Clase II, con Resortes para Manejadora Horizontal
FCS6	Sección de Ventilador Forward-Curved Clase II, con Resortes para Manejadora Vertical
FCS7	Sección de Ventilador Forward-Curved Clase I, con Resortes para Manejadora Horizontal, Blow-thru
FCS8	Sección de Ventilador Forward-Curved Clase I, con Resortes para Manejadora Vertical, Blow-thru
FCS11	Sección de Ventilador Forward-Curved Clase II, con Resortes para Manejadora Horizontal, Blow-thru
FCS12	Sección de Ventilador Forward-Curved Clase II, con Resortes para Manejadora Vertical, Blow-thru
AFS1	Sección de Ventilador Airfoil Con Resortes para Manejadora Horizontal, Blow-thru
AFS2	Sección de Ventilador Airfoil Con Resortes para Manejadora Vertical, Blow-thru
AFS3	Sección de Ventilador Airfoil Con Resortes para Manejadora Horizontal
AFS4	Sección de Ventilador Airfoil Con Resortes para Manejadora Vertical
PFS1	Sección de Ventilador Plenum Fan para Manejadora Horizontal
PFS2	Sección de Ventilador Plenum Fan para Manejadora Vertical
PFL1	Sección de Ventilador Plenum Fan para Manejadora Horizontal Compacta
PFM1	Sección de Ventilador Plenum Fan para Manejadora Horizontal Mediana

Nombre de la fuente: Tecam. (27 de 11 de 2020). Obtenido de <http://tecam-sa.com/>

Tabla 4-5: Modelos y referencias de módulos para ensamble para unidades manejadoras marca TECAM.

SECCIONES DE SERPENTINES	
LCS1	Sección para Serpentes en Manejadoras Horizontales
VCS1	Sección para Serpentes en Manejadoras Verticales
SECCIONES DE FILTROS	
FLT1	Sección para Filtros Planos con etapas de 2" y 4" (ver detalles en tabla de la pág. 11)
FLT2	Sección para Pre-filtros de 2" (Sin estructura ni paneles) (ver detalles en la columna de FLT1 pág. 11)
FLT3	Sección para Pre-filtros de 2" (Sin estructura ni paneles) (ver detalles en la columna de Bolsa/Hepa pág. 11)
FLT4	Sección para Filtros con etapas de 2" y 4" (ver detalles en la columna de Bolsa/Hepa pág. 11)
BFS1	Sección para Filtros de Bolsa
HFS1	Sección para Filtros Hepa
ANG1	Sección para Filtros en ángulo (baja velocidad)
CFS1	Sección para Filtros de cartucho con etapas de 2" + 4" + 4" (ver detalles en la columna de FLT1 pág. 11)
CFS4	Sección para Filtros de cartucho con etapas de 2" + 4" + 4" (ver detalles en la columna de Bolsa/Hepa pág. 11)
SECCIONES DE ACCESO	
ACC1	Sección Corta para Acceso
ACC2	Sección Larga para Acceso
ACC3	Sección Medium para Acceso
SECCIONES PLENUM	
PLN1	Sección Corta para Plenum
PLN2	Sección Larga para Plenum
PLN3	Sección Medium para Plenum
SECCIONES DE RECALENTAMIENTO	
RHW1	Sección de Recalentamiento con Serpentin de Agua
RHE1	Sección de Recalentamiento con Resistencias Eléctricas
SECCIONES DE PRECALENTAMIENTO	
PHW1	Sección de Precalentamiento con Serpentin de Agua para Manejadora Horizontal
PHW2	Sección de Precalentamiento con Serpentin de Agua para Manejadora Vertical
PHE1	Sección de Precalentamiento con 1 fila de Resistencias Eléctricas (Con Acceso Corto)
PHE2	Sección de Precalentamiento con 2 filas de Resistencias Eléctricas (Con Acceso Largo)
PHE3	Sección de Precalentamiento con 2 filas de Resistencias Eléctricas (Con Acceso Medium)
OTRAS SECCIONES	
MXB1	Sección Caja de Mezclas
MXB3	Sección Caja de Mezclas Compacta para modelos 03 al 15
MZB1	Sección Caja de Zoning Dampers
MZB3	Sección Caja de Zoning Dampers Compacta
DIF1	Sección Diffuser
BFE1	Sección para Extensión del BFS1
SHS1	Sección de Humidificador con Vapor
EHS1	Sección para Humidificador de Electrodo
RUS1	Sección de Resistencias y Humidificador en configuración Horizontal
RUS2	Sección de Resistencias y Humidificador en configuración Vertical
RES1	Sección Rueda Entálpica

Nombre de la fuente: Tecam. (27 de 11 de 2020). Obtenido de <http://tecama-sa.com/>

En los anexos D se proporcionan algunas más características de los equipos seleccionados para este proyecto.

4.3 Materiales para ductos y accesorios seleccionados

Con los ductos dimensionados en el capítulo 3, se considera lámina galvanizada como el material de fabricación de los ductos. En la tabla 4-6 se muestran calibres recomendados por SMAGNA la norma que rige para ductos que son expuestos a presiones que no sobrepasan 1 (in c.a).

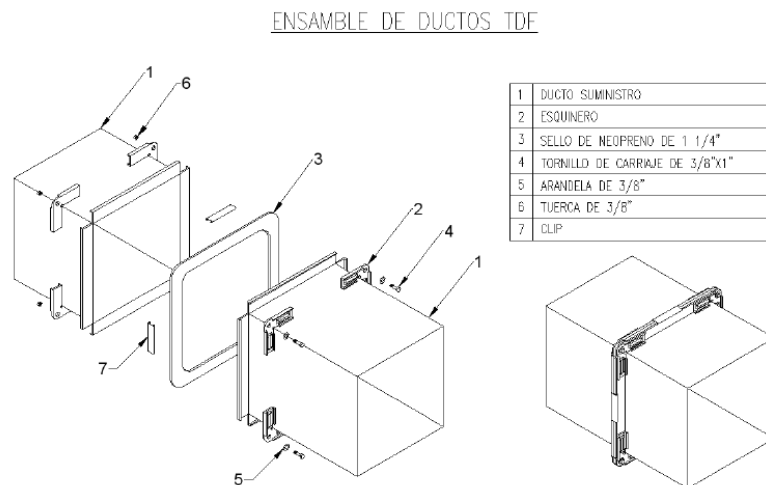
Tabla 4-6: Espesores de lámina galvanizada recomendados para la fabricación de ductos tipo rectangular.

Dimensión mayor	Calibre	Peso [Kg/m^2]
1" a 18"	24	4,71
19" a 30"	22	5,51
31" a 54"	20	7,09
55" a 84"	18	9,49
85" a 96"	16	11,87

Nombre de la fuente: SMACNA. (10 de octubre 2020). Obtenido de <https://www.smacna.org/>

En este diseño en especial se seleccionaron ductos TDF los cuales se conocen normalmente como ductos con conexión a cuatro pernos. Su estructura los hace resistentes, de fácil montaje y herméticos. La figura 4-2 muestra la sujeción en cada esquina con un tornillo y en el centro con un elemento llamado clips. Tener presente que se deben sellar las uniones de los ductos para evitar las filtraciones de aire.

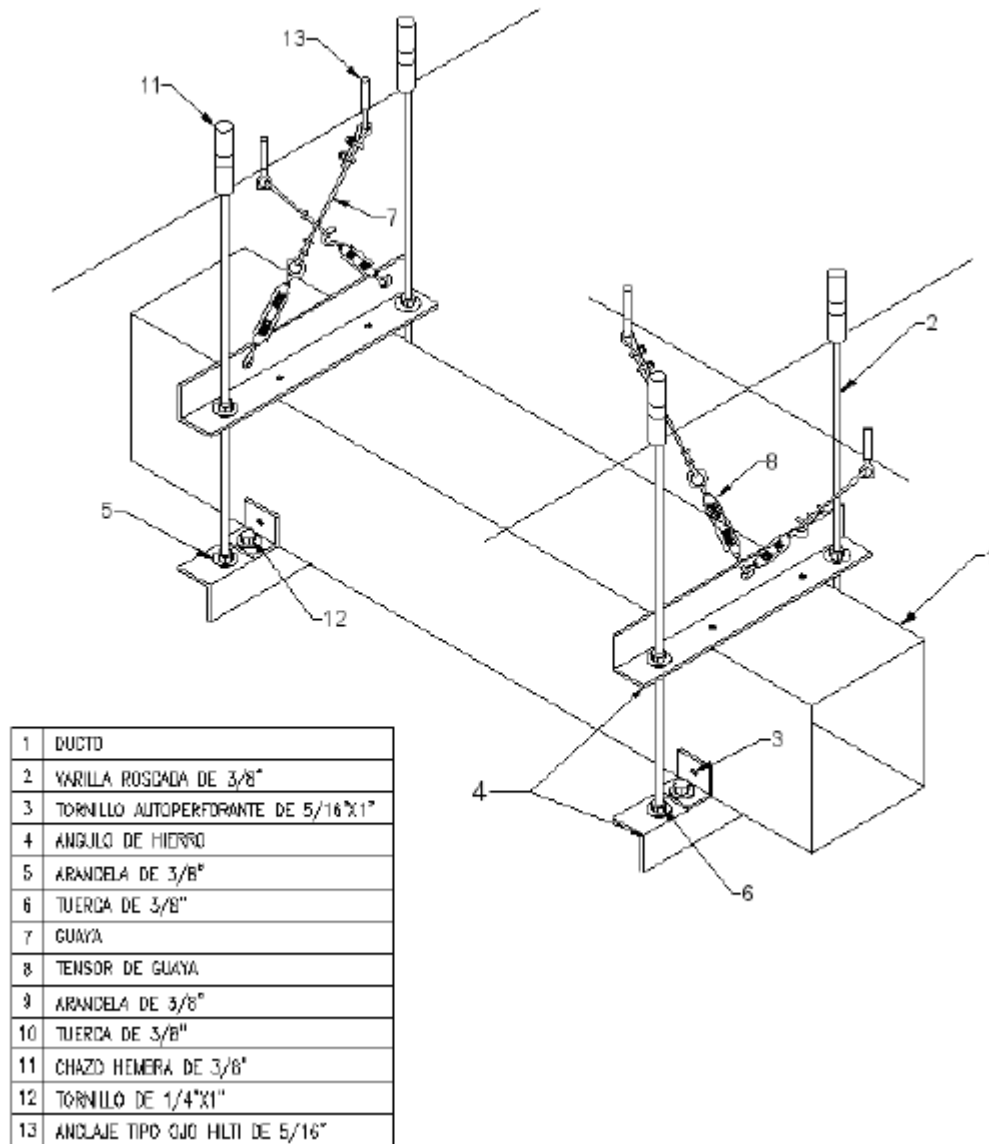
Figura 4-2: Detalle de instalación para ductos tipos TDF



Fuente: Álzate. S (9 de septiembre 2020). Obtenido de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/6714>

El tipo de soporte a utilizar son los que se muestran en la figura 4-3, este tipo de soporte estarán ubicados a cada 1,5 m de espacio entre ellos.

Figura 4-3: Detalle de soportes para la instalación de ductos.

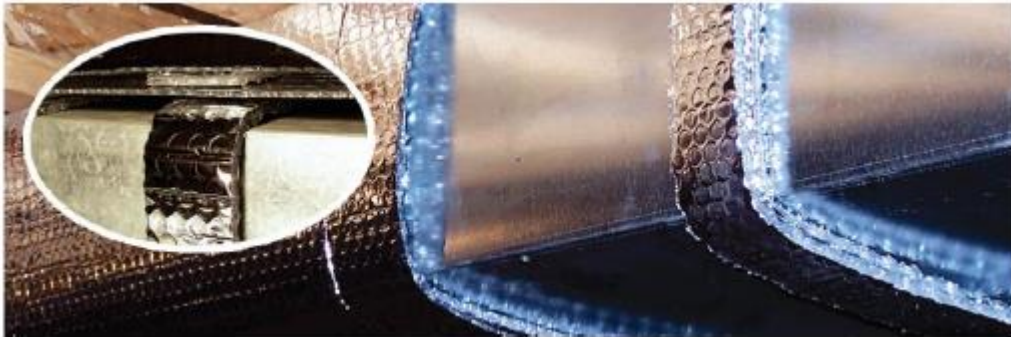


Fuente: Álzate. S (9 de septiembre 2020). Obtenido de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/6714>

Los ductos requieren de aislamiento para evitar la transferencia de calor del ambiente que los circunda, la fibra de vidrio es el tipo de revestimiento que se utilizara para este caso. El material duc wrap cumple con las características necesarias.

En la figura 4-4 se aprecia la forma y la contextura del aislamiento el cual lo hace de forma perimetral a la lámina galvanizada del ducto.

Figura 4-4: Forma de intalacion y apariencia de recubrimiento para ductos.



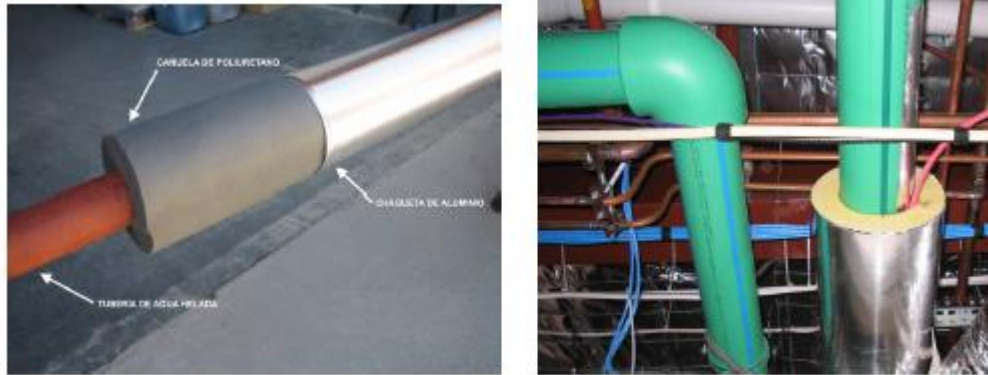
Fuente: Álzate. S (9 de septiembre 2020). Obtenido de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/6714>

4.4 Materiales para tubería de agua helada

La tubería PVC cedula 40 es un material comúnmente conocido que resiste presiones de 250 PSI, debe aislarse al igual que los ductos de lámina galvaniza con el fin de prevenir la trasferencia de calor por medio del ambiente y la aparición de condensación que se genera por la humedad del aire.

El perímetro de la tubería PVC estará recubierto de material aislante llamado poliuretano de 1 pulgada de espesor con cinta foil de aluminio. En la figura 4-5 se aprecia la forma del aislamiento y su ubicación.

Figura 4-5: Aislamiento para tubería de PVC



Fuente: Álzate. S (9 de septiembre 2020). Obtenido de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/6714>

4.5 Presupuesto

Se tiene claridad de los equipos y el tipo de accesorios que se utilizarán, se realizará un presupuesto, donde se especifica el costo monetario de cada elemento, materiales y algunos datos conocidos de mano de obra.

El tener una cuantía del dinero para llevar a cabo un proyecto de sistema de climatización es una de las características más relevantes, ya que permite dar a conocer el monto de las inversiones y poder realizar la ejecución de los proyectos. Como se mencionó en el capítulo cuatro se ha tomado como referencia los equipos de la marca TECAM es una empresa nacional y nuestro punto de partida para llevar a cabo el presupuesto.

En el capítulo tres se especificó la clase de ductos que se utilizarán en proyecto y el capítulo cuatro hace una mención del material de los ductos. En complemento en este capítulo se mencionarán algunas expresiones que nos permitan cuantificar las láminas necesarias requeridas en la construcción de los conductos.

El cálculo de lámina galvanizada se obtiene utilizando la ecuación:

$$\text{Área de lámina} = (2 * \text{Lado} + 2 * \text{Alto}) * \text{longitud} \quad (3.48)$$

$$\text{Número de lámina} = \frac{\text{Área total de ductos}}{\text{Área de cada lámina}} \quad (3.49)$$

Cuando se tenga el conocimiento de láminas totales utilizadas en la fabricación, se debe considerar un 10% de desperdicios y sobrantes.

Se hace una consulta con la empresa TRS partes especializada en productos para el montaje de sistemas de climatización y se presenta a continuación una descripción detallada de los componentes requeridos para el montaje.

Tabla 5-7: Presupuesto equipos marca TECAM

UND	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
EQUIPOS				
UND	UNIDAD MANEJADORA, MARCA TECAM 9000 CFM, 220V/3PH/60Hz	1	48,309,420	48,309,420
UND	UNIDAD MANEJADORA, MARCA TECAM 9200 CFM, 220V/3PH/60Hz	1	53,320,150	53,320,150
UND	CHILLER MARCA TECAM 7Ezt-15-236-PTCB, 30 TR, 220V/3PH/60Hz	1	56,125,245	56,125,245
UND	EXTRECTOR MARCA LAU CSW-9-BI, 900 CFM, 220 V/3PH/60Hz	2	8,450,254	16,900,508
			TOTAL	174,655,323

Fuente: Autor

En la los anexos E se muestra las tablas con los valores detallados de los accesorios a utilizar. Los precios que se estipulan en la tabla 5-7 y los anexos E están sujetos a cambios debido a que la mayoría de los accesorios requeridos son de fabricación extranjera.

El presupuesto que se muestra en las tablas es con fines académicos, por tal motivo al presupuesto se le debe sumar el 19% de IVA, costos administrativos, diseño del proyecto, imprevistos y costos por garantías.

En este capítulo se hizo un análisis de los caudales necesarios para suplir cada área, lo que proporcionó los diámetros requeridos de los ductos para cada recinto según se puede ver en las tablas 4-1-1 y 4-1-2. Las medidas obtenidas de los conductos tienen su equivalencia si se desea utilizar del tipo redondo o rectangular, esto depende del espacio entre el techo y el cielo falso, para nuestro caso se hace uso de la sección rectangular.

Al contar con los datos anteriormente calculados, el capítulo finaliza con la caracterización de las dos unidades manejadoras de aire requeridas para el sistema de climatización en el estudio de diseño y se hace una especificación de los materiales aislantes para los ductos de suministro de aire y para la tubería de agua helada que hace la conexión de los Chiller y las unidades condensadoras.

Finalmente, el capítulo cinco concluye con un presupuesto del costo de las unidades manejadores y el chiller a utilizar, aunque no es tema de estudio en este proyecto el presupuesto, se hace una versión estudiantil del proyecto sin tener en cuenta las consideraciones de la empresa encargada del montaje y pólizas de instalación para dicho proyecto. Pero se da un panorama general del costo de los equipos y el de los accesorios requeridos.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

- Se realizó la evaluación del estado actual del bloque A, donde se pudo ver que el 50% de la fachada son ventanas con vidrios de 8mm de espesor y la incidencia del sol directo en todas las horas del día.
- Los resultados logrados después de hacer los cálculos de cargas térmicas muestran que el valor del calor latente es un porcentaje alto del valor total (72%), debido a que casi la totalidad de la carga térmica es la generada por personas en los diferentes recintos, y el porcentaje de calor sensible es (28%), siendo el de mayor porcentaje la sala de sistema, laboratorio de electromecánica y auditorio del piso cinco debido a los equipos de cómputo y elementos electrónicos existentes en estas áreas.
- El sistema de renovación de aire y extracción calculado en el sistema de este proyecto permite mantener la capacidad de respiración, evitando la escasez de oxígeno y excesiva concentración de CO₂ durante una típica jornada de operación (8 horas por 250 días al año).
- El cálculo de los ductos para cada una de las dos unidades manejadoras de aire, se llevó a cabo según los datos obtenidos de los recintos climatizados lo que da como resultado para la manejadora de aire número 1 un caudal de 8000 ft³/min (22.5 toneladas de refrigeración), para la manejadora de aire número 2 9000 ft³/min (23 toneladas de refrigeración). Se concluye que si se desea hacer repotenciación de las máquinas en un futuro se debe considerar el área de la tubería y la velocidad del aire en los ductos analizadas en el capítulo cuatro ya

que al aumentar la capacidad de las maquinas puede haber generación de ruido excesivo.

- Se elaboraron los planos de la red de ductos de ventilación y la ubicación de cada una de las rejillas de suministro y retorno del sistema de climatización de, manera que cubra las áreas a climatizar y buscando una trayectoria optima que permita ahorro de tubería por ejemplo la ubicación de las unidades manejadoras en los extremos oriental y occidental de la edificación para llegar de una forma directa sin la utilización excesivas de codos y uniones.

5.2 Recomendaciones

- Considerar pre enfriar el aire antes de introducirlo en el sistema en las renovaciones de aire, se puede hacer mediante el uso de ruedas entalpicas esto permite a su vez disminuir en costos de funcionamiento del sistema.
- Considerar el cambio de ventanas por cuestiones de sellado y Bypass de aire debido a que se evidencia varias filtraciones en los marcos de las ventanas, esto hace que el sistema sea poco eficiente a la hora de la climatización.
- En la instalación de ductos se propone considerar en las zonas donde sea posible la utilización de ductos flexibles.
- En este proyecto no se habla de instalación de los equipos de refrigeración por lo que se recomienda revisar los manuales del fabricante para hacerlos operar de la manera más óptima.
- Se debe tener en cuenta que las unidades manejadoras a instalar deben contar las recomendaciones del fabricante y todas las consideraciones de operación necesarias para el buen funcionamiento de los equipos.
- Las unidades manejadoras deben instalarse con soportes de caucho para evitar el contacto directo sobre el piso de concreto.

- Los ductos de suministro de aire deben ser aislados externamente e internamente con fibra de vidrio recubierta con foil de aluminio para evitar la condensación de los ductos.

A. Anexo: Resumen de cálculo de Cargas por cada recinto

Tabla 3-24: Cargas térmicas aula de apoyo piso 1

AREA	AULA DE APOYO PISO 1					
	A m ²	U	SC	SHGF	CLF	CARGA
PARED NORTE	16,19	3,4		631,31		165,14
PARED SUR	12,47	3,4		631,31		127,19
PARED ESTE	17,21	3,4		631,31		175,54
PARED OESTE	17,21	3,4		631,31		175,54
PISO	37,92	1,77				201,36
VIDRIOS	4,54		1	631,31	0,52	1490,40
CARGA LUCES	10(39 x 1,2 x 1 x 1)					468
CARGA POR PERSONAS	25 x 150 x 0,55 x 0,84					1732,5
	25 x 150 x (1 - 0,55)					1687,5
CARGA POR INFILTRACIONES	(1,08 x 102,80 x 1,8 x 6) / 3,412					351,42
	(0,68 x 102,80 x 91,87) / 3,412					1885,20
CARGAS POR ELECTRODOMESTICOS	100 x 1 x 1					100
CARGAS POR MOTORES ELECTRICOS	0					
SUBTOTAL						8559,79
FACTOR DE SEGURIDAD (%)	20					1711,95
CARGA TOTAL POR AULA						10271,74

Fuente: Autor

Tabla 3-25: Cargas térmicas oficina coordinación psicología y bienestar académico

OFICINA COORDINACION PSICOLOGIA Y BIENESTAR ACADEMICO			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q_1	4505,486	1,281	0,422
Q_2	419,78	0,119	0,039
Q_3	46,8	0,013	0,004
Q_4	273,6	0,078	0,026
Q_5	5172,351	1,471	0,484
Q_6	267,8	0,076	0,025
Q_7			
Qttotal	10685,817	3,038	100

Fuente: Autor

Tabla 3-26: Cargas térmicas aula 201A

AULA 201A			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q_1	626,48	0,178	0,063
Q_2	1689,27	0,480	0,170
Q_3	468	0,133	0,047
Q_4	3420	0,972	0,345
Q_5	2205,15	0,627	0,223
Q_6	1500	0,427	0,151
Q_7			
Qttotal	9908,9	2,818	100

Fuente: Autor

Tabla 3-27: Cargas térmicas aula 202A

AULA 202A			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q_1	639,23	0,182	0,064
Q_2	1690,36	0,481	0,170
Q_3	468	0,133	0,047
Q_4	3420	0,972	0,344
Q_5	2217,54	0,631	0,223
Q_6	1500	0,427	0,151
Q_7			
Qttotal	9935,13	2,825	100

Fuente: Autor

Tabla 3-28: Cargas térmicas aula 203A

AULA 203A			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q_1	639,23	0,182	0,065
Q_2	1690,36	0,481	0,172
Q_3	374,4	0,106	0,038
Q_4	3420	0,972	0,348
Q_5	2217,54	0,631	0,225
Q_6	1500	0,427	0,152
Q_7			
Qttotal	9841,53	2,798	100

Fuente: Autor

Tabla 3-29: Cargas térmicas aula 204A

AULA 204A			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q_1	626,48	0,178	0,063
Q_2	1689,27	0,480	0,170
Q_3	468	0,133	0,047
Q_4	3420	0,972	0,345
Q_5	2205,15	0,627	0,223
Q_6	1500	0,427	0,151
Q_7			
Qttotal	9908,9	2,818	100

Fuente: Autor

Tabla 3-30: Cargas térmicas aula 205A

AULA 205A			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q_1	639,23	0,182	0,064
Q_2	1864,8	0,530	0,186
Q_3	374,4	0,106	0,037
Q_4	3420	0,972	0,341
Q_5	2217,54	0,631	0,221
Q_6	1500	0,427	0,150
Q_7			
Qttotal	10015,97	2,848	100

Fuente: Autor

Tabla 3-31: Cargas térmicas aula 206A

AULA 206A			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q_1	796,83	0,227	0,049
Q_2	1795,5	0,511	0,110
Q_3	561,6	0,160	0,035
Q_4	4104	1,167	0,252
Q_5	3383,47	0,962	0,208
Q_6	5615	1,597	0,345
Q_7			
Qtotal	16256,4	4,622	100

Fuente: Autor

Tabla 3-32: Cargas térmicas aula 207A

AULA 207A			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q_1	636,38	0,181	0,074
Q_2	1692,07	0,481	0,198
Q_3	468	0,133	0,055
Q_4	3420	0,972	0,400
Q_5	2236,23	0,636	0,261
Q_6	100	0,028	0,012
Q_7			
Qtotal	8552,68	2,432	100

Fuente: Autor

Tabla 3-33: Cargas térmicas aula 208A

AULA 208A			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q_1	641,78	0,182	0,065
Q_2	1690,36	0,481	0,171
Q_3	374,6	0,107	0,038
Q_4	3420	0,972	0,347
Q_5	2238,63	0,637	0,227
Q_6	1500	0,427	0,152
Q_7			
Qttotal	9865,37	2,805	100

Fuente: Autor

Tabla 3-34: Cargas térmicas aula 209A

AULA 209A			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q_1	628,73	0,179	0,063
Q_2	1864,8	0,530	0,188
Q_3	374,4	0,106	0,038
Q_4	3420	0,972	0,344
Q_5	2150,63	0,612	0,216
Q_6	1500	0,427	0,151
Q_7			
Qttotal	9938,56	2,826	100

Fuente: Autor

Tabla 3-35: Cargas térmicas aula 301A

AULA 301A			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q_1	626,48	0,178	0,063
Q_2	1689,27	0,480	0,170
Q_3	468	0,133	0,047
Q_4	3420	0,972	0,345
Q_5	2205,15	0,627	0,223
Q_6	1500	0,427	0,151
Q_7			
Qtotal	9908,9	2,818	100

Fuente: Autor

Tabla 3-36: Cargas térmicas aula 302A

AULA 302A			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q_1	639,23	0,182	0,065
Q_2	1690,36	0,481	0,172
Q_3	374,4	0,106	0,038
Q_4	3420	0,972	0,348
Q_5	2217,54	0,631	0,225
Q_6	1500	0,427	0,152
Q_7			
Qtotal	9841,53	2,798	100

Fuente: Autor

Tabla 3-37: Cargas térmicas aula 303A

AULA 303A			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q_1	639,23	0,182	0,065
Q_2	1690,36	0,481	0,172
Q_3	374,4	0,106	0,038
Q_4	3420	0,972	0,348
Q_5	2217,54	0,631	0,225
Q_6	1500	0,427	0,152
Q_7			
Qttotal	9841,53	2,798	100

Fuente: Autor

Tabla 3-38: Cargas térmicas aula 304A

AULA 304A			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q_1	626,48	0,178	0,063
Q_2	1689,27	0,480	0,170
Q_3	468	0,133	0,047
Q_4	3420	0,972	0,345
Q_5	2205,15	0,627	0,223
Q_6	1500	0,427	0,151
Q_7			
Qttotal	9908,9	2,818	100

Fuente: Autor

Tabla 3-39: Cargas térmicas aula 305A

AULA 305A LABORATORIO DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q_1	953,39	0,271	0,060
Q_2	3180,77	0,904	0,201
Q_3	655,2	0,186	0,041
Q_4	3420	0,972	0,216
Q_5	4306,46	1,225	0,272
Q_6	3320	0,944	0,210
Q_7			
Qttotal	15835,82	4,503	100

Fuente: Autor

Tabla 3-40: Cargas térmicas laboratorio de química

LABORATORIO DE QUIMICA			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q_1	628,73	0,179	0,065
Q_2	1684,15	0,479	0,175
Q_3	374,4	0,106	0,039
Q_4	4221	1,200	0,440
Q_5	2148,45	0,611	0,224
Q_6	545	0,155	0,057
Q_7			
Qttotal	9601,73	2,730	100

Fuente: Autor

Tabla 3-41: Cargas térmicas laboratorio de electromecánica

LABORATORIO DE ELECTROMECHANICA			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q_1	1502,86	0,427	0,097
Q_2	3946,36	1,122	0,255
Q_3	1591,2	0,452	0,103
Q_4	3420	0,972	0,221
Q_5	3542,82	1,007	0,229
Q_6	1500	0,427	0,097
Q_7	59966,4		
Qttotal	75469,64	4,408	100

Fuente: Autor

Tabla 3-42: Cargas térmicas oficina coordinador y docentes

OFICINA COORDINADOR Y DOCENTES			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q_1	635,87	0,181	0,082
Q_2	3180,77	0,904	0,410
Q_3	280,8	0,080	0,036
Q_4	820,8	0,233	0,106
Q_5	2234,06	0,635	0,288
Q_6	600	0,171	0,077
Q_7			
Qttotal	7752,3	2,204	100

Fuente: Autor

Tabla 3-43: Cargas térmicas aula 401A

AULA 401A			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q_1	626,47	0,178	0,063
Q_2	1689,27	0,480	0,170
Q_3	468	0,133	0,047
Q_4	3420	0,972	0,345
Q_5	2205,15	0,627	0,223
Q_6	1500	0,427	0,151
Q_7			
Qtotal	9908,89	2,818	100

Fuente: Autor

Tabla 3-44: Cargas térmicas aula 402A

AULA 402A			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q_1	639,23	0,182	0,065
Q_2	1690,36	0,481	0,172
Q_3	374,4	0,106	0,038
Q_4	3420	0,972	0,348
Q_5	2217,54	0,631	0,225
Q_6	1500	0,427	0,152
Q_7			
Qtotal	9841,53	2,798	100

Fuente: Autor

Tabla 3-45: Cargas térmicas aula 403A

AULA 403A			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q_1	639,23	0,182	0,065
Q_2	1690,36	0,481	0,172
Q_3	374,4	0,106	0,038
Q_4	3420	0,972	0,348
Q_5	2217,54	0,631	0,225
Q_6	1500	0,427	0,152
Q_7			
Qttotal	9841,53	2,798	100

Fuente: Autor

Tabla 3-46: Cargas térmicas aula 404A

AULA 404A			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q_1	626,48	0,178	0,079
Q_2	844,63	0,240	0,106
Q_3	468	0,133	0,059
Q_4	3420	0,972	0,430
Q_5	1102,57	0,314	0,138
Q_6	1500	0,427	0,188
Q_7			
Qttotal	7961,68	2,264	100

Fuente: Autor

Tabla 3-47: Cargas térmicas aula 405A laboratorio de física

AULA 405A LABORATORIO DE FISICA			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q_1	639,23	0,182	0,065
Q_2	1690,36	0,481	0,172
Q_3	374,4	0,106	0,038
Q_4	3420	0,972	0,348
Q_5	2217,54	0,631	0,225
Q_6	1500	0,427	0,152
Q_7			
Qttotal	9841,53	2,798	100

Fuente: Autor

Tabla 3-48: Cargas térmicas aula 406A

AULA 406A			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q_1	793,86	0,226	0,049
Q_2	1795,5	0,511	0,110
Q_3	561,6	0,160	0,035
Q_4	4104	1,167	0,253
Q_5	3383,47	0,962	0,208
Q_6	5615	1,597	0,345
Q_7			
Qttotal	16253,43	4,622	100

Fuente: Autor

Tabla 3-49: Cargas térmicas aula 407A

AULA 407A			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q_1	636,38	0,181	0,074
Q_2	1692,07	0,481	0,198
Q_3	468	0,133	0,055
Q_4	3420	0,972	0,400
Q_5	2236,23	0,636	0,261
Q_6	100	0,028	0,012
Q_7			
Qttotal	8552,68	2,432	100

Fuente: Autor

Tabla 3-50: Cargas térmicas aula 408A

AULA 408A			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q_1	641,78	0,182	0,065
Q_2	1690,36	0,481	0,171
Q_3	374,4	0,106	0,038
Q_4	3420	0,972	0,347
Q_5	2238,63	0,637	0,227
Q_6	1500	0,427	0,152
Q_7			
Qttotal	9865,17	2,805	100

Fuente: Autor

Tabla 3-51: Cargas térmicas aula 409A

AULA 409A			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q_1	628,73	0,179	0,064
Q_2	1795,5	0,511	0,182
Q_3	374,4	0,106	0,038
Q_4	3420	0,972	0,347
Q_5	2150,63	0,612	0,218
Q_6	1500	0,427	0,152
Q_7			
Qttotal	9869,26	2,806	100

Fuente: Autor

Tabla 3-52: Cargas térmicas aula 501A

AULA 501A			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q_1	626,48	0,178	0,065
Q_2	1689,28	0,480	0,175
Q_3	230,4	0,066	0,024
Q_4	3420	0,972	0,354
Q_5	2205,15	0,627	0,228
Q_6	1500	0,427	0,155
Q_7			
Qttotal	9671,31	2,750	100

Fuente: Autor

Tabla 3-53: Cargas térmicas aula 502A

AULA 502A			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q_1	639,23	0,182	0,066
Q_2	1690,36	0,481	0,174
Q_3	230,4	0,066	0,024
Q_4	3420	0,972	0,353
Q_5	2217,54	0,631	0,229
Q_6	1500	0,427	0,155
Q_7			
Qtotal	9697,53	2,757	100

Fuente: Autor

Tabla 3-54: Cargas térmicas cámara gessel

CAMARA GESSEL			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q_1	369,44	0,105	0,143
Q_2	1534,25	0,436	0,594
Q_3	57,6	0,016	0,022
Q_4	136,8	0,039	0,053
Q_5	486,49	0,138	0,188
Q_6			
Q_7			
Qtotal	2584,58	0,735	100

Fuente: Autor

Tabla 3-55: Cargas térmicas aula 504A auditorio

AULA 504A AUDITORIO			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q_1	1013,68	0,288	0,064
Q_2	3384,72	0,962	0,214
Q_3	864	0,246	0,055
Q_4	4104	1,167	0,259
Q_5	4479,21	1,274	0,283
Q_6	2000	0,569	0,126
Q_7			
Qttotal	15845,61	4,506	100

Fuente: Autor

Tabla 3-56: Cargas térmicas oficina monitor

OFICINA MONITOR			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q_1	660,34	0,188	0,077
Q_2	3169,35	0,901	0,371
Q_3	230,4	0,066	0,027
Q_4	273,6	0,078	0,032
Q_5	2090,87	0,595	0,245
Q_6	2126	0,605	0,249
Q_7			
Qttotal	8550,56	2,431	100

Fuente: Autor

Tabla 3-57: Cargas térmicas sala de sistemas

SALA DE SISTEMAS			
TIPO DE LA CARGA TERMICA	CARGA		
	[W]	[TR]	%
Q_1	1840,9	0,523	0,052
Q_2	8914,35	2,535	0,254
Q_3	1728	0,491	0,049
Q_4	4104	1,167	0,117
Q_5	16216,19	4,611	0,462
Q_6	2310	0,657	0,066
Q_7			
Qttotal	35113,44	9,984	100

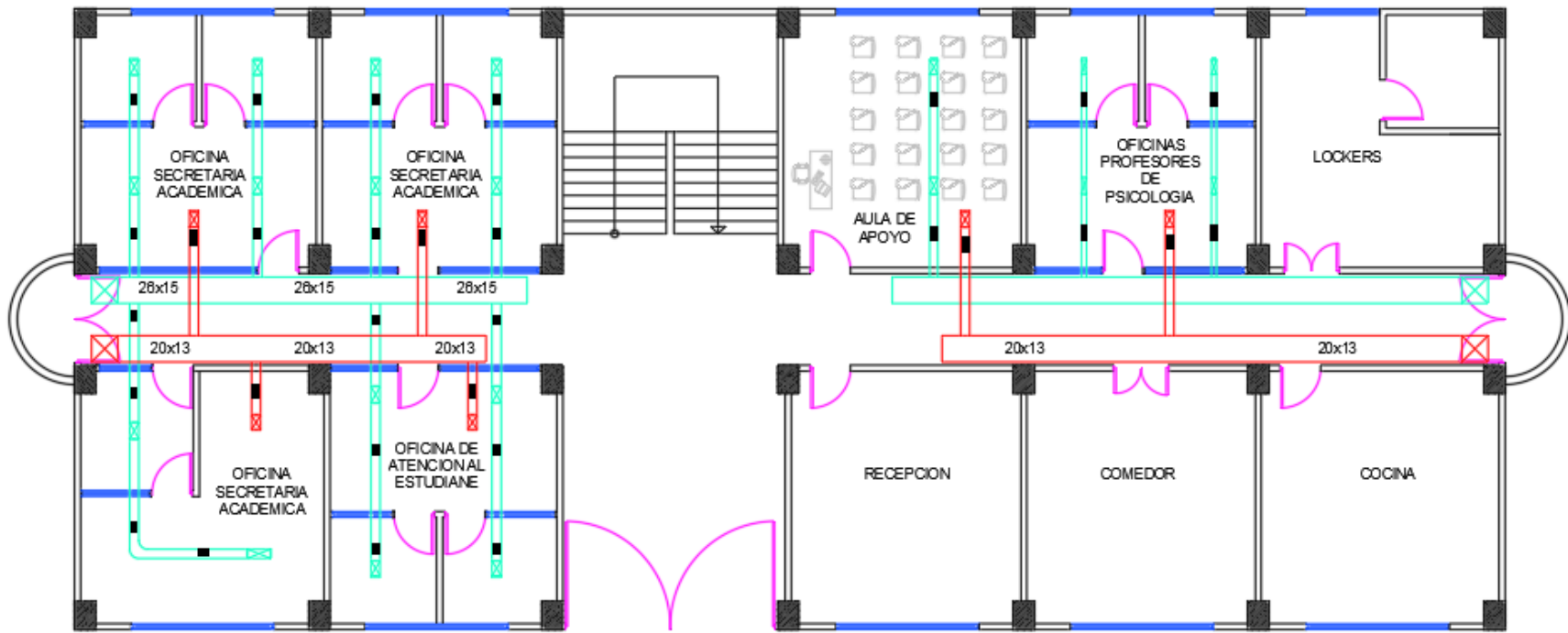
Fuente: Autor

B. Anexo: Tabla 45 de Handbook Carrier, caudales de aire exterior

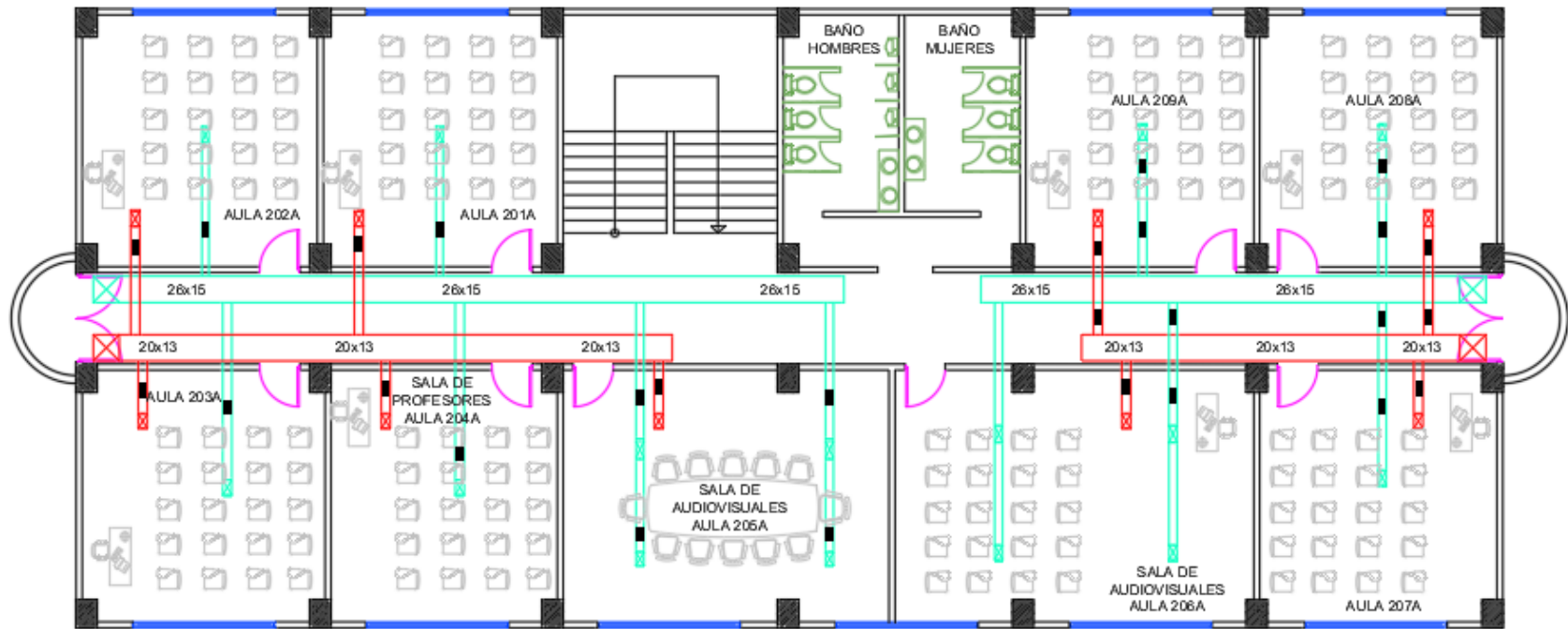
TABLA 45. CAUDALES DE AIRE EXTERIOR

APLICACION	NÚMERO DE FUMADORES	m ³ /h POR PERSONA		m ³ /h por m ² de superficie de suelo Mínima *
		Recomendada	Mínima *	
Apartamento { Normal Lujo Hall de banco Barbería Salón de belleza	Pequeño	34	25	-
	Muy pequeño	51	42	6,0
	Pequeño	17	13	-
	Grande	25	17	-
	Muy pequeño	17	13	-
Bolsa Bar Corredores (insuflación o extracción) Grandes almacenes Sala de consejo	Muy grande	85	51	-
	Grande	51	42	-
	-	-	-	4,6
	Pequeño	13	8,5	0,9
	Muy grande	85	51	-
Farmacia *** Fábrica ** Precio único Salón de funeraria Garage **	Grande	17	13	-
	Ninguno	17	13	1,8
	Ninguno	13	8,5	-
	Ninguno	17	13	-
	-	-	-	18,3
Hospitals { Quirófano *** Habitación privada Sala común Habitación de hotel Cocina { Restaurante *** Privada Laboratorio ***	Ninguno	-	-	36,6
	Ninguno	51	42	6,0
	Ninguno	34	25	-
	Grande	51	42	6,0
	-	-	-	73,0
	Pequeño	34	25	36,6
Sala de conferencias Despacho { Común Privado Restaurante { Cafetería *** Comedor ***	Muy grande	85	51	22,8
	Pequeño	25	17	-
	Ninguno	42	25	4,6
	Grande	51	42	4,6
	Grande	20	17	-
	Grande	25	20	-
Aula ** Tienda al detall Teatro o sala de cine ** Teatro o sala de cine Cuartos de aseo ** (Extracción)	Ninguno	-	-	-
	Ninguno	17	13	-
	Ninguno	13	8,5	-
	Pequeño	25	17	-
	-	-	-	36,6

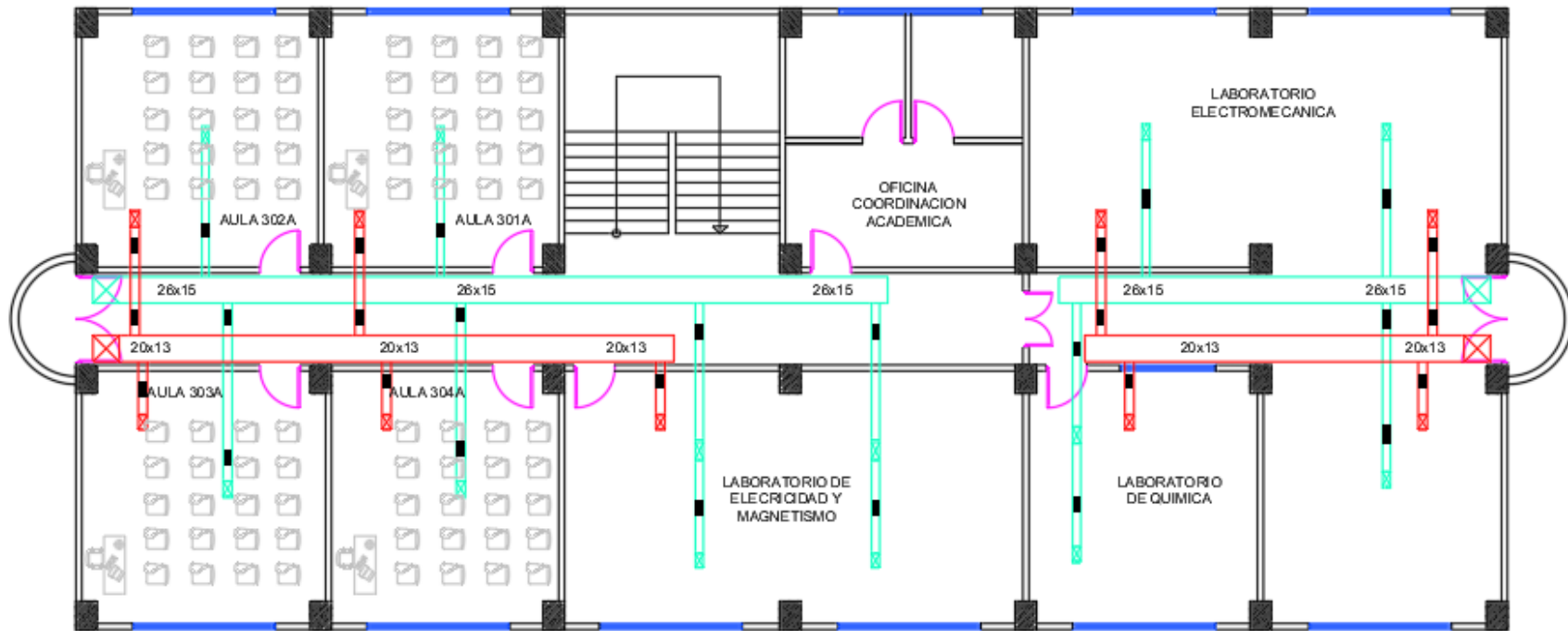
C. Anexo: Planos de distribución de ductos de retorno y suministro

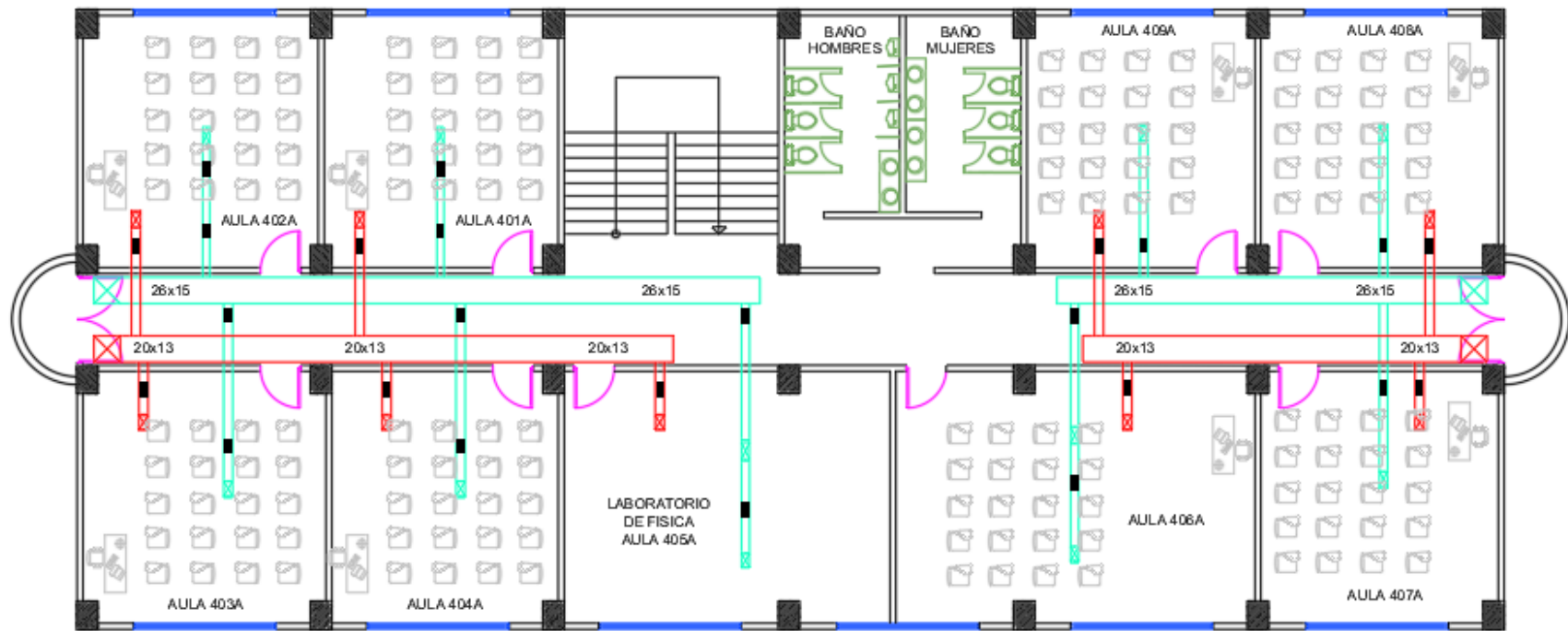


PISO 1

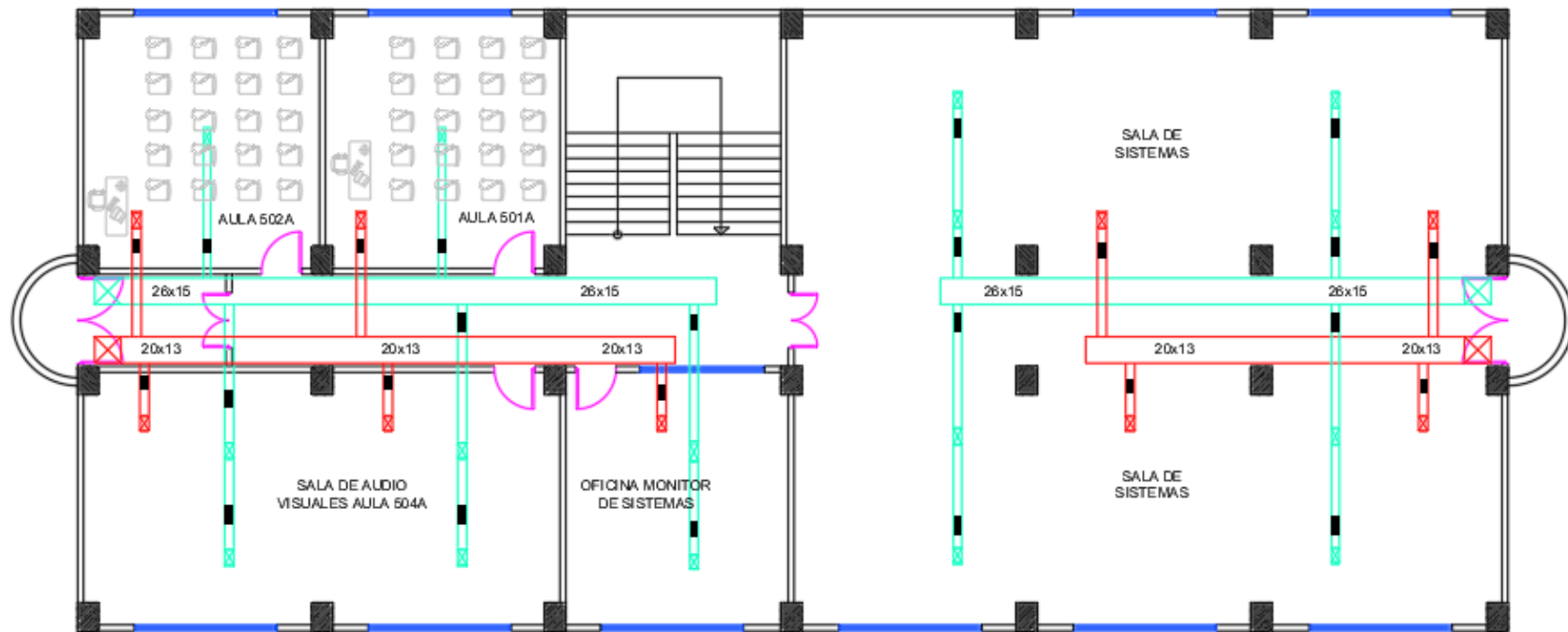


PISO 2

**PISO 3**



PISO 4



PISO 5

D. Anexo: Características unidades manejadoras marca TECAM

Características de serpentines de enfriamiento.

SERPENTINES



Los serpentines de expansión directa para R-410A en tubería de 3/8" y tubería de 1/2", lo mismo que los serpentines de Agua Helada en tubería de 1/2", se ofrecen certificados bajo el Standard 410 de "The AHRI Forced-Circulation Air-Cooling and Air-Heating Coils Certification Program", la selección y cálculo del desempeño del serpentín se hace mediante el software TECAM-COIL certificado por AHRI. También se pueden instalar serpentines de Expansión Directa con otros refrigerantes, Agua Caliente y Condensadores. Los serpentines son fabricados con aletas de aluminio y tubería de cobre, entre 8 y 16 aletas por pulgada, desde 1 fila hasta 8 filas; opcionalmente se pueden fabricar serpentines con diferentes características. Cada modelo de Manejadora tiene la opción de usar serpentines de cara grande y cara pequeña.

SERPENTINES DE CARA PEQUEÑA

MODELO	03	06	09	13	15	17	21	26	32	36	39	48	57
Cap. Nom. (TR) a 550 fpm	5.0	7.1	11.6	17	18.4	21.2	25.5	32.2	38.7	44.1	61.6	74.7	88.4
Area en la Cara en pie ²	2.71	4.73	7.92	11.25	12.19	14.1	16.93	21.45	28.04	32.1	39.00	48.10	56.90
Tubos en la Cara	12	16	24	24	26	30	30	38	38	44	44	44	52

SERPENTINES DE CARA GRANDE

MODELO	03	06	09	13	15	17	21	26	32	36	39	48	57
Cap. Nom. (TR) a 550 fpm	5.7	8.5	14.4	18.4	21.2	25.5	32.2	38.7	44.2	50.3	67.6	88.4	93.9
Area en la Cara en pie ²	3.62	5.91	9.59	12.19	14.1	16.93	21.45	28.04	30.75	36.6	42.80	56.90	61.40
Tubos en la Cara	16	16	24	24	30	30	38	38	46	44	44	52	52

Anexo D. Característica unidades manejadoras

Característica serpentín de enfriamiento UMA 1.

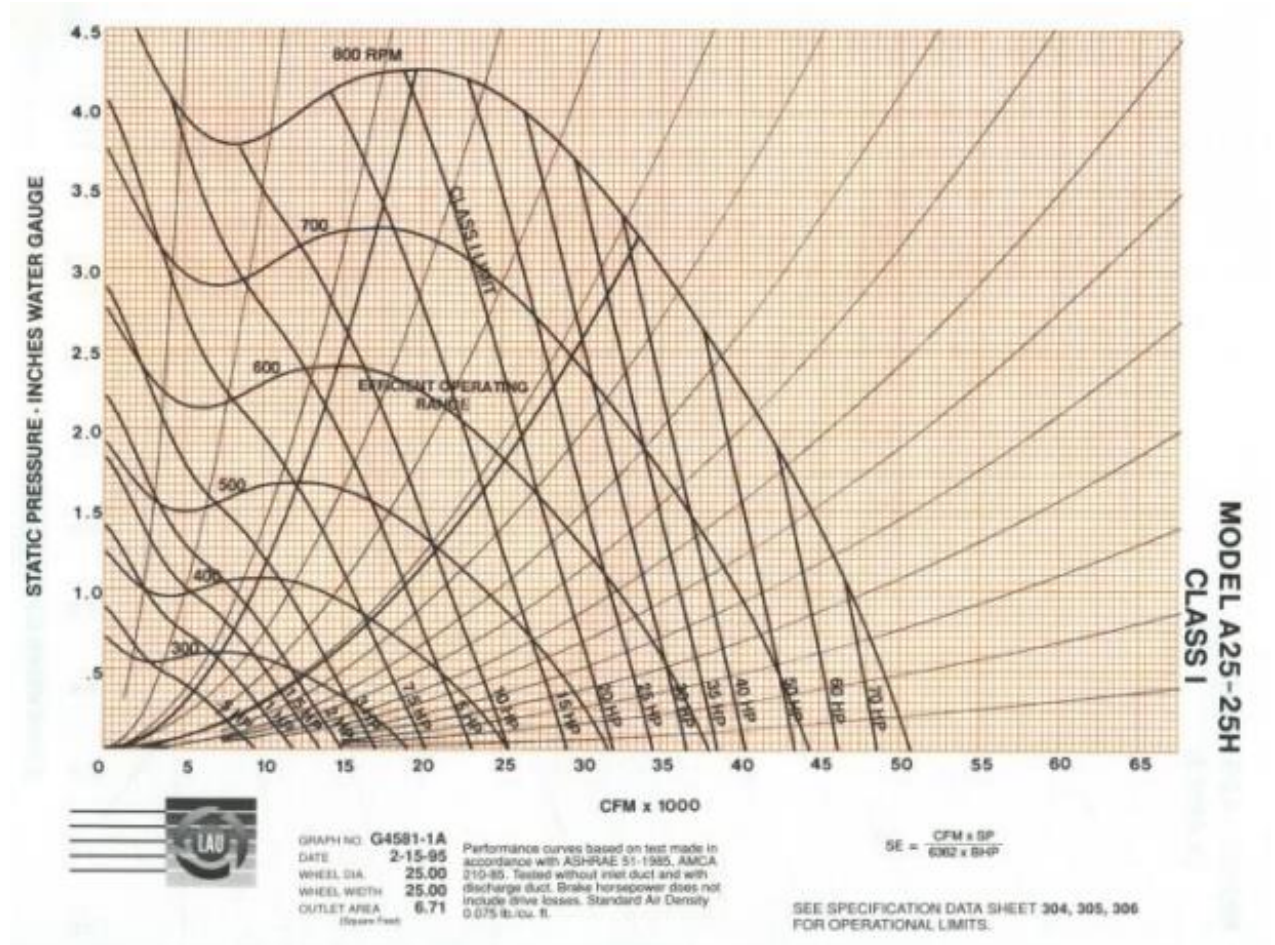
Serial Number: UMA 1			
Analysis Type:	Rating	Coils/Bank:	1
Coil Height/Length: (In)	20.0 / 34.0	Fin Type/Fin Thickness: (In)	Corrugated / 0.0055
Coil Hand:	Right	Tube Mat / TubeType:	Copper / Smooth
Casing Material:	Galvanized	Wall Thickness: (In)	0.016
Altitude: (Ft)	4920	Coil Type:	1/2-1.25x1.08
Fin Side Fouling Factor:	0.0000	Tube Side Fouling Factor:	0.0000
Number of Circuits/Coil:	8		
Coil Face Area/Coil: (Sq. Ft)	4.7		
Number of Rows:	6		
Connections In/Out: (In)	1.25		
Fin Material/Fins per (In):	Aluminum / 14		
Coil Wt./Coil: (Lb)	83		
<u>Airside Information:</u>			
Air Flow Rate: (CFM)	3,092.0		
Face Velocity: (Ft per min)	654.8		
Air Pressure Drop: (In-wg)	1.33		
Entering Dry Bulb /Wet Bulb: (°F)	73.4 / 61.5		
Leaving Dry Bulb /Wet Bulb: (°F)	51.2 / 51.0		
Sensible Heat: (BTU/hr)	61,642		
Total Heat: (BTU/hr)	85,914		
Sensible Heat Ratio:	0.72		
Air Enthalpy Diff. (BTU/Lb)	7.45		
<u>Liquid Side Information:</u>			
Liquid Type/Conc.:	Water / 100%		
Ent/Leaving Liq Temp: (°F)	45.0 / 55.7		
Fl Flow(GPM)/Liquid Velocity(Ft/Sec):	16.1 / 3.5		
Liquid Pressure Drop: (Ft of water)	10.32		
Model:	2CCW500-06-20.0-14-08-34.0		

Característica serpentín de enfriamiento UMA 2.

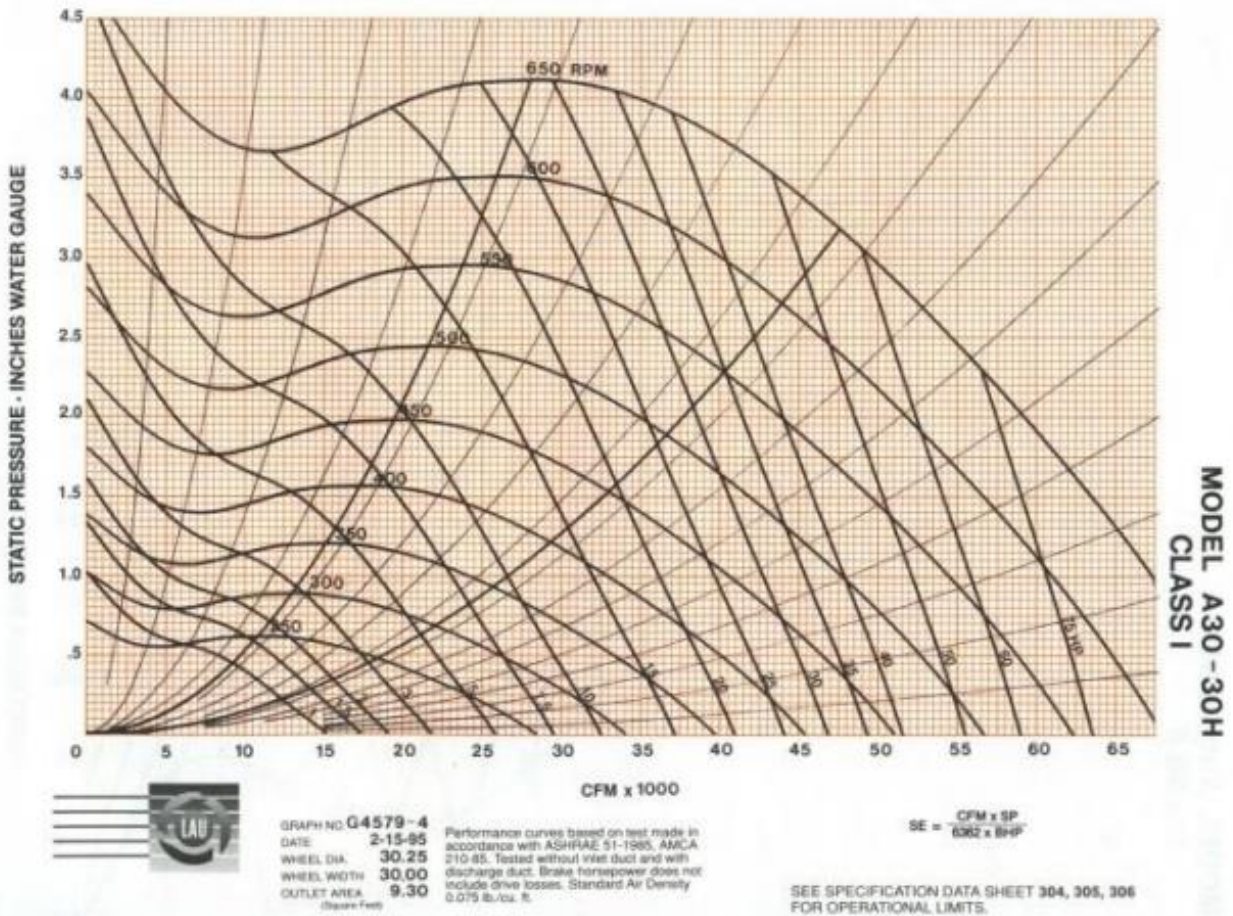
Serial Number: UMA -II			
Analysis Type:	Rating	Coils/Bank:	1
Coil Height/Length: (In)	32.5 / 56.0	Fin Type/Fin Thickness: (In)	Corrugated / 0.0055
Coil Hand:	Right	Tube Mat / TubeType:	Copper / Smooth
Casing Material:	Galvanized	Wall Thickness: (In)	0.016
Altitude: (Ft)	4920	Coil Type:	1/2-1.25x1.08
Fin Side Fouling Factor:	0.0000	Tube Side Fouling Factor:	0.0000
Number of Circuits/Coil:		26	
Coil Face Area/Coil: (Sq. Ft)		12.6	
Number of Rows:		6	
Connections In/Out: (In)		1.5	
Fin Material/Fins per (In):		Aluminum / 14	
Coil Wt./Coil: (Lb)		200	
<u>Airside Information:</u>			
Air Flow Rate: (CFM)		6,450.0	
Face Velocity: (Ft per min)		510.3	
Air Pressure Drop: (In-wg)		0.89	
Entering Dry Bulb /Wet Bulb: (°F)		73.4 / 61.8	
Leaving Dry Bulb /Wet Bulb: (°F)		51.2 / 51.0	
Sensible Heat: (BTU/Hr)		128,852	
Total Heat: (BTU/Hr)		184,840	
Sensible Heat Ratio:		0.70	
Air Enthalpy Diff. (BTU/Lb)		7.68	
<u>Liquid Side Information:</u>			
Liquid Type/Conc.:		Water / 100%	
Ent/Leaving Liq Temp: (°F)		45.0 / 56.2	
Fl Flow(GPM)/Liquid Velocity(Ft/Sec):		33.1 / 2.2	
Liquid Pressure Drop: (Ft of water)		5.61	
Model:		2CCW500-06-32.5-14-26-56.0	

Anexo D. Característica unidades manejadoras

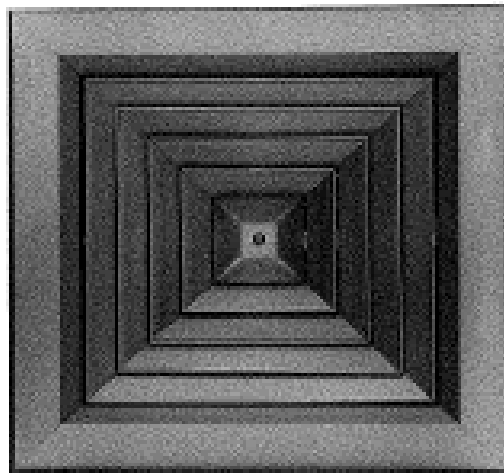
Curva del ventilador de suministro UMA 1.



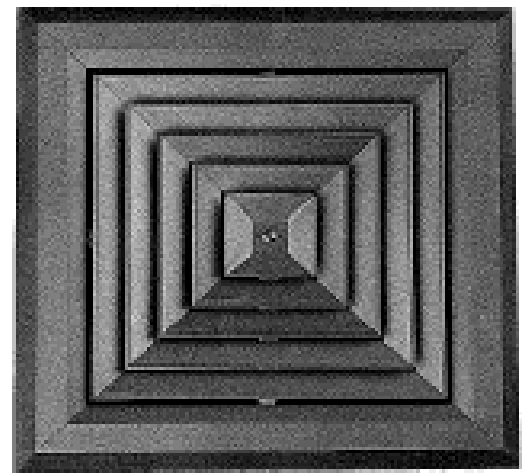
Curva del ventilador de suministro UMA 2.



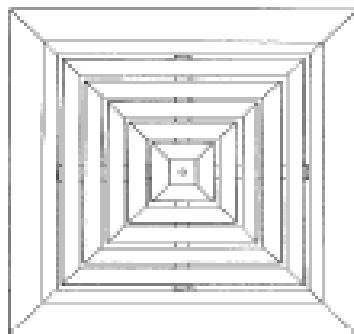
DIFUSOR LINEA 2D



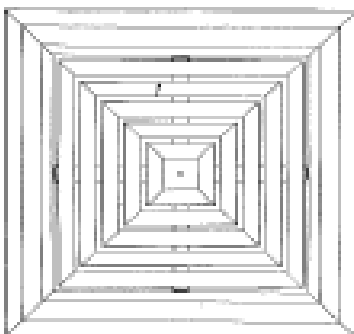
MARCO PLANO



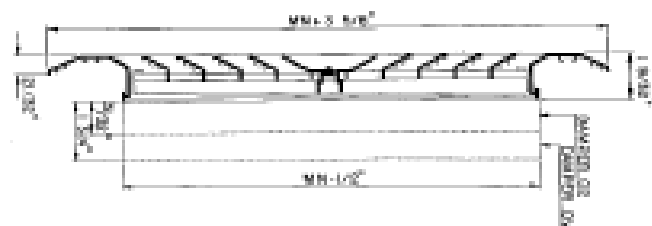
**MARCO DESCOLGADO
DETALLE DE DIMENSIONES**



MARCO PLANO



MARCO DESCOLGADO



ESPECIFICACIONES TECNICAS

Difusor línea 2D son fabricados para la inyección del aire a través de techos.

Esta línea se desarrolla en:

- Una vía
- Dos vías 180 grados
- Dos vías 90 grados
- Tres vías
- Cuatro vías

Los difusores 2D se suministran con marco plano o marco descolgado, según se indica en el detalle de dimensiones. Este último presenta características especiales de diseño que evitan el tiznado sobre los cielos alrededor del difusor.

Existen dos alternativas de damper:

- op (paletas opuestas cierre plano)
- ov (paletas opuestas cierre V)

Las dimensiones van desde 6" x 6" hasta 22" x 22" con incrementos de 2" en cada lado.

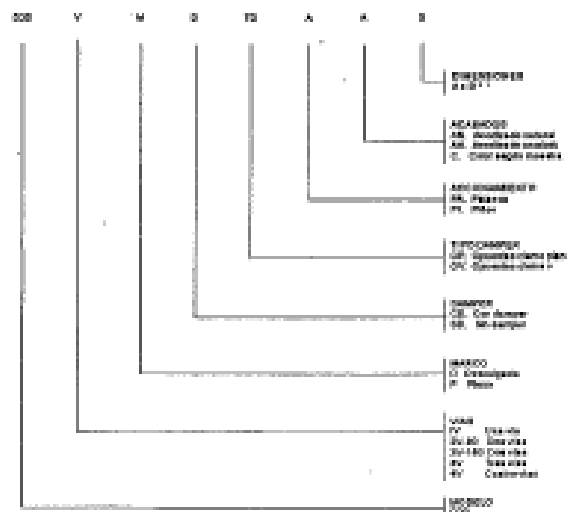
Acepta combinaciones rectangulares sólo en múltiplos de 2".

Adicionalmente se suministrarán difusores línea 2D cuadrados en dimensiones 9 - 15 - 21.

El núcleo central es removible o fijo.

El accionamiento del damper puede realizarse mediante PALANCA o PIÑÓN.

IDENTIFICACION DE MODELOS



NOTA:
* En líneas y línea A corresponde a la vía enleada



LAMINAIRE LTDA.

Calle 7 sur No. 50C- 38

Tel: (4) 255 0422

Fax: (4) 255 5032

Apartado Postal 10734

Anexo D. Característica unidades manejadoras

Velocidad en el Cuello	Presión Total	100	200	300	400	500	600	700	800	900
		.005	.016	.035	.072	.102	.140	.207	.265	.350
		A	A	A	A	A	A	A	A	A
6 X 6 Ak = .21 ft ²	Total cfm/NC	20/-	40/-	75/-	120/-	140/22	170/29	200/35	225/40	250/42
	cfm por lado	20	40	75	120	140	170	200	225	250
	Tiro en pies	7	11	13	16	17	22	25	27	30
8 X 8 Ak = .38 ft ²	Total cfm/NC	35/-	70/-	145/-	220/-	250/24	300/31	345/36	375/40	415/43
	cfm por lado	35	70	145	220	250	300	345	375	415
	Tiro en pies	9	13	21	26	27	29	30	31	32
10 X 10 Ak = .59 ft ²	Total cfm/NC	60/-	125/-	215/-	330/25	385/28	420/33	490/38	540/42	600/44
	cfm por lado	60	125	215	330	385	420	490	540	600
	Tiro en pies	14	20	31	35	38	43	45	46	49
12 X 12 Ak = .89 ft ²	Total cfm/NC	150/-	200/-	300/-	450/29	490/30	575/34	670/41	750/43	865/45
	cfm por lado	150	200	300	450	490	575	670	750	865
	Tiro en pies	24	26	36	39	42	47	50	53	55
14 X 14 Ak = 1.16 ft ²	Total cfm/NC	170/-	260/-	390/22	580/30	680/31	810/35	925/42	1055/43	1200/45
	cfm por lado	170	250	390	580	680	810	925	1055	1200
	Tiro en pies	24	28	38	41	48	52	56	60	65
16 X 16 Ak = 1.52 ft ²	Total cfm/NC	200/-	350/-	500/21	735/32	900/34	1075/36	1225/43	1415/44	1600/46
	cfm por lado	200	350	500	735	900	1075	1225	1415	1600
	Tiro en pies	23	32	39	44	52	55	59	63	67
18 X 18 Ak = 1.92 ft ²	Total cfm/NC	250/-	450/-	620/22	900/33	1125/36	1375/37	1600/44	1800/45	2100/47
	cfm por lado	250	450	620	900	1125	1375	1600	1800	2100
	Tiro en pies	23	32	41	52	53	72	75	80	83
20 X 20 Ak = 2.38 ft ²	Total cfm/NC	280/-	550/-	740/22	1060/33	1300/34	1640/37	1925/45	2180/46	2585/48
	cfm por lado	280	550	740	1060	1300	1640	1925	2180	2585
	Tiro en pies	20	30	39	48	54	69	76	80	82
22 X 22 Ak = 2.88 ft ²	Total cfm/NC	320/-	650/21	860/24	1235/35	1480/36	1875/38	2315/44	2675/47	2935/50
	cfm por lado	320	650	860	1235	1480	1875	2315	2675	2935
	Tiro en pies	19	30	38	48	52	69	77	88	92
24 X 24 Ak = 3.42 ft ²	Total cfm/NC	380/-	750/-	990/25	1400/36	1640/37	2060/39	2625/46	2875/47	3160/50
	cfm por lado	380	750	990	1400	1640	2060	2625	2875	3160
	Tiro en pies	19	31	42	53	63	70	82	88	92

Ak= Área efectiva en pies²

Los Parámetros de selección para los elementos rectangulares se deben asimilar a las dimensiones equivalentes en Área nominal.

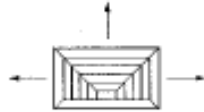
	Velocidad en el Cuello	100	200	300	400	500	600	700	800	900
	Presión total	.005	.016	.035	.072	.102	.140	.207	.265	.350
	Lado con tiro asignado	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6 X 6 Ak = .21 ft ²	Total cfm/NC	20/-	40/-	75/-	120/-	140/22	170/29	200/35	225/40	250/42
	cfm por lado	10	20	38	60	70	85	100	112	125
	Tiro en pies	5	9	10	13	14	18	21	23	26
8 X 8 Ak = .38 ft ²	Total cfm/NC	36/-	70/-	145/-	220/-	250/24	300/31	345/36	375/40	415/43
	cfm por lado	18	35	72	110	125	150	172	187	207
	Tiro en pies	7	11	18	23	24	26	28	27	28
10 X 10 Ak = .66 ft ²	Total cfm/NC	60/-	125/-	215/-	330/25	365/28	420/33	480/38	540/42	600/44
	cfm por lado	30	62	107	165	182	210	245	270	300
	Tiro en pies	10	16	27	30	33	37	39	41	43
12 X 12 Ak = .88 ft ²	Total cfm/NC	150/-	200/-	300/-	450/29	490/30	575/34	670/41	750/43	865/45
	cfm por lado	75	100	150	225	245	287	335	375	432
	Tiro en pies	18	20	30	33	36	40	43	46	48
14 X 14 Ak = 1.18 ft ²	Total cfm/NC	170/-	250/-	390/22	580/30	680/31	810/35	925/42	1055/43	1200/45
	cfm por lado	85	125	195	290	340	405	462	527	600
	Tiro en pies	18	22	32	35	41	45	49	53	58
16 X 16 Ak = 1.52 ft ²	Total cfm/NC	200/-	350/-	500/21	735/32	900/34	1075/36	1225/43	1415/44	1600/46
	cfm por lado	100	175	250	367	450	537	612	707	800
	Tiro en pies	18	27	34	38	46	49	52	56	60
18 X 18 Ak = 1.92 ft ²	Total cfm/NC	250/-	450/-	820/22	900/33	1125/36	1375/37	1600/44	1800/45	2100/47
	cfm por lado	125	225	310	450	562	687	800	900	1050
	Tiro en pies	18	27	35	46	56	65	68	72	75
20 X 20 Ak = 2.38 ft ²	Total cfm/NC	280/-	550/-	740/22	1060/33	1300/34	1640/37	1925/45	2180/46	2585/48
	cfm por lado	140	275	370	530	650	820	962	1090	1282
	Tiro en pies	15	25	33	42	57	62	68	72	74
22 X 22 Ak = 2.85 ft ²	Total cfm/NC	320/-	650/21	860/24	1235/35	1480/36	1875/38	2315/44	2675/47	2925/50
	cfm por lado	160	325	430	617	740	937	1157	1337	1467
	Tiro en pies	14	25	32	42	55	62	69	80	84
24 X 24 Ak = 3.92 ft ²	Total cfm/NC	380/-	750/-	990/25	1400/36	1640/37	2060/39	2625/46	2875/47	3160/50
	cfm por lado	190	375	495	700	820	1030	1312	1437	1580
	Tiro en pies	14	26	35	47	56	63	75	80	84

Ak= Área efectiva en pies²

Los Parámetros de selección para los elementos rectangulares se deben asimilar a las dimensiones equivalentes en Área nominal.

Anexo D. Característica unidades manejadoras

3 VIAS



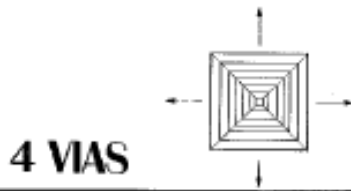
D2D

GUIA DE SELECCION

Velocidad en el Coeficiente	100		200		300		400		500		600		700		800		900			
	Presión Total		.005		.010		.035		.072		.102		.140		.207		.285		.350	
	Labio con tiro asignado		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
6 X 6 Ak = .21 ft ²	Total cfm/NC		20/-		40/-		75/-		120/-		140/22		170/29		200/38		225/40		250/42	
	cfm por lado	13 4	26 7	46 14	78 22	91 25	110 31	130 35	146 41	162 45	180 42	200 48	225 54	250 60	275 66	300 72	325 78	350 84	375 90	400 96
8 X 8 Ak = .36 ft ²	Total cfm/NC		35/-		70/-		145/-		220/-		260/24		300/31		345/36		375/40		415/43	
	cfm por lado	22 6	44 13	84 26	143 40	163 45	195 54	224 62	243 68	269 75	288 82	318 90	348 98	378 106	408 114	438 122	468 130	498 138	528 146	558 154
10 X 10 Ak = .59 ft ²	Total cfm/NC		60/-		125/-		215/-		330/26		385/28		420/33		480/38		540/42		600/42	
	cfm por lado	39 11	78 23	140 40	214 59	237 66	273 76	318 88	363 98	408 108	453 118	508 130	563 142	618 154	673 166	728 178	783 190	838 202	893 214	948 226
12 X 12 Ak = .88 ft ²	Total cfm/NC		150/-		200/-		300/-		450/29		490/30		675/34		670/41		750/43		865/48	
	cfm por lado	98 27	196 36	295 64	453 81	518 88	618 104	718 121	818 138	918 156	1018 174	1118 192	1218 210	1318 228	1418 246	1518 264	1618 282	1718 300	1818 318	1918 336
14 X 14 Ak = 1.16 ft ²	Total cfm/NC		170/-		250/-		390/22		580/30		680/31		810/35		925/42		1065/43		1200/45	
	cfm por lado	110 31	220 45	330 70	510 104	580 122	690 148	810 167	930 186	1050 205	1170 224	1290 243	1410 262	1530 281	1650 300	1770 319	1890 338	2010 357	2130 376	2250 395
16 X 16 Ak = 1.52 ft ²	Total cfm/NC		200/-		360/-		500/21		735/32		800/34		1075/36		1225/43		1415/44		1600/46	
	cfm por lado	130 36	260 63	390 90	570 132	640 162	770 194	900 226	1030 258	1160 290	1290 322	1420 354	1550 386	1680 418	1810 450	1940 482	2070 514	2200 546	2330 578	2460 610
18 X 18 Ak = 1.92 ft ²	Total cfm/NC		250/-		450/-		620/22		900/33		1125/36		1375/37		1600/44		1800/45		2100/47	
	cfm por lado	163 45	326 81	489 112	735 162	810 182	960 214	1110 246	1260 278	1410 310	1560 342	1710 374	1860 406	2010 438	2160 470	2310 502	2460 534	2610 566	2760 598	2910 630
20 X 20 Ak = 2.38 ft ²	Total cfm/NC		280/-		550/-		740/22		1060/33		1300/34		1640/37		1925/45		2180/46		2500/48	
	cfm por lado	182 50	364 99	546 133	810 191	890 234	1060 282	1230 330	1400 378	1570 426	1740 474	1910 522	2080 570	2250 618	2420 666	2590 714	2760 762	2930 810	3100 858	3270 906
22 X 22 Ak = 2.88 ft ²	Total cfm/NC		320/-		650/21		860/24		1235/35		1480/36		1875/38		2315/44		2675/47		3035/50	
	cfm por lado	208 58	416 117	624 156	900 222	990 266	1180 314	1370 362	1560 410	1750 458	1940 506	2130 554	2320 602	2510 650	2700 698	2890 746	3080 794	3270 842	3460 890	3650 938
24 X 24 Ak = 3.42 ft ²	Total cfm/NC		380/-		750/-		990/25		1400/36		1640/37		2080/39		2425/48		2875/47		3325/50	
	cfm por lado	247 68	494 135	741 178	1060 262	1160 316	1380 374	1600 432	1820 490	2040 548	2260 606	2480 664	2700 722	2920 780	3140 838	3360 896	3580 954	3800 1012	4020 1070	4240 1128

Ak = Área efectiva en pies²
 Los Parámetros de selección para los elementos rectangulares se deben estimar a las dimensiones equivalentes en área nominal.

Anexo D. Característica unidades manejadoras



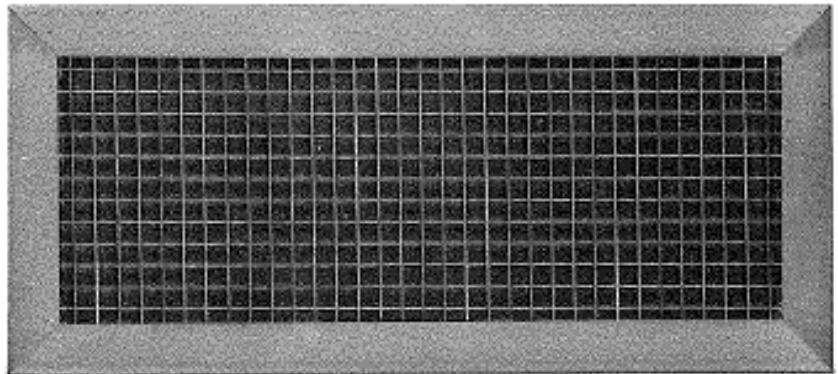
D2D

GUIA DE SELECCION

Velocidad en el Cuello	100	200	300	400	500	600	700	800	900	
	Presión Total									
Presión Total										
Presión Total										
Lado con tiro asignado										
Lado con tiro asignado										
Lado con tiro asignado										
6 X 6 Ak = .21 ft ²	Total cfm/NC	20/-	40/-	75/-	120/-	140/22	170/29	200/35	225/40	250/42
	cfm por lado	5	10	18	30	35	43	50	56	63
	Tiro en pies	4	5	9	9	10	11	12	13	13
8 X 8 Ak = .38 ft ²	Total cfm/NC	35/-	70/-	145/-	230/-	250/24	300/31	345/36	375/40	415/43
	cfm por lado	9	18	36	56	63	75	86	94	104
	Tiro en pies	6	7	11	15	18	19	20	22	25
9 X 9 Ak = .48 ft ²	Total cfm/NC	48/-	100/-	180/-	280/20	300/26	360/32	420/37	485/41	500/43
	cfm por lado	12	25	45	70	75	90	105	116	125
	Tiro en pies	6	8	14	18	19	20	21	22	24
10 X 10 Ak = .59 ft ²	Total cfm/NC	60/-	125/-	215/-	330/25	355/28	420/33	490/38	540/42	600/44
	cfm por lado	15	31	54	83	91	105	123	136	150
	Tiro en pies	6	10	16	21	24	27	28	29	30
12 X 12 Ak = .86 ft ²	Total cfm/NC	150/-	200/-	300/-	450/29	490/30	575/34	670/41	750/43	805/45
	cfm por lado	37	50	75	112	122	144	166	188	216
	Tiro en pies	10	14	20	26	30	31	32	33	34
14 X 14 Ak = 1.16 ft ²	Total cfm/NC	170/-	250/-	380/22	580/30	600/31	810/35	925/42	1050/43	1200/46
	cfm por lado	43	63	97	146	170	203	231	264	300
	Tiro en pies	12	15	21	27	32	33	33	34	36
15 X 15 Ak = 1.24 ft ²	Total cfm/NC	185/-	300/-	445/-	660/31	800/31	960/35	1075/42	1240/43	1400/47
	cfm por lado	46	75	111	165	200	240	268	310	350
	Tiro en pies	13	16	21	27	33	34	34	36	40
16 X 16 Ak = 1.52 ft ²	Total cfm/NC	200/-	350/-	500/21	735/32	900/34	1075/36	1225/43	1415/44	1600/48
	cfm por lado	50	88	125	183	225	268	306	353	400
	Tiro en pies	13	17	22	28	34	36	37	39	44
18 X 18 Ak = 1.92 ft ²	Total cfm/NC	260/-	450/-	620/22	900/33	1125/35	1375/37	1600/44	1800/46	2100/48
	cfm por lado	63	113	155	225	281	344	400	450	525
	Tiro en pies	13	16	21	27	36	36	40	46	55
20 X 20 Ak = 2.33 ft ²	Total cfm/NC	290/-	590/-	740/22	1080/33	1300/34	1640/37	1925/45	2180/46	2565/49
	cfm por lado	70	138	185	265	325	410	481	545	641
	Tiro en pies	12	15	19	25	32	36	42	47	57
21 X 21 Ak = 2.62 ft ²	Total cfm/NC	300/-	600/-	810/-	1190/34	1380/34	1775/37	2125/45	2400/46	2750/49
	cfm por lado	75	150	202	298	348	443	531	600	688
	Tiro en pies	12	15	18	24	31	36	42	47	56
22 X 22 Ak = 2.88 ft ²	Total cfm/NC	320/-	650/21	850/24	1235/36	1480/36	1875/38	2315/44	2575/47	2935/50
	cfm por lado	80	163	215	309	370	468	579	639	734
	Tiro en pies	11	14	18	24	30	34	42	47	56
24 X 24 Ak = 3.42 ft ²	Total cfm/NC	380/-	750/-	990/25	1400/36	1640/37	2080/39	2425/45	2875/47	3160/50
	cfm por lado	95	188	247	350	410	515	606	718	790
	Tiro en pies	9	14	17	26	30	37	45	49	56

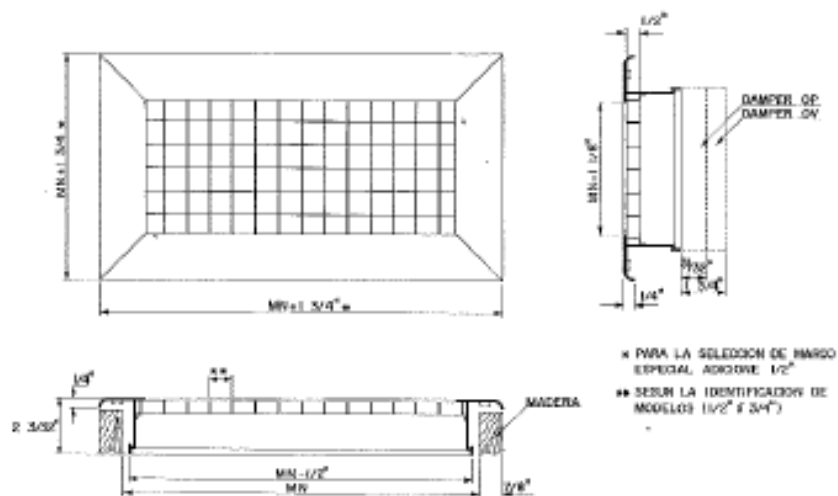
Ak= Area efectiva en pies²
 Los Parámetros de selección para los elementos rectangulares se deben asumir a las circunferencias equivalentes en área nominal.

REJILLA DE RETORNO TIPO CUBO



DETALLE DE DIMENSIONES

TIPO CUBO 1/2" - 3/4"



REJILLA DE RETORNO TIPO CUBO - ALETA FIJA - CON PORTA FILTRO GUIA DE SELECCION

CAPACIDAD DEL AIRE EN CFM (pies cúbicos x min.)									
DIMEN. NOM.	AREA LIBRE EFEC. Ft ²	300 FPM	400 FPM	500 FPM	600 FPM	700 FPM	800 FPM	900 FPM	1000 FPM
10 x 6	.291	87	116	146	175	204	233	262	291
12 x 6	.356	107	142	178	214	249	285	320	356
10 x 8	.398	119	159	199	239	279	318	358	398
12 x 8	.485	146	194	243	291	340	388	437	485
14 x 8	.574	172	230	287	344	402	459	517	574
12 x 12	.750	225	300	375	450	525	600	675	750
20 x 10	1.04	312	416	520	624	728	832	936	1040
18 x 12	1.13	339	452	565	678	791	904	1017	1130
30 x 8	1.26	378	504	630	756	882	1008	1134	1260
24 x 12	1.55	465	620	775	930	1085	1240	1395	1550
18 x 18	1.73	519	692	865	1038	1211	1384	1557	1730
24 x 14	1.81	543	724	905	1086	1267	1448	1629	1810
30 x 12	1.96	588	784	980	1176	1372	1568	1764	1960
24 x 18	2.40	720	960	1200	1440	1680	1920	2160	2400
30 x 18	3.01	903	1204	1505	1806	2107	2408	2709	3010
24 x 24	3.20	960	1280	1600	1920	2240	2560	2880	3200
36 x 18	3.61	1083	1444	1805	2166	2527	2888	3249	3610
30 x 24	4.05	1215	1620	2025	2430	2835	3240	3645	4050
36 x 24	4.83	1449	1932	2415	2898	3381	3864	4347	4830
30 x 30	5.10	1530	2040	2550	3060	3570	4080	4590	5100
36 x 30	6.09	1827	2436	3045	3654	4263	4872	5481	6090
48 x 24	6.50	1950	2600	3250	3900	4550	5200	5850	6500
48 x 24	8.14	2442	3256	4070	4884	5698	6512	7326	8140
48 x 36	9.84	2952	3936	4920	5904	6888	7872	8856	9840
presión estática negativo H2O		.014	.023	.038	.060	.083	.115	.147	.188
	N.C.	20	25	30	35	40			

1. Los parámetros de selección para los elementos rectangulares se deben asimilar a las dimensiones equivalentes en área nominal.

2. En función de la especificación del producto incremente la capacidad listada, así:

TIPO	INCREMENTO EN CAPACIDAD LISTADA (o/o)
RAFE	10
RRTCP	33
RRTC 1/2 x 1/2	50
RRTC 3/4 x 3/4	60

3. Adhiera 0.07 a la presión estática cuando use rejillas con porta filtro.

4. En las rejillas con porta filtro el área de filtrado efectiva corresponde al área nominal - 3/4" pulgadas por cada dimensión.

2008 5a



LAMINAIRE[®]
Grilles, Diffusers and A/C Accessories

LINEAR SLOT DIFFUSERS
SERIES 7700





CERTIFICADO
ISO 9001
SC2128-1



CERTIFIED
IQNet
MANAGEMENT SYSTEM



BASC
BUSINESS ALLIANCE FOR SECURE COMMERCE

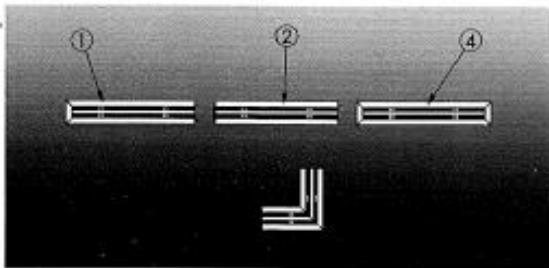
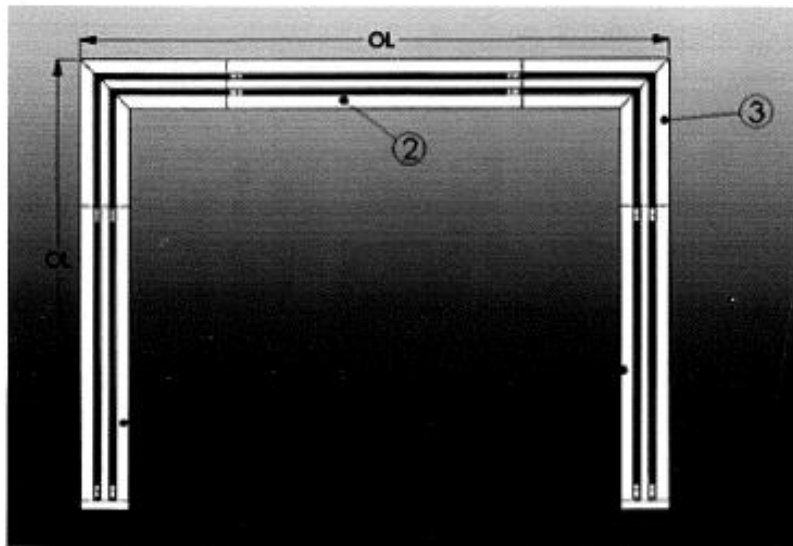
www.laminaire.net



L-SD

L-SD-7700 SERIES LINEAR SLOT DIFFUSER CONTINUOUS RUN DIMENSIONS

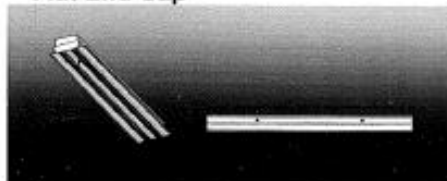
LINEAR SLOT DIFFUSERS



Continuous Run Dimensions

1. End Section, Left / Right End Flange Cap
2. Center Section, No End Caps
3. Corner Section (See page 12 for 90 degree Metered Corner Dimensions)
4. Single Section, Two End Flange Caps

Flat End Cap



Flange End Cap (Fixed)



www.laminaire.net



L-SD

L-SD-7700 LINEAR SLOT DIFFUSER PERFORMANCE DATA

L-SD-7702 SERIES LINEAR SLOT DIFFUSER PERFORMANCE 1/2"

SLOT		4.8	10	15.2	20	24.7	30	35.2	40	45.2
1	AIRFLOW, CFM	4.8	10	15.2	20	24.7	30	35.2	40	45.2
	STATIC PRESSURE, INCHES.W.	0.005	0.020	0.046	0.082	0.131	0.187	0.256	0.332	0.42
	NC				17	21	26	29	33	37
	HORIZONTAL THROW, FT.	1-3-5	3-5-12	6-10-14	9-12-16	10-12-19	12-14-21	13-15-21	13-16-23	14-17-24
	VERTICAL THROW, FT.	2.0	6.0	8.0	11.0	12.0	13.0	14.0	16.0	16.0
2	AIRFLOW, CFM	10.0	20	31.0	40	49.0	60	70.0	81	89.5
	STATIC PRESSURE, INCHES.W.	0.005	0.020	0.046	0.082	0.131	0.187	0.256	0.332	0.42
	NC				19	24	31	33	36	38
	HORIZONTAL THROW, FT.	1-2-7	4-8-16	7-13-19	14-17-23	15-19-25	17-19-28	17-22-30	19-23-32	21-24-34
	VERTICAL THROW, FT.	3.0	8.0	13.0	14.0	16.0	18.0	20.0	21.0	23.0
3	AIRFLOW, CFM	15.0	35	44.0	59	75.0	91	103.0	118	133.0
	STATIC PRESSURE, INCHES.W.	0.005	0.020	0.046	0.082	0.131	0.187	0.256	0.332	0.42
	NC			16	21	27	31	34	38	40
	HORIZONTAL THROW, FT.	2-4-12	6-12-21	13-17-25	16-21-28	18-23-31	20-24-34	21-26-37	24-29-40	25-30-42
	VERTICAL THROW, FT.	5.4	10.3	16.0	18.0	20.3	23.0	24.8	26.0	27.0
4	AIRFLOW, CFM	20.0	39	60.0	79	99.0	119	140.0	161	182.0
	STATIC PRESSURE, INCHES.W.	0.005	0.020	0.046	0.082	0.131	0.187	0.256	0.332	0.42
	NC			17	23	29	32	37	41	43
	HORIZONTAL THROW, FT.	3-5-14	10-14-23	14-19-28	18-23-32	21-25-36	23-28-40	26-30-43	26-32-46	28-35-51
	VERTICAL THROW, FT.	5.8	12.6	17.5	21.0	23.0	25.0	29.0	30.0	32.0
5	AIRFLOW, CFM	24.0	49	73.0	101	123.0	147	173.0	198	223.0
	STATIC PRESSURE, INCHES.W.	0.005	0.020	0.046	0.082	0.131	0.187	0.256	0.332	0.42
	NC			18	27	31	35	36	40	43
	HORIZONTAL THROW, FT.	2-6-15	10-16-25	16-22-31	21-25-36	23-29-41	25-32-45	28-35-48	30-37-52	32-39-55
	VERTICAL THROW, FT.	6.0	14.0	21.0	23.0	26.0	28.0	30.0	33.0	35.0
6	AIRFLOW, CFM	29.0	61	92.0	118	150.0	178	208.0	239	265.0
	STATIC PRESSURE, INCHES.W.	0.005	0.020	0.046	0.082	0.131	0.187	0.256	0.332	0.42
	NC		17	19	27	31	36	38	41	43
	HORIZONTAL THROW, FT.	4-7-19	13-20-28	19-24-33	23-28-40	26-31-45	28-34-49	31-37-53	32-40-59	34-44-60
	VERTICAL THROW, FT.	6.4	15.0	23.0	25.0	30.0	33.0	34.0	36.0	40.0
7	AIRFLOW, CFM	34.0	67	103.0	139	175.0	208	243.0	279	311.0
	STATIC PRESSURE, INCHES.W.	0.005	0.020	0.046	0.082	0.131	0.187	0.256	0.332	0.42
	NC		19	20	28	32	36	40	43	44
	HORIZONTAL THROW, FT.	5-8-19	12-17-30	17-27-37	23-31-42	29-33-46	30-37-53	34-40-58	36-42-61	38-48-65
	VERTICAL THROW, FT.	7.4	16.0	23.0	29.0	30.0	33.0	38.0	40.0	41.0
8	AIRFLOW, CFM	39.0	78	116.0	157	197.0	241	282.0	316	355.0
	STATIC PRESSURE, INCHES.W.	0.005	0.020	0.046	0.082	0.131	0.187	0.256	0.332	0.42
	NC		20	23	30	33	40	41	44	47
	HORIZONTAL THROW, FT.	5-9-20	13-18-24	19-27-40	26-31-46	31-36-51	32-40-57	35-43-62	40-49-66	47-47-70
	VERTICAL THROW, FT.	7.8	18.0	25.0	29.0	33.0	38.0	41.0	42.0	44.0

AIR FLOW FOR FEET LENGTH

LINEAR SLOT DIFFUSERS

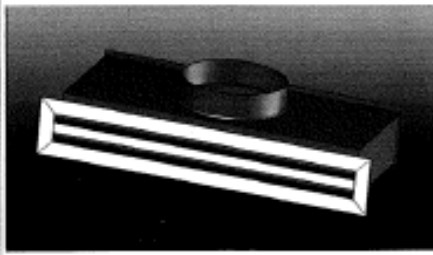


L-SD

L-SD-7700 LINEAR SLOT DIFFUSER WITH BP/BPI BOOT PLENUM

LINEAR SLOT DIFFUSERS

PLENUM PERFORMANCE DATA FOR TYPE 01 -02 -03 -04 -07 -09



L = Diffuser Length
 B = Diffuser width
 D = Plenum top width
 E = Plenum Neck High inlet

SLOT 1/2"

DIMENSION	2 SLOT					3 SLOT					4 SLOT				
L	24"	36"	48"	60"	72"	24"	36"	48"	60"	72"	24"	36"	48"	60"	72"
H	23.99"	35.99"	47.98"	59.98"	71.97"	23.99"	35.99"	47.98"	59.98"	71.97"	23.99"	35.99"	47.98"	59.98"	71.97"
B	17.98"	17.98"	17.98"	17.98"	17.98"	2.19"	2.19"	2.19"	2.19"	2.19"	3.19"	3.19"	3.19"	3.19"	3.19"
D	4.39"	4.79"	4.39"	4.79"	4.39"	5.19"	5.19"	5.19"	5.19"	5.19"	6.19"	6.19"	6.19"	6.19"	6.19"
E	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"

SLOT 3/4"

DIMENSION	2 SLOT					3 SLOT					4 SLOT				
L	24"	36"	48"	60"	72"	24"	36"	48"	60"	72"	24"	36"	48"	60"	72"
H	23.98"	35.98"	47.97"	59.97"	71.96"	23.98"	35.98"	47.97"	59.97"	71.96"	23.98"	35.98"	47.97"	59.97"	71.96"
B	17.97"	17.97"	17.97"	17.97"	17.97"	3.31"	3.31"	3.31"	3.31"	3.31"	4.31"	4.31"	4.31"	4.31"	4.31"
D	4.79"	4.79"	4.79"	4.79"	4.79"	6.19"	6.19"	6.19"	6.19"	6.19"	7.19"	7.19"	7.19"	7.19"	7.19"
E	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"

SLOT 1"

DIMENSION	2 SLOT					3 SLOT					4 SLOT				
L	24"	36"	48"	60"	72"	24"	36"	48"	60"	72"	24"	36"	48"	60"	72"
H	23.97"	35.97"	47.96"	59.96"	71.95"	23.97"	35.97"	47.96"	59.96"	71.95"	23.97"	35.97"	47.96"	59.96"	71.95"
B	17.96"	17.96"	17.96"	17.96"	17.96"	3.79"	3.79"	3.79"	3.79"	3.79"	5.19"	5.19"	5.19"	5.19"	5.19"
D	4.79"	4.79"	4.79"	4.79"	4.79"	6.79"	6.79"	6.79"	6.79"	6.79"	8.19"	8.19"	8.19"	8.19"	8.19"
E	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"

DESCRIPCIÓN GENERAL

- ▶ Difusor tipo perforado para aplicaciones donde se requiera un patrón de flujo laminar .
- ▶ Placa frontal desmontable.
- ▶ Tornillos cuarto de vuelta en acero inoxidable.
- ▶ Caja plenum de uso rudo.
- ▶ Cables de seguridad entre plenum y placa frontal.

DIMENSIONES

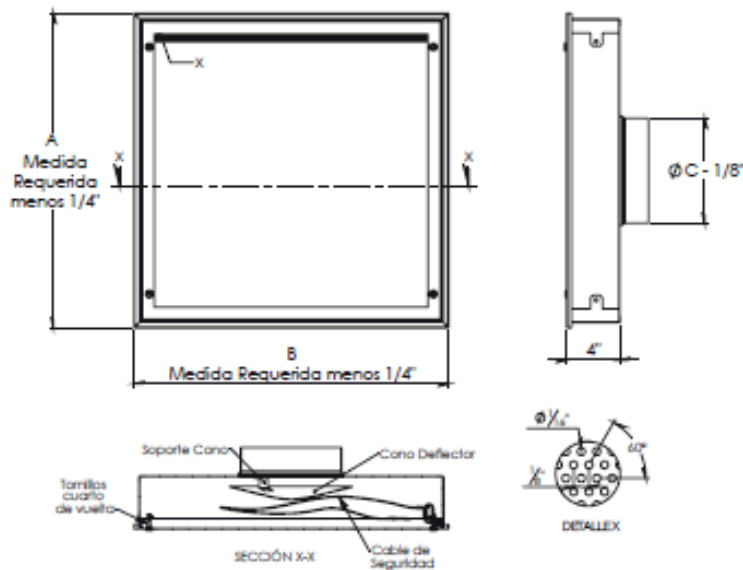


Tabla de dimensiones DFLS			
Modulo	A (pulg)	B (pulg)	Ø C (pulg)
24 x 24	24	24	8
48 x 24	48	24	10

Notas:
Dimensiones en pulgadas (± 1/16)

Nombre de la obra : _____
 Ubicación : _____
 Arquitecto : _____
 Ingeniero : _____
 Contratista : _____

Presentado por: _____
 Fecha: _____

Revisión: 01

Nota: Este submittal está diseñado para demostrar dimensiones generales de dicho producto. Los dibujos de este submittal no son elaborados con la intención de especificar aspectos exactos del producto. Estos dibujos no están a escala. Innes Aire S.A. de C.V. se reserva el derecho de hacer cambios sin previo permiso. Ninguna parte de este documento podrá ser reproducida o distribuida de cualquier forma, siendo estas: electrónicas o mecánicas. Innes Ingeniería, Instalación, Gestión y Operación de Equipos de Ingeniería de Información sin previo permiso de INNES Aire S.A. de C.V.

Av. División del Norte N°78 Col. Memeita,
 Cuahtlalpa México, C.P. 06330 D.F.
 Lada sin costo: 01 800 0K INNES
 E-mail: ventas@innes.com.mx
www.innes.com.mx



DATOS DE INGENIERÍA

DFLH

Difusor de flujo laminar con plenum para filtro Hepa

Dimension nominal (pulg)	Tamaño de Cuello (pulg)	Vel de cuello (CFM/ft ²)	Flujo de aire (CFM)	Presión Estática (Ps) (In. wg)	Nivel de ruido (NC)	Dif. De Temp ΔT (°F)	VELOCIDAD PROMEDIO A DISTANCIA ESPECIFICADA DEL TECHO	
							4' (fpm)	6' (fpm)
24x24	8	20	80	0.002	<15	-5	45	50
		30	120	0.003	<15	-5	50	48
		40	160	0.006	<15	-5	77	80
		50	200	0.009	<15	-5	83	82
		60	240	0.014	<15	-5	97	86
		70	280	0.018	15	-5	101	100
24x24	8	20	80	0.002	<15	-15	43	41
		30	120	0.003	<15	-15	62	60
		40	160	0.006	<15	-15	83	91
		50	200	0.009	<15	-15	94	98
		60	240	0.014	<15	-15	110	118
		70	280	0.018	15	-15	119	126
48x24	10	20	160	0.004	<15	-5	42	45
		30	240	0.009	<15	-5	45	52
		40	320	0.016	<15	-5	65	65
		50	400	0.025	<15	-5	75	81
		60	480	0.036	19	-5	87	87
		70	560	0.049	23	-5	103	104
48x24	10	20	160	0.004	<15	-15	55	60
		30	240	0.009	<15	-15	64	73
		40	320	0.016	<15	-15	79	94
		50	400	0.025	<15	-15	89	100
		60	480	0.036	19	-15	104	113
		70	560	0.049	23	-15	114	125

Notas:

1. Las pruebas estan realizadas de acuerdo con el Standard ANSI/ASHRAE 70-2006, en condiciones isotérmicas.
2. Pruebas basadas con entrada rígida en posición recta. Otras condiciones de entrada puede cambiar el comportamiento.
3. La presión estática (Ps), están medida en pulgadas columna de agua y el flujo de aire esta dado en pies cúbicos por minuto.
4. Los valores de nivel de sonido (NC), están basados en una absorción del cuarto de 10 dB, para una potencia de nivel de sonido (Re: 10⁻¹² watts). De acuerdo con el Standard ASHRAE 36-72.
5. ΔT= Diferencia de temperatura medida en grados Fahrenheit (°F), entre la temperatura del aire inyectado y la temperatura promedio del aire ambiente.
6. Cfm/ft²= Tasa de flujo de aire que pasa por cada pie cuadrado del área de inyección del difusor.

E. Anexo: Presupuestos de accesorios utilizados

MATERIALES PARA FABRICACIÓN DE CONDUCTOS				
ROLLO	CINTA FOIL	115	33.176	3.815.240
GLN	PEGANTE	11	36.366	400.026
LAMINA	LAMINA GALVANIZADA CALIBRE 24	115	47.212	5.429.380
LAMINA	LAMINA GALVANIZADA CALIBRE 22	120	58.696	7.043.520
-				
AISLAMIENTO Y DUCTO FLEXIBE				
m ²	DUCT WRAP	560	8.294	4.644.640
MTS	DUCTO FLEXIBLE AISLADO DE 8"	64	11.867	759.475
-				
ACCESORIOS Y MATERIALES PARA TUBERIA DE AGUA HELADA				
TUBERIA				
-				
MTS	TUBERIA SCH 40 DE 1 1/4"	12	4.005	48.064
MTS	TUBERIA SCH 40 DE 1 1/2"	12	5.230	62.764
MTS	TUBERIA SCH 40 DE 2"	6	8.021	48.126
MTS	TUBERIA SCH 40 DE 2 1/2"	8	12.999	103.989
CODO				
-				
UND	CODO EN TUBERIA SCH 40 DE 1 1/4"	4	1.753	7.013
UND	CODO EN TUBERIA SCH 40 DE 1 1/2"	4	5.363	21.452
UND	CODO EN TUBERIA SCH 40 DE 2 1/2"	4	15.446	61.784
UNIONES				
-				
UND	UNIONES DE TUBERIA SCH 40 DE 1 1/4"	2	882	1.763
UND	UNIONES DE TUBERIA SCH 40 DE 1 1/2"	2	1.205	2.409
UND	UNIONES DE TUBERIA SCH 40 DE 2"	2	1.973	3.945
UND	UNIONES DE TUBERIA SCH 40 DE 2 1/2"	2	7.807	15.613
TEE				
-				
UND	TEE EN TUBERIA SCH 40 DE 2"	2	6.853	13.707
UND	TEE EN TUBERIA SCH 40 DE 2 1/2"	10	16.256	162.562
UNION UNIVERSAL				
-				
UND	UNION UNIVERSAL DE 1 1/4"	4	8.677	34.707
	UNION UNIVERSAL DE 1 1/2"	2	11.229	22.458
BUJE REDUCCION				
-				
UND	REDUCCION DE 2" A 1 1/4"	2	2.547	5.094
UND	REDUCCION DE 2" A 1 1/2"	2	2.547	5.094
UND	REDUCCION DE 2 1/2" A 1 1/4"	2	8.932	17.864
UND	REDUCCION DE 2 1/2" A 2"	8	10.846	86.768
VALVULA DE CORTE				
-				
UND	VALVULA DE BOLA ROSCADA DE 1 1/4"	4	26.222	104.887
UND	VALVULA DE BOLA ROSCADA DE 1 1/2"	6	37.451	224.704
-				
VALVULA DE GLOBO				
-				
UN	VALVULA DE GLOBO DE 1 1/4"	2	102.080	204.160
UN	VALVULA DE GLOBO DE 1 1/2"	2	178.640	357.280
-				

	ACCESORIOS CHILLERS		-	-
UND	JUNTA ANTIVIBRATORIA FLANCHADA DE 1 1/2"	4	70.180	280.720
UND	FILTRO EN Y DE 1 1/2"	2	255.200	510.400
UND	TERMOMETRO DE COLUMNA DE MERCURIO DE 9"ESCALA 20-120 °F TERMOPOZO	4	114.840	459.360
UND	MANOMETRO DE 0-100 PSIG CARATULA DE 4.5"	4	102.080	408.320
UND	CONEXIÓN TIPO SIFÓN RECTO (COLA DE CERDO) DE 1/4"	4	12.760	51.040
UND	VALVULA DE CORTE TIPO BOLA DE 1/4"	4	3.828	15.312
UND	CONEXIÓN METALICA PARA CHILLERS	4	114.840	459.360
GLB	OTROS ACCESORIOS	1	510.400	510.400
	ACCESORIOS TANQUE DE EXPANSIÓN		-	-
GLB	SISTEMA DE EXPANSION ABIERTO (TANQUE DE 250 L, PURGA Y TUBERÍA PVC DE 1/2")	1	510.400	510.400
	SISTEMA DE PURGA		-	-
GLB	VENTOSAS Ó PURGAS CON TUBERÍA PVC Y ACCESORIOS	1	191.400	191.400
			-	-
	VALVULA DE TRES VIAS TIPO CCV ON-OFF MARCA BELIMO A 24 V		-	-
UND	VALVULA DE TRES VIAS TIPO CCV DE 20 GPM, CV 11.5	1	3.334.571	3.334.571
UND	VALVULA DE TRES VIAS TIPO CCV DE 16 GPM, CV 11.5	1	3.334.571	3.334.571
UND	VALVULA DE TRES VIAS TIPO CCV DE 31 GPM, CV 11.5	1	3.872.532	3.872.532
	CAÑUELA DE POLIURETANO		-	-
MTS	CAÑUELA DE 1 1/4" DE DIAMETRO Y ESPESOR DE 1"	12	9.187	110.246
MTS	CAÑUELA DE 1 1/2" DE DIAMETRO Y ESPESOR DE 1"	12	9.698	116.371
MTS	CAÑUELA DE 2" DE DIAMETRO Y ESPESOR DE 1"	6	10.208	61.248
MTS	CAÑUELA DE 2 1/2" DE DIAMETRO Y ESPESOR DE 1"	8	10.974	87.789
GLB	OTROS MATERIALES (COLLARINES)	1	255.200	255.200
				-
	SOPORTES ANCLAJES Y TORNILLEARIA			
	(255 UND) SOPORTERÍA DE DUCTOS TDF EN LAMINA GALV.			
MTS	ANGULO DE HIERRO DE 1 1/2" X 1/8"	95	4.721	448.514
MTS	ARANDELA 3/8"	950	38	36.366

Anexo E. Presupuesto

UND	BROCA LAMINA DE 3/8"	10	4.083	40.832
UND	BROCA MURO DE 3/8"	10	2.935	29.348
MTS	CHAZO DE EXPANSION DE 3/8"	490	447	218.834
UND	CHAZO HEMBRA DE 3/8"	480	255	122.496
MTS	DISCO PULIDORA	5	5.742	28.710
MTS	SOLDADURA ELECTRICA 6013	50	255	12.760
UND	SOPORTES DE CAUCHO Nº 4	20	2.807	56.144
UND	TUERCA GALV 3/8"	950	26	24.244
MTS	VARILLA ROSCADA 3/8"	340	1.404	477.224
UND	CLIPS	2700	638	1.722.600
UND	ESQUINEROS	1850	766	1.416.360
UND	TORNILLO DE CARRIAJE	935	1.531	1.431.672
M	EMPAQUE	430	638	274.340
	(15 UND) SOPORTERÍA DE TUBERÍAS DE AGUA		-	-
MTS	ANGULO DE HIERRO DE 1 1/2" X 1/8"	8,5	4.721	40.130
UND	ARANDELA 3/4"	80	38	3.062
UND	BROCA MURO DE 3/4"	2	2.935	5.870
MTS	PLATINA DE ALUMINIO DE 1" X 1/16"	5	1.531	7.656
UND	LAMINA COLD ROLLED DE 1/4	15	3.855	57.822
UND	TUERCA GALV 3/8"	80	26	2.042
UND	CHAZO HEMBRA DE 3/8"	40	255	10.208
UND	VARILLA ROSCADA 3/8"	10	1.404	14.036
UND	SOLDADURA ELECTRICA 6013	20	255	5.104
				-
CONSUMIBLES				
GLN	ANTICORROSIVO GRIS	1	31.900	31.900
UND	SILICONA INDUSTRIAL	5	8.166	40.832
UND	SIKA FLEX	5	23.606	118.030
UND	LJJA 180	10	1.276	12.760
MTS	PLASTILONA	36	8.932	321.552
LB	MASILLA MAESTRAL	20	3.700	74.008
UND	INSUMOS PARA TUBERIA (CINTA TEFLON, SOLDADURA PVC Y LIMPIADOR DE SOLDADURA)	1	500.000	500.000
TABLEROS DE POTENCIA				
MTS	TABLERO DE POTECNIA Y CONTROL UMA 1, UMA 2 Y UMA 3	1	2.552.000	2.552.000
MTS	TABLERO DE EXTRACTOR	1	812.000	812.000
				-
DIFUSORES Y REJILLAS				
UND	DIFUSOR SUMINISTRO LINEAL 6 FT, 1 SLOT DE 1/2", CUELLO 6"	6	325.728	1.954.368

Anexo E. Presupuesto

UND	DIFUSOR SUMINISTRO LINEAL 6 FT, 2 SLOT DE 1/2", CUELLO 6"	2	384.192	768.384
UND	DIFUSOR SUMINISTRO LINEAL 5 FT, 1 SLOT DE 1/2", CUELLO 6"	12	281.184	3.374.208
UND	DIFUSOR SUMINISTRO LINEAL 5 FT, 2 SLOT DE 1/2", CUELLO 6"	4	329.904	1.319.616
UND	DIFUSOR SUMINISTRO DE FLUJO LAMINAR 48" X 24" CUELLO 10"	8	1.273.680	10.189.440
UND	DIFUSOR SUMINISTRO 4 VIAS 3D 4" X 4" C.D.	1	36.470	36.470
UND	DIFUSOR SUMINISTRO 4 VIAS 3D 8" X 8" C.D.	5	49.277	246.384
UND	DIFUSOR SUMINISTRO 4 VIAS 3D 9" X 9" C.D.	1	55.680	55.680
UND	DIFUSOR SUMINISTRO 4 VIAS 3D 12" X 12" C.D.	2	73.080	146.160
UND	DIFUSOR SUMINISTRO 4 VIAS 3D 14" X 14" C.D.	6	90.480	542.880
UND	DIFUSOR SUMINISTRO 3 VIAS 3D 14" X 14" C.D.	1	99.528	99.528
UND	DIFUSOR SUMINISTRO 4 VIAS 3D 18" X 18" C.D.	2	127.786	255.571
UND	REJILLA RETORNO ALETA FIJA 12"X12" C.D.	1	52.200	52.200
UND	REJILLA RETORNO ALETA FIJA 26"X12" C.D.	4	99.528	398.112
UND	REJILLA RETORNO ALETA FIJA 20" X 12" C.D.	5	81.989	409.944
UND	REJILLA RETORNO ALETA FIJA 30" X 12" C.D.	1	117.206	117.206
UND	REJILLA RETORNO ALETA FIJA 18" X 24" C.D.	2	138.922	277.843
UND	REJILLA RETORNO ALETA FIJA 8" X 14" C.D.	1	45.379	45.379
UND	REJILLA RETORNO ALETA FIJA 10" X 6" C.D.	2	41.760	83.520
UND	REJILLA RETORNO ALETA FIJA 18" X 12" C.D.	1	725.232	725.232
UND	DAMPER DE BALANCEO 1 ALETA 14"X14"	1	109.272	109.272
UND	DAMPER DE BALANCEO 1 ALETA 10"X14"	1	89.506	89.506
UND	DAMPER DE BALANCEO 1 ALETA 18"X14"	1	119.016	119.016
UND	DAMPER DE BALANCEO 1 ALETA 16"X14"	1	112.195	112.195
FILTROS Y ACCESORIOS ADICIONALES				
UND	FILTRO PARA AIRE HEPA 12"X24"	1	678.600	678.600
UND	INDICADOR DIF. PRES. MAGNEHELIC PARA FILTROS DE AIRE (0-3) in c.a.	7	310.000	2.170.000
UND	TRANSMISOR DIFERENCIAL DE PRESIÓN PARA FILTROS DE AIRE (1-5 in c.a.)	3	320.000	960.000
UND	VARIADOR DE VELOCIDAD PARA 3/4 HP, 208-230 V	1	500.000	500.000
SUBTOTAL MATERIALES				75.063.900
HERRAMIENTAS				
DIA	ANDAMIOS CERTIFICADOS 4 CUERPOD	45	27.840	1.252.800
GLB	IZAJE DE EQUIPOS	1	2.784.000	2.784.000

Anexo E. Presupuesto

UND	FLETES EQUIPOS AIRE ACONDICIONADO UMAS	1	2.088.000	2.088.000
CAJA	FLETES EQUIPOS AIRE ACONDICIONADO CHILLER	1	1.392.000	1.392.000
UND	FLETES EXTRACTORES	1	580.000	580.000
UND	ACARREOS EN LA CIUDAD	5	34.800	174.000
UND	ACARREOS A ARMENIA	4	150.800	603.200
GLB	FELETES MATERIALES VARIOS	2	174.000	348.000
SUBTOTAL TRANSPORTES				5.185.200
VIATICOS Y MANO DE OBRA DE SUPERVISIÓN				
DIA	MANO DE OBRA UBICACIÓN EQUIPOS 2 TECNICOS	2	177.492	354.983
DIA	MANO DE OBRA CONEX. Y ARRANQUE 2 TECNICOS	15	177.492	2.662.374
DIA	INGENIERIA (JEFE DEPTO)	6	440.502	2.643.011
DIA	INGENIERIA (ASISTENTE DEPTO)	25	166.197	4.154.917
UND	TRANSPORTE DE 2 INSTALADORES DE TUBERIAS ARMENIA	15	48.256	723.840
UND	ALIMENTACION SUPERVISOR ARMENIA	25	30.160	754.000
UND	TRANSPORTE DE SUPERVISOR	25	30.160	754.000
UND	ALIMENTACION INGENIERIA	6	52.780	316.680
UND	TRNASPORTE DE INGENIERIA	6	226.200	1.357.200
SUBTOTAL MANO DE OBRA PERSONAL NOMINA				13.721.005
VIATICOS Y MANO DE OBRA DE DUCTOS Y TUBERÍA				
UND	MANO DE OBRA INSTALACION DE LONAS	8	47.502	380.016
UND	MANO DE OBRA INSTALACION DIFUSORES	64	12.064	772.096
Kg	MANO DE OBRA INSTALACION LAMINA GALV.	2600	6.635	17.251.520
UND	MANO DE OBRA UBICACION VENTILADORES	2	90.480	180.960
UND	MANO DE OBRA UBICACIÓN UMA	3	271.440	814.320
UND	MANO DE OBRA INSTALACION TUBERÍA PVC CON CAÑUELA	38	52.780	2.005.640
UND	MANO DE OBRA PUNTOS PVC	40	37.700	1.508.000
UND	ENCHAQUETADO DE TUBERIA	38	82.940	3.151.720
UND	PUNTO ENCHAQUETADO	83	67.860	5.632.380
UND	MANO DE OBRA UBICACIONDE TANQUE Y ACCESORIOS	1	377.000	377.000
MT²	MANO DE OBRA CONTRATISTA AISLAMIENTO	560	9.048	5.066.880
ML	MANO DE OBRA CONTRATISTA DUCTOFLEX	64	10.556	675.584
UND	ALIMENTACION DE CUATRO DUCTEROS ARMENIA	30	120.640	3.619.200
UND	TRANSPORTE DE CUATRO DUCTEROS ARMENIA	30	96.512	2.895.360

	SUBTOTAL MANO DE OBRA DUCTERÍA Y TUBERÍA		44.330.676
	SUBTOTAL EQUIPOS		227.275.552
	SUBTOTAL MATERIALES, TRANSPORTES Y VIATICOS		84.285.900
	SUBTOTAL MANO DE OBRA SUPERVISIÓN E ISNTALACION DE EQUIPOS		13.721.005
	SUBTOTAL MANO DE OBRA INSTALACION DE DUCTOS Y TUBERIAS		44.330.676
	SUBTOTAL PRESUPUESTO		369.613.133
	IMPREVISTOS SOBRE COSTOS DE MATERIALES	4%	5.693.503
	TOTAL PRESUPUESTO		375.306.636
	PROVISION GARANTIAS	0,5%	1.848.066
	POLIZAS	1,0%	3.753.066
	TOTAL PRESUPUESTO		380.907.768

6. Bibliografía

- Alzate, S. V. (2016). *Diseño de sistema de aire acondicionado para el área de quirofanos*. Pereira, Risaralda.
- ASHRAE. (1985). *AMERICAN SOCIETY OF HEATING REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS*. Atlanta.
- Cengel, Y. A., & Michael A, B. (2011). *Termodinámica*. Reno, EE.UU: Mc Graw Hill.
- Diebel, J., & Norda, J. (18 de Julio de 2020). *weatherspark*. Obtenido de <https://es.weatherspark.com/y/21494/Clima-promedio-en-Buga-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>
- Dossat, R. J. (1991). *Principles of Refrigeration*.
- Flicard. (13 de Octubre de 2020). *Blogpots*. Obtenido de <http://psicrometria-imi131.blogspot.com/>
- Frank Kreith, R. M. (1959). *Principos de transferencia de calor*. Cengage Learning Editores.
- Handbook, A. (2013). *AMERICAN SOCIETY OF HEATING REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS*. Atlanta.
- Incropera, F. P., & Dewitt, D. P. (1996). *Fundamentos de transferencia de calor*. Lafayette, Indiana: John Wiley & sons.
- Murillo, R. M. (2019). *Diseño de un sistema de acondicionamiento de aire y extracción mecánica para la sucursal del instituto nacional de seguros de Jacó*. Puntarenas, Costa rica.
- Orozco H, C. A. (s.f.). *Método para calcular cargas termicas*. pereira: Proyectos de airea acondicionado UTP-ACAIRE.
- Pardo, G. M. (2008). *Diseño, instalación y mantenimiento de un sistema de aire acondicionado para las oficinas de Colmena BCSC*. Pereira.
- Pereira, U. t. (2013). *Refrigeración y aire acondicionado*. Pereira.
- Rodriguez, M. G., & Diaz, C. A. (2011). *Determinacion de las cargas térmicas para garantizar el confort en el auditorio de la universidad tecnológica de Bolívar*. cartagena de indias.
- SMACNA. (05 de 10 de 2020). *SMACNA*. Obtenido de <https://www.smacna.org/>

Tecam. (27 de 11 de 2020). Obtenido de <http://tecam-sa.com/>

Valerezo, J. D. (2015). *Diseño e Instalación del Sistema de Climatización y Ventilación Mecánica del Hospital del Niño Francisco Ycaza Bustamante*. Guayaquil, Ecuador.