

40
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

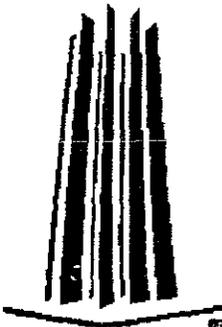
ARAGÓN

APLICACIONES DEL VOLUMEN VARIABLE EN EL DISEÑO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DE LA PLATAFORMA HABITACIONAL MARINA "EK-A" DEL ACTIVO EK-BALAM DE PETROLEOS MEXICANOS, LOCALIZADA EN LA SONDA DE CAMPECHE

T E S I S P R O F E S I O N A L
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A :
JORGE ARTURO ROBLES URBINA

ASESOR
AQUIMEDES SOLIS TELLEZ

SAN JUAN DE ARAGÓN, ESTADO DE MÉXICO 1999



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

273361



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

“ARAGON”

APLICACIONES DEL VOLUMEN VARIABLE EN EL
DISEÑO DEL SISTEMA DE AIRE
ACONDICIONADO DE LA PLATAFORMA
HABITACIONAL MARINA “EK-A” DEL ACTIVO
EK-BALAM DE PETROLEOS MEXICANOS,
LOCALIZADA EN LA SONDA DE CAMPECHE

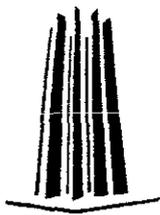
TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

JORGE ARTURO ROBLES URBINA

ASESOR: ARQUIMEDES SOLIS TELLEZ



SAN JUAN DE ARAGON, EDO. DE MEXICO 1999

INDICE

	Página
INDICE.....	I
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO 1.0.....	3
1.0. CONCEPTOS TEORICOS	
1.1. Definición del Acondicionamiento de Aire.....	4
1.2. Leyes de la Termodinámica.....	5
1.3. Teoría de la Transferencia de Calor.....	7
1.4. Psicrométrica.....	13
1.5. Sistemas de Refrigeración para Enfriamiento de Aire.....	15
CAPITULO 2.0.....	18
2.0. CARACTERISTICAS DEL VOLUMEN VARIABLE	
2.1. Descripción del Sistema.....	19
2.2. Consideraciones de Diseño del Sistema.....	21
2.3. Accesorios del Volumen Variable de Aire.....	23
2.4. Difusor de Ranura.....	24
2.5. Aplicación del Volumen Variable de Aire.....	26
2.6. Control del Volumen Variable de Aire.....	28
2.7. Modulación del Ventilador.....	31
CAPITULO 3.0.....	37
3.0. CALCULO DE LA CARGA TERMICA	
3.1. Bases de Diseño.....	38
3.2. Calculo de Coeficientes de Transferencia de Calor.....	41
3.3. Calculo de Areas.....	44

3.4.	Ganancias Térmicas por Conducción y Convección.	53
3.5.	Ganancias Térmicas por Radiación.	62
3.6.	Ganancias Térmicas por Ocupantes.	69
3.7.	Ganancias Térmicas por Alumbrado.....	71
3.8.	Ganancias Térmicas por Equipo.....	73
3.9.	Carga Térmica Parcial.....	75
3.10.	Calculo del Factor de Calor Sensible.....	78
3.11.	Calculo del Caudal Total de Aire Tratado.....	78
3.12.	Ganancias Térmicas Debidas al Aire Exterior.....	81
3.13.	Estimado de Carga Térmica Total.....	82
3.14.	Calculo de las Tuberías de Refrigerante.....	83
CAPITULO 4.0.....		92
4.0. DISTRIBUCION DE AIRE		
4.1.	Calculo del Flujo Volumétrico Total.....	93
4.2.	Calculo de Aire por Local.....	99
4.3.	Métodos para el Dimensionado de Conductos.....	104
4.4.	Diseño de Sistemas de Conductos.....	107
4.5.	Dimensionado de Conductos.....	109
4.6.	Selección y Especificación de Cajas de Volumen Variable.....	130
4.7.	Selección y Especificación de Difusores de Inyección.....	132
4.8.	Selección y Especificación de Rejillas.....	134
4.9.	Calculo de Pérdidas por Fricción en Conductos.....	139
CAPITULO 5.0.....		148
5.0. SELECCIÓN DEL EQUIPO		
5.1.	Criterios para la Selección del Sistema de Enfriamiento de Aire.....	149
5.2.	Unidades Manejadoras de Aire.....	150
5.3.	Serpentín de Expansión Directa.....	152
5.4.	Sistema de Filtración.....	158
5.5.	Caída de Presión Total.....	164

5.6.	Unidades Condensadoras.....	167
5.7.	Ventiladores Extractores de Aire	170
CAPITULO 6 0		172
6.0. DISEÑO DEL DIAGRAMA DE CONTROL		
6.1.	Funciones de los Controles.. ..	173
6.2.	Sistemas de Control Eléctrico.....	174
6.3.	Secuencia de Operación de los Diagramas de Control	175
6.4.	Selección y Especificación de los Elementos de Control... ..	175
CAPITULO 7.0.....		192
7.0. ESTIMACION DE COSTOS		
7.1.	Método del Valor Presente.....	193
7.2.	Costo de Inversión Inicial.....	194
7.3.	Costo de Operación.....	194
7.4.	Costo de Partes de Repuesto.....	198
7.5.	Análisis de Costos.....	198
CONCLUSIONES.....		213
APENDICE A.....		215
APENDICE B.....		223
BIBLIOGRAFIA.....		241

INTRODUCCION

El desarrollo del aire acondicionado mediante refrigeración mecánica ha progresado desde hace 50 años solamente, y a pesar de ello se ha convertido en una parte importante para diseños de edificios, en los que se busca un ambiente agradable para las personas que se encuentren ahí.

En este trabajo de tesis el interés principal es el mantener aire a las condiciones ambientales necesarias de temperatura y limpieza de aire, para el confort del personal de la Plataforma Habitacional Marina "EK-A".

La Plataforma tendrá una capacidad para 127 personas, en esta se dará servicio de habitación, higiene personal, alimentación, comunicación, lavandería, recreación, servicio medico, instalaciones para abordaje y transporte y oficinas a personal que estará laborando en las plataformas que integran el campo EK-BALAM.

La superestructura consistirá en dos cubiertas (cuatro niveles). La primer cubierta (primer nivel y mezanine), será para los servicios auxiliares de la plataforma como: lavandería, taller y cuarto de control eléctrico. La cubierta (segundo, tercer y cuarto nivel), soportará el edificio habitacional.

En el segundo nivel se localizarán los servicios generales como: oficinas, comedor, cocina, servicio medico, sala de proyección, superintendencia, cuarto de control y seguridad.

En los niveles tercero y cuarto estarán localizados los camarotes, baños generales, telecomunicaciones y gimnasio. En la cubierta superior del cuarto nivel se localizará el helipuerto.

Se contará con Ventilación Mecánica en los Baños Generales del segundo, tercer y cuarto nivel, así como los sanitarios ubicados en las habitaciones, tendrán ventiladores extractores para proporcionar una ventilación adecuada. También tendrán ventilador extractor los siguientes locales: lavandería y taller del primer nivel y el gimnasio del cuarto nivel.

Se contará con tres Unidades Manejadoras de Aire y tres Unidades Condensadoras enfriadas por aire, para suministrar al Cuarto de Control Eléctrico del Mezanine, y al Segundo, Tercer y Cuarto Nivel.

Las Unidades Manejadoras de Aire y las Unidades Condensadoras enfriadas por aire se ubicarán en la cubierta de servicios auxiliares de la Plataforma Habitacional.

Y por último, en este trabajo de tesis también se realizó un análisis económico para saber cual es el monto total del sistema de aire acondicionado, así como sus partes de repuesto y el costo de operación del equipo.

CAPITULO 1.0. CONCEPTOS TEORICOS

1.1. DEFINICIÓN DEL ACONDICIONAMIENTO DE AIRE

Es el proceso que consiste en tratar el aire para crear y mantener una atmósfera que produzca efectos deseados en: gente que ocupa ese espacio, materiales, equipos ó procesos.

Se logra controlando simultáneamente las condiciones de temperatura, humedad, pureza y distribución del aire satisfaciendo de esta manera los requisitos del espacio acondicionado.

Se utilizan los términos de acondicionamiento en el verano y en el invierno. Implica respectivamente; enfriamiento y deshumidificación del aire o calentamiento y humidificación del aire. Para poder decir que es un acondicionamiento completo del aire se emplean los dos juntos, pero en algunos casos como en este trabajo de tesis, solo se trata uno de los dos, debido a las condiciones del estado o ciudad en donde se desarrolle el proyecto, ya que en este caso, es una zona muy cálida y realmente no se ocuparía la calefacción. Por lo que nos enfocaremos únicamente al enfriamiento de aire.

En verano, el calor entra incesantemente a las construcciones desde el exterior. Para mantener el aire interior a una temperatura confortable, este exceso de calor se debe eliminar continuamente de los locales. Al equipo que elimina este calor se le llama sistema de enfriamiento. El calor va siempre de las zonas más calientes a las frías.

Si se quiere humidificar el aire resulta fácil agregando más humedad a la contenida en él. Pero si se quiere lo contrario es más difícil. La deshumidificación se puede lograr mediante el uso de materiales desecantes que pueden periódicamente reactivarse, también se puede obtener por refrigeración, enfriando el aire para que el exceso de vapor de agua se quite al ser condensado. En algunos equipos comerciales para acondicionamiento de aire utilizan enfriamiento por rocío; en ellos se inyecta agua fría al aire, provocando que su temperatura disminuya y se ubique por debajo del punto de rocío original y la deshumidificación, al recalentar la mezcla. En este caso solamente se emplearán separadores de humedad para lograr este objetivo, ya que con eso nosotros tendremos los requerimientos de humedad necesarios.

El acondicionamiento tiene como fin conservar la eficiencia y el bienestar de los trabajadores u ocupantes de un determinado espacio dando un mayor confort. También es importante el aspecto económico, ya que debido a esto, en los medios industriales no se hacen del todo confortables.

La temperatura, velocidad, humedad del aire, calor radiante, vestuario y ritmo de trabajo; son aspectos que influyen en el confort.

La temperatura interior recomendable es aproximadamente de 25.5 °C, pero esto va a depender del lugar (la temperatura exterior, temperatura interior, tiempo de estancia y

actividad que se realiza), como se muestra en la tabla 1.1¹ “Temperaturas Interiores Recomendables para Verano en Función de la Temperatura del Aire Exterior” (Norma AMICA-3-1956), por lo que se calcula utilizando las ecuaciones contenidas en esta, para hacer más confiable el diseño de acuerdo a nuestras necesidades.

1.2. LEYES DE LA TERMODINÁMICA

La termodinámica, la transferencia de calor y el flujo de fluidos son disciplinas básicas para el estudio de la calefacción y aire acondicionado. Por lo tanto, nos interesa el estudio de las leyes de la termodinámica, para poder tener una buena comprensión en el acondicionamiento de aire.

La termodinámica es la rama de la física que se ocupa del calor y del trabajo.

La Primera Ley de la Termodinámica.- Equivale a la ley de la conservación de la energía, en la cual se establece que la energía no se crea ni se destruye, ya que la materia siempre tiene energía y ésta se conserva. Lo que sí ocurre, es que la energía puede cambiar de forma. En un sistema aislado la energía es constante. Este principio se usa mucho en el campo de la calefacción, ventilación y aire acondicionado, en especial cuando se enuncia como un equilibrio en la energía:

El cambio en la energía total de un sistema es igual a la energía agregada al sistema menos la energía eliminada del mismo.

La Primera Ley de la Termodinámica se establece: para un sistema que sigue un ciclo, para el cambio de estado de un sistema y a un volumen de control.

La palabra sistema se refiere a cualquier cuerpo o grupo de cuerpos encerrados en un recinto para el cual se puede determinar el flujo de energía que entra o que sale. También podría designar el aire de un local, una caldera, un edificio entero o en un sistema completo de acondicionamiento de aire.

Este balanceo de energía se expresa en general en forma de una ecuación, a la que se le llama la ecuación de la energía:

$$E_v = E_e - E_s$$

Donde:

E_v = Variación en la energía almacenada en el sistema

E_e = Energía que se agrega o entra al sistema

E_s = Energía que se elimina o sale del sistema

La ley establece que durante cualquier ciclo que siga un sistema, el calor es proporcional al trabajo, ya que existe también proporcionalidad en sus unidades.

¹ Ver apéndice A

Entonces:

$$Q = W$$

En el segundo caso, se considera la energía del sistema en el estado dado. Esta puede presentarse en tres formas: Energía Cinética, Energía Potencial y Energía interna.

Tenemos:

$$E = E_C + E_P + E_U$$

Entonces para un cambio de estado de un sistema, puede escribirse:

$$\delta Q = d(E_C) + d(E_P) + d(E_U) + \delta W$$

Ya que:

$$\delta Q - \delta W = d(E)$$

Las sustancias pueden existir en tres estados diferentes: sólido, líquido y gaseoso. El estado en el que esté una sustancia depende de su temperatura y presión.

Por último, un volumen de control es un volumen en el espacio en el cual se tiene interés de estudio particular o algún análisis. La masa, calor y trabajo, pueden cruzar la superficie de control. Esta superficie es lo que rodea al volumen de control y siempre es cerrada. Las propiedades de masa pueden cambiar con relación al tiempo.

La Segunda Ley de la Termodinámica.- La validez de esta ley radica en el hecho de que los procesos siguen una dirección, pero no la dirección contraria.

En un ciclo se satisfacen la primera y segunda ley de la termodinámica, de lo contrario si una de ellas no se satisface, el ciclo no se realiza realmente.

La evidencia experimental llevó a la formulación de la segunda ley de la termodinámica. ya que al realizar diversos experimentos siempre se llegó a la verificación de la ley. y nunca se ha contradecido.

Existen dos definiciones de la segunda ley de la termodinámica, una fue establecida por Kelvin-Planck y la otra por Clausius.

La primer definición nos dice que: toda transformación cíclica cuyo único resultado final sea el de extraer una cierta cantidad de calor "Q" de un cuerpo o una fuente térmica a una temperatura dada y convertirla íntegramente en trabajo, es imposible.

La segunda definición dice que: toda transformación cíclica cuyo único resultado final sea el de extraer una cierta cantidad de calor "Q" de un cuerpo frío y transferirlo a un cuerpo caliente, es imposible.

Se puede decir que estas definiciones son equivalentes, puesto que la violación o verdad de una es la violación o verdad de la otra. Y sus bases, como ya se menciono, descansan en evidencias experimentales.

La primer definición se relaciona con la máquina térmica, ya que es un aparato que opera en un ciclo termodinámico y ejecuta una cierta cantidad de trabajo como resultado de la transmisión de calor de un cuerpo caliente a uno más frío. La segunda definición se enlaza con el refrigerador o la bomba de calor, ya que se tiene un aparato que opera en un ciclo. que requiere trabajo y que lleva a cabo el objetivo de transmitir calor de un cuerpo frío a otro más caliente.

La segunda ley lleva a otra propiedad, la cual es la Entropía, ésta trata cualitativamente a la segunda ley en los procesos. Es decir, mide el desorden o el orden a nivel microscópico.

La entropía es una propiedad física de las sustancias que se relaciona con la utilización y conservación de la energía.

La entropía se puede producir, pero no destruir. Por lo que en un sistema aislado nunca puede disminuir.

Para cualquier proceso que requiera de trabajo, se necesitará la mínima cantidad de trabajo en caso de que no cambie la entropía del fluido.

1.3. TEORÍA DE LA TRANSFERENCIA DE CALOR

Al incrementar la energía de un sistema, la del medio disminuye proporcionalmente manteniendo así el principio de conservación, debido a que dicho sistema y su medio forman un sistema aislado.

Se tratará la transferencia de energía en forma de calor. Es importante recalcar que el calor no es como comúnmente se conoce, cuando se mencionan términos como esta frío o esta caliente ó incluso hace calor.

Por consiguiente es importante para una definición clara que se utilice en termodinámica.

Calor entonces se define como la forma de energía transmitida a través del límite de un sistema que se encuentra a una temperatura determinada a otro sistema que tiene una temperatura más baja. Es decir que siempre se transmitirá el calor del sistema que tiene mayor temperatura al de menor temperatura, y por lo tanto se puede mencionar que la transmisión de calor tendrá lugar únicamente cuando exista diferencia de temperaturas entre los sistemas. Un cuerpo nunca contiene calor, sino que el calor se identifica únicamente cuando cruza el límite. Para que quede un poco más clara esta definición, se puede mencionar algún ejemplo: tenemos un tocho de hierro y es calentado a una

temperatura de 100°C y este se considera como sistema y una cubeta que contenga agua fría la tomamos como un segundo sistema, es claro como ya se menciono que ninguno de los dos sistemas contiene calor originalmente; ahora colocamos el tocho de hierro sobre el agua para tener una comunicación térmica, y podemos comprobar que el calor se transmite del tocho de hierro al agua, hasta que se establece el equilibrio de temperatura en los sistemas. Es entonces el punto final de la transmisión de calor y ninguno de los sistemas contiene calor al terminar el proceso. Entonces el calor se define como la energía que se transmite a través del límite del sistema.

El calor es energía transmitida a niveles microscópicos. Regularmente el término Q es utilizado para representar la cantidad de energía transmitida en forma de calor; entonces, δQ representa una cantidad infinitesimal de dicha transferencia. El valor de Q va a depender de los detalles del proceso y no de las condiciones finales del sistema.

En un proceso en el cual no existe transmisión de calor se le llama proceso adiabático $Q = 0$.

La cantidad de calor transmitida cuando el sistema sufre un cambio de estado del 1 al 2, va a depender de la trayectoria que sigue al sistema durante el cambio de estado.

$$\int_1^2 \delta Q = {}_1Q_2$$

Esta expresión es de una diferencial inexacta δQ , integrada. Agregando $\delta\theta$ se define como la rapidez con la que transmite calor a un sistema y se expresa:

$$Q = \frac{\delta Q}{\delta\theta}$$

El calor transmitido por unidad de masa del sistema esta expresado por:

$$q = \frac{Q}{m}$$

Es importante resaltar que entre calor y trabajo existe mucha similitud; ya que los dos son fenómenos transitorios, puesto que los sistemas no contienen calor o trabajo, ambos se observan únicamente en los límites del sistema y representan la energía que cruza el límite del sistema y los dos son funciones de trayectoria y diferencias inexactas.

Este concepto es básico para poder comprender más fácil el estudio de transferencia de calor que a continuación se presenta.

Ya que las pérdidas de calor de las construcciones son consecuencia parcial de la transferencia de éste, será necesario comprender algunas particularidades básicas de este proceso.

Cuando existe una diferencia de temperaturas por pequeña que esta sea, será motivo suficiente para generar un flujo de calor que será transmitido del cuerpo que tenga mayor temperatura al de menor temperatura, como se menciono anteriormente. Este flujo será variable ya que va a depender del mecanismo por el que es transferido.

Al existir esta diferencia de temperaturas. la transferencia de calor (normalmente se le llama que va de una fuente a un receptor), puede darse por: conducción, convección, radiación. o incluso por alguna combinación de estos mecanismos.

Conducción: es un mecanismo en el cual el calor es transmitido a nivel molecular dentro de la estructura de la materia en fase sólida. Se transmite de una molécula adyacente hacia la otra a lo largo de la trayectoria del flujo de calor, de la molécula más caliente a la más fría. Por ejemplo podemos citar una barra de cobre que se calienta en un extremo.

También se le llama conducción calorífica y su ley fundamental es una generalización de los resultados experimentales sobre el flujo calorífico lineal a través de una lámina, perpendicularmente a sus caras, representada por la siguiente ecuación de Fourier:

$$Q = K \frac{A}{x} (T_1 - T_2)$$

$$Q = K \frac{A}{x} \Delta T$$

Donde:

Q = Transferencia de calor por unidad de tiempo, (Watts)

K = Constante de proporcionalidad denominado conductividad térmica, ($W \text{ m/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$)

ΔT = Es la diferencia de temperaturas entre los dos lados de la pared, ($^\circ\text{C}$)

A = Area de la lámina, (m^2)

x = Es el espesor de la lámina, (m)

La conductividad térmica K es perpendicular a la conducción de calor por conductividad. Esta es evaluada con la experiencia. En los sólidos tiene varios valores numéricos, que dependerán de su conductividad, si es buen conductor o mal conductor. Cuando es un buen conductor se le llama conductor térmico (como el metal), y los segundos se conocen como aislantes térmicos por que tiene un valor pequeño de K como es el caso de los asbestos.

Se puede decir entonces de este valor depende de la temperatura, entre otros factores. Si entre las partes de una sustancia existe una pequeña diferencia de temperaturas, cabe considerar K como constante en la sustancia en su totalidad.

Se nota en la ecuación anterior que la velocidad del flujo de calor es inversamente proporcional al espesor del aislamiento; es decir que la transferencia de calor disminuirá cuando se aumenta el espesor del aislamiento.

Otros factores que influyen en el valor de K , son los límites muy amplios para diferentes materiales y más masas específicas. En la tabla 1.2¹, se muestran valores típicos de K para sustancias generales y para materiales empleados en edificios.

En una pared compuesta como la que se muestra a continuación en la figura 1.1, la conducción se puede tratar con la ecuación anterior agregándole el concepto de resistencia.

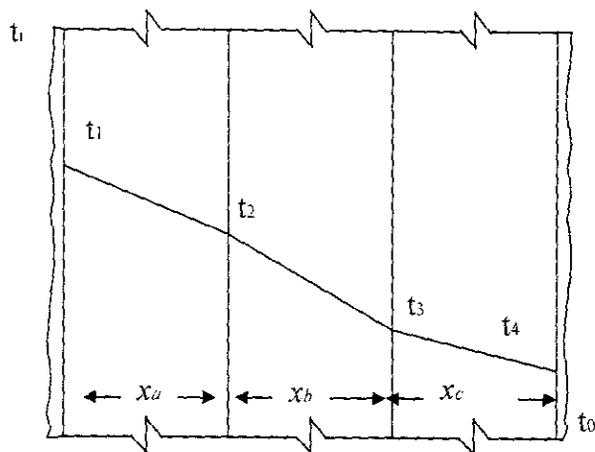


Figura 1.1. Pared compuesta.

Entonces haciendo el arreglo algebraico de los términos, tenemos:

$$Q = K \frac{A}{x} (T_1 - T_2)$$

$$Q = \frac{A(T_1 - T_2)}{x K}$$

$$Q = \frac{A(T_1 - T_2)}{R}$$

Donde:

$$R = \frac{x}{K} = \text{Resistencia térmica, (m}^2 \text{ °C/W)}$$

En este caso, el flujo estable de calor que fluye en toda la pared es el mismo.

$$Q = Q_a = Q_b = Q_c$$

$$Q = \frac{A(T_1 - T_2)}{R_a} = \frac{A(T_2 - T_3)}{R_b} = \frac{A(T_3 - T_4)}{R_c} = \frac{A(T_1 - T_4)}{R_T}$$

¹ Ver apéndice A

Entonces para el caso general:

$$Q = \frac{A(T_1 - T_n)}{R_T}$$

Para cada aplicación es necesario calcular la resistencia térmica global de cada parte de la construcción por la que pasa el calor, aún cuando ya existen cálculos hechos para muchas combinaciones diferentes de materiales de construcción, debido a que surgen nuevos materiales o nuevas combinaciones de ellos, para la mejor absorción de radiación solar, y exista menos transferencia de calor entre el exterior y el interior, manteniendo las condiciones interiores. En este caso, fue necesario hacer los cálculos ya que se emplearon materiales diferentes a los proporcionados por las tablas.

Convección: es la forma de transferencia de calor que resulta del movimiento global de fluidos (líquido o gas) al absorber calor en un lugar y posteriormente ser desplazado a otra posición, en donde el fluido al mezclarse con otra porción más fría cede calor.

Cuando el movimiento del fluido se presenta por diferencia de masas específicas debido al cambio de densidad (por su expansión térmica ocasionada por el flujo de calor), se llama convección natural.

Independientemente de que se encuentre en movimiento el fluido, existirá una capa del fluido muy delgada que estará adherida a la pared relativamente fija que actúa como resistencia adicional al flujo de calor. El espesor de esta capa dependerá de las condiciones de convección del sistema. En esta capa sus condiciones cambiarán más cuando el movimiento del fluido sea más turbulento, es decir que se hará más delgada. La pared transfiere calor por conducción a través de la capa y por convección en el fluido.

El símbolo f representa el coeficiente de película, sus unidades son ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$).

$$f = \frac{K}{x}$$

Considerando los coeficientes de película (f_o y f_i) en los dos lados de un material, la ecuación para el caso general, queda:

$$Q = \frac{A (T_i - T_e)}{\frac{1}{f_i(1)} + \frac{x_a}{K_a(1)} + \frac{x_b}{K_b(1)} + \frac{x_c}{K_c(1)} + \dots + \frac{1}{f_o(1)}}$$

Si se incrementa la rugosidad de la superficie y este aumento casi es lineal con el aire o la velocidad del viento sobre la superficie, los coeficientes f de la película de conductancia también se incrementan. También se incrementan al aumentar la diferencia de temperaturas.

Como las condiciones de superficie (viento y temperatura), son indeterminadas, normalmente se toma el valor de $f_i = 0.16$ ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$), ya que representa el coeficiente para el interior, mientras que para el exterior el valor usado es $f_o = 0.6$ ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$) para velocidades de viento de 15 mph.

Se puede encontrar el coeficiente total de transferencia de calor, para una pared compuesta mediante la siguiente ecuación, facilitando así, el cálculo de las condiciones de flujo de calor.

$$Q_c = U A (T_e - T_i)$$

Donde:

- Q_c = Calor por conducción y convección, (Watts)
- U = Coeficiente global de transferencia de calor, ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$).
- A = Area de transferencia de calor, (m^2)
- $(T_e - T_i)$ = Diferencia de temperaturas exterior e interior, ($^\circ C$)

Radiación: es la forma de transferencia de calor que se produce por ondas electromagnéticas (como la luz del sol: rayos ultravioletas y rayos infrarrojos). Esta forma es mucho más sensible a la temperatura que los dos antes mencionados, y su frecuencia de radiación depende de la naturaleza de su fuente.

Esta energía se transmite desde una fuente a un receptor, se emite dentro de la materia (fuente) excitada al receptor, en este ultimo, parte de la energía se absorbe y la otra parte es reflejada. El cuerpo más caliente puede absorber y emitir radiación pero emite más que la que recibe.

La radiación se cuantifica con la siguiente ecuación:

$$Q_R = U A (T_{eq})$$

Donde:

- Q_R = Calor por radiación transmitido, (Watts)
- U = Coeficiente global de transferencia de calor, ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$).
- A = Área de la superficie de emisión o absorción, (m^2)
- T_{eq} = Temperatura equivalente, ($^\circ C$)

La temperatura equivalente es tomada de tablas de la AMICA¹, las cuales facilitan mucho el trabajo para aire acondicionado, de lo contrario seria otra fórmula y otros métodos más largos y tediosos para llegar finalmente al mismo resultado que se obtiene con este método.

1.4. PSICROMETRÍA

El aire atmosférico que nos rodea es una mezcla de aire seco y vapor de agua, a la que se le llama aire húmedo. Debido a que esta mezcla de gases es la que se acondiciona en los sistemas de control ambiental, es necesario comprender como se comporta.

Psicrometría es el nombre que se ha dado al estudio de las mezclas de aire y vapor de agua.

Es necesario un análisis psicrométrico para seleccionar el equipo adecuado de acondicionamiento de aire y para localizar fallas en los sistemas que no funcionan correctamente.

Las propiedades físicas del aire son las siguientes:

1. Temperatura de bulbo seco (T_{bs}).
2. Temperatura de bulbo húmedo (T_{bh}).
3. Temperatura del punto de rocío (TPR).
4. Humedad específica (W).
5. Humedad relativa (HR).
6. Volumen específico (v).
7. Entalpía específica (h).
8. Factor de calor sensible (F.C.S.).

Y se definen de la siguiente manera: (T_{bs}) es la temperatura del aire, tal como la indica un termómetro, (T_{bh}) es la temperatura que indica un termómetro cuyo bulbo está envuelto en una mecha empapada en agua, en el seno de aire en rápido movimiento, (TPR) es la temperatura a la cual el vapor de agua en el aire se comienza a condensar si se enfría el aire a presión constante, (W) es el peso de vapor de agua por libra de aire seco, expresado en lb/lb de aire seco, o en gramos de agua por libra de aire seco, (HR) es la relación de la presión real de vapor de agua si el aire estuviera saturado a la misma temperatura de bulbo seco y se expresa en porcentaje, (v) es el volumen de aire por unidad de peso de aire seco, se expresa en m^3/Kg , (h) es el contenido de calor del aire por unidad de peso, expresada en J/Kg , y por último el (F.C.S.) es la relación de la ganancia de calor sensible y la del calor latente.

Cuando se conocen dos de estas propiedades, las demás se pueden encontrar fácilmente con la ayuda de la carta psicrométrica.

La carta psicrométrica es la representación gráfica de las propiedades del aire atmosférico. Su empleo es universal porque representa una gran cantidad de información en forma sencilla, además de que ayuda a estudiar los procesos de acondicionamiento de aire.

La ubicación de las escalas para cada una de las propiedades y las líneas de valor constante para esas propiedades se muestran en la figura 1.2.

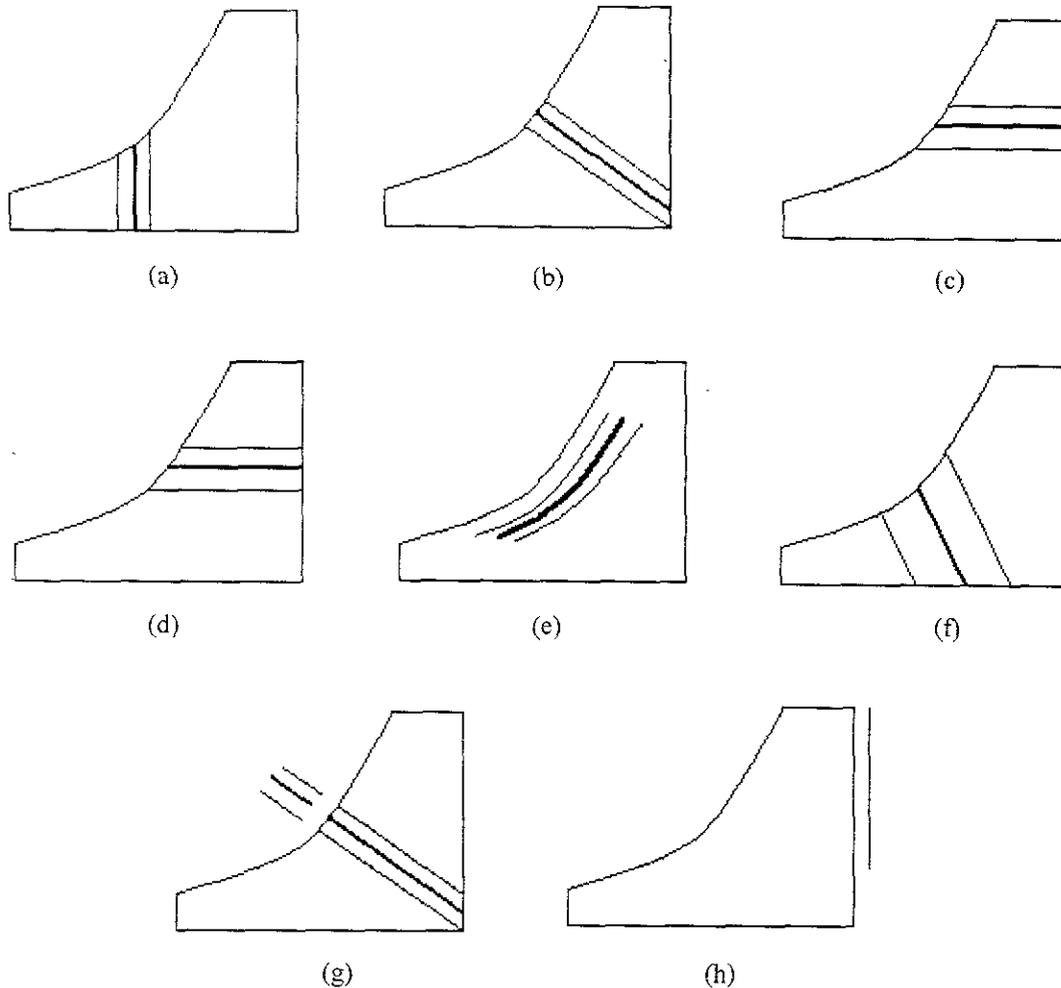


Figura 1.2. Construcción de la carta psicrométrica, mostrando valores constantes de las propiedades.

En (a) se muestran las líneas de temperatura constante de bulbo seco, en (b) se muestran las líneas de temperatura constante de bulbo húmedo, en (c) las líneas de punto de rocío constante, en (d) las líneas de humedad específica constante, en (e) las líneas de humedad relativa constante, en (f) las líneas de volumen específico constante, en (g) las líneas de entalpía específica constante y en (h) la línea del factor de calor sensible.

El objetivo del equipo de acondicionamiento de aire es cambiar el estado del aire que entra y llevarlo a otra condición. A este cambio se le llama proceso.

Es de mucha ayuda el indicar los procesos en la carta psicrométrica, para la selección de equipos y análisis de problemas. Los procesos se indican trazando una línea desde el estado inicial del aire hasta su estado final. El aire cambia sus propiedades a lo largo de esta línea. La mayor parte de los procesos se pueden representar mediante líneas rectas. En la figura 1.3. se muestran estos procesos representados en la carta psicrométrica.

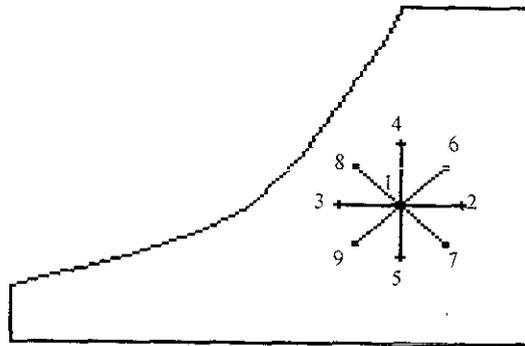


Figura 1.3. Procesos psicrométricos.

El calentamiento sensible (proceso 1-2) ocasiona un aumento en la temperatura de bulbo seco y en la entalpía.

El proceso 1-3 es de enfriamiento sensible (eliminación de calor), y ocasiona una disminución de la temperatura de bulbo seco y de la entalpía.

En el proceso 1-4, la humidificación, tiene como resultado un aumento en la humedad específica y la entalpía.

En la deshumidificación, proceso 1-5, la eliminación de vapor de agua acarrea una disminución de entalpía.

En el proceso de 1-6, se tiene calentamiento sensible y humidificación.

En el proceso de 1-7, se tiene calentamiento sensible y deshumidificación.

En el proceso de 1-8, se tiene enfriamiento y humidificación.

En el proceso de 1-9, se tiene enfriamiento y deshumidificación.

En estos últimos cuatro procesos, en general, cambian tanto la temperatura de bulbo seco, como la humedad y la entalpía.

El proceso de 1-9, enfriamiento y deshumidificación, representa las condiciones del acondicionamiento de aire de la plataforma.

1.5. SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN PARA ENFRIAMIENTO DE AIRE

El objetivo de instalar un sistema; es crear un ambiente agradable en un determinado espacio, en el cual el o los ocupantes tengan confort, logrando, como ya se menciono, un control simultaneo entre las condiciones de humedad, temperatura, distribución y pureza del aire.

El aire es transportado por conductos desde el acondicionador (en donde es limpiado, y es enfriado posteriormente a través de un serpentín), hasta llegar a los difusores que se sitúan en el espacio, ya sea en el techo o en alguna pared.

Los sistemas de refrigeración para enfriamiento de aire se dividen en dos tipos básicos que varían en la forma de obtener el enfriamiento del espacio acondicionado. Estos tipos son: expansión directa y agua helada.

En el sistema de expansión directa, la unidad se encuentra ubicada en el espacio acondicionado o junto a él, esta unidad tiene todos los elementos para producir el enfriamiento de aire.

Dentro de este sistema se encuentran: la unidad tipo ventana, unidad tipo paquete y el sistema dividido. Los que se utilizaron en la plataforma son los de sistema dividido.

Estos sistemas cuentan con: una toma de aire exterior, una toma de aire de retorno, filtros, ventilador, rejillas para distribuir el aire en cada espacio acondicionado y el aparato de refrigeración que consta de; compresor, condensador, enfriador y tuberías. Y en caso de que se requiera mayor capacidad, se pueden agregar conductos para distribuir el aire en espacios de mayores dimensiones.

En este tipo de sistemas, el aire se enfría al hacerlo pasar por una fuente de enfriamiento, que por lo general es un serpentín de tubos que contiene un fluido enfriado por un equipo de refrigeración. Cuando el aire enfriado de suministro entra a la habitación, está se enfría.

Los conductos de retorno sirven para recircular el aire, éste se vuelve a enfriar y se inyecta nuevamente. La toma de aire exterior se emplea para tener una mejor calidad de aire introduciendo aire fresco por esta. Los filtros que se llegan a incluir, se utilizan para limpiar el aire y deshumidificarlo. Estos componentes del equipo los tienen los que se emplearon en la plataforma.

En el sistema de agua helada, el aire es enfriado con agua fría o salmuera. Se suministra desde una fuente que se encuentra retirada del espacio acondicionado y se hace circular por los serpentines de una unidad terminal.

Este sistema se parece al acondicionador individual aproximándose al sistema central. Cada unidad consta de los siguientes elementos: una toma de aire exterior, una toma de aire de retorno, filtros, batería de enfriamiento, ventilador, rejillas para distribuir el aire en distintas zonas del espacio acondicionado, conductos para la distribución del aire en las zonas requeridas.

En cada unidad se introduce el aire exterior a través de la pared, cada una de las unidades es combinada con una central o varias en donde se sitúan: el aparato de refrigeración en el cual se encuentran el compresor, condensador, enfriador y tuberías; la bomba para la propulsión de agua o salmuera; la tubería para la circulación de agua o

salmuera entre los intercambiadores; una torre de enfriamiento para enfriar el agua del condensador.

Se utiliza una válvula, de agua que se encuentra en la batería de la unidad (batería-ventilador), para controlar la temperatura de la habitación. Esta batería-ventilador realiza la refrigeración.

La aplicación de estos sistemas es muy amplia ya que se utiliza en moteles por ejemplo, puesto que estos tienen varias habitaciones, también en centros médicos pequeños y oficinas de fábricas.

La selección de un sistema dependerá de la correcta valoración de la carga térmica, es decir, que es necesario saber que tipo de carga predomina más, calor sensible o latente, si esta dispersa o concentrada, variable o constante. Otros de los aspectos muy importantes para el acondicionamiento de aire son: el económico, las condiciones ambientales y el espacio a acondicionar.

CAPITULO 2.0

CARACTERISTICAS DEL VOLUMEN VARIABLE

CAPITULO 2.0. CARACTERISTICAS DEL VOLUMEN VARIABLE

2.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Los sistemas convencionales se clasifican en dos categorías principales: de volumen constante y temperatura variable, y de volumen variable y temperatura constante. En este trabajo de tesis se empleara solo el segundo mencionado, por lo que nos enfocaremos únicamente a este sistema.

El Volumen Variable de Aire (V.V.A.) se enfoca al aire acondicionado, en el cual únicamente se varia el volumen y la temperatura permanece constante en el aire para encontrar el cambio de las condiciones de carga de enfriamiento.

Este sistema controla la temperatura del local con el control del volumen de aire de suministro, ya que siempre se mantiene una temperatura constante en la salida de descarga del ventilador. Un termostato de cuarto hace trabajar una compuerta u otro dispositivo de control que regula este flujo a la zona en respuesta a la carga, por lo que la temperatura del aire es producida por el serpentín de enfriamiento.

Posteriormente de que el suministro de volumen de aire ha sido modulado por la compuerta de aire, este es distribuido al espacio por un difusor de ranura lineal.

Como la temperatura del aire es modulada, la energía utilizada por el sistema de refrigeración para producir el enfriamiento, es reducida. Por lo tanto, con este sistema en particular, los ahorros de energía de refrigeración son realizados en cualquier momento. El total de energía en uso de estos sistemas en realidad se eleva con las caídas de carga.

Los ahorros de energía en parte de la carga inherente con el Sistema (V.V.A.) tienen dos ventajas: a) energía del ventilador reducida y b) energía de refrigeración reducida.

a) La reducción del volumen de aire efectúa una reducción correspondiente a los caballos de fuerza del ventilador requeridos para mover el volumen de aire menor.

b) El menor flujo de aire constante a través del serpentín de enfriamiento ocasiona que la temperatura del aire abandone el serpentín para descender. En respuesta, el sistema de refrigeración es reducido posteriormente para estabilizar el suministro de aire a la condición de temperatura. A la vez, esto resulta con una reducción en la energía de refrigeración.

Lo que hace que este sistema sea más eficiente de energía que el sistema de volumen constante.

Como el volumen del aire de suministro se reduce en respuesta a la carga de enfriamiento sensible del local, en general la humedad en el mismo aumentará cuando se trabaja a carga parcial, si la carga latente permanece constante. En aplicaciones con una relación de calor sensible alta, el efecto es mínimo.

El difusor de inyección de cada local entrega aire filtrado y de humedad controlada todo el tiempo.

El aparato de tratamiento del aire, acondiciona éste y suministra una mezcla de aire exterior y de retorno a la unidad terminal. El aparato contiene filtros para limpiar el aire y para eliminar el exceso de humedad y enfriar el aire de suministro.

Para desplazar el aire desde el aparato hasta las unidades terminales de los locales se emplea un sistema de distribución de alta o baja velocidad. Cuando se requiere se puede utilizar un amortiguador de sonido para reducir el ruido generado por el ventilador.

En estos sistemas se tiene un solo conducto principal que parte de la unidad manejadora de aire, al igual que en un sistema de unizona, de hecho es el tipo de sistemas empleados en la plataforma. Sin embargo, varía la cantidad de aire que se suministra a cada ramal.

Finalmente, el dispositivo de control independiente de volumen de aire se puede controlar a través de su propio termostato, permitiendo que cada dispositivo sea operado independientemente el uno del otro. Esto facilita al sistema (V.V.A.) para servir a muchos espacios de diferentes requerimientos de aire acondicionado.

Los sistemas (V.V.A.) presentan muchas propiedades favorables para su aplicación en zonas interiores y donde sólo se requiere refrigeración en verano. Algunas de estas propiedades son:

- a) Funcionamiento económico.- Como el volumen de aire se reduce con la carga, la potencia de refrigeración y del ventilador se adaptan estrechamente a la carga real de acondicionamiento del local.
- b) Control individual de la temperatura del local.- Un termostato de cuarto y una compuerta para regular el volumen controlan el flujo de aire de suministro para adaptarlo a la carga en cada local, lo que simplifica el control. El flujo de aire sigue realmente la carga en el local.
- c) Mínimo número de componentes.- No es necesaria la distribución por zonas ya que cada local está servido por un difusor de inyección controlado en forma independiente.
- d) Servicio centralizado.- El mantenimiento y la reparación se realizan con mayor facilidad en el cuarto de máquinas, evitando las molestias en los locales acondicionados.

El procedimiento empleado para proyectar un sistema de volumen variable es análogo al que se emplea para proyectar cualquier sistema todo-aire.

Lo mismo que con todos los sistemas todo-aire, el caudal de aire suministrado a cada terminal debe tener suficiente capacidad para contrarrestar la carga de calor sensible y latente. Como el control de temperatura se mantiene variando el volumen de aire, las

características de carga parcial del recinto deben ser analizadas para la humedad relativa resultante y el caudal de aire reducido.

2.2. CONSIDERACIONES DE DISEÑO DEL SISTEMA

Las siguientes consideraciones sobre el diseño del sistema pueden servir de guía para cualquier proyecto práctico con volumen variable. En el capítulo 3 se tienen datos para poder iniciar el anteproyecto y los cálculos de carga.

Las cargas de refrigeración sensible y latente se calculan para cada local en forma independiente. La temperatura de punto de rocío del aparato es determinada por el factor de calor sensible.

Para obtener el punto de rocío del aparato se debe hacer un cálculo aproximado o estimación de la carga global o bien se puede elegir uno arbitrariamente para producir variaciones aceptables en la humedad relativa de los locales implicados.

La carga de refrigeración se determina por el cálculo aproximado de la máxima carga del local o de conjunto de las áreas de aire acondicionado e incluye los factores de diversidad de alumbrado y ocupantes (si es aplicable).

Para proyectos muy grandes se puede reducir la carga pico calculada tomando en cuenta la diversidad. Esto se refiere al hecho de que las ganancias de calor debidas a las personas y al alumbrado pueden variar con la hora. En algunos casos es incorrecto suponer que todos los locales tienen la carga de diseño por personas y alumbrado al 100%, pero en el caso específico de este proyecto es necesario dejar la carga de refrigeración máxima de diseño, por que las personas sí estarán ocupando la plataforma durante las 24 horas del día, por consiguiente la carga debida al alumbrado disminuirá muy poco, por lo que no se tomará en cuenta el factor de diversidad.

Por lo que se debe analizar cada caso en forma individual y considerar el factor cuando sea necesario. Los factores de diversidad típicos varían de 0.70 a 0.90 para personas y alumbrado en construcciones grandes, y cuando no se pueda utilizar este factor se toma el valor de 1.0.

Para el dimensionado de los conductos de aire de suministro es recomendable el proceso de recuperación estática. Las compuertas o válvulas equilibradoras se deben utilizar para los ajustes secundarios de la distribución de aire de los conductos.

Aunque se pueden utilizar métodos de dimensionado de los conductos tales como el de igualdad de pérdidas por razonamiento es preferible el método de ganancia estática. Un sistema proyectado por el método de recuperación estática está casi autoequilibrado a causa de que está calculado para la misma presión estática en cada terminal. Esto contribuye a mantener la estabilidad del sistema. Además, un sistema de recuperación estática correctamente proyectado da por resultado una reducción de la potencia de ventilador.

El uso de un sistema de conductos de baja o alta velocidad puede estar determinado por el espacio disponible para los conductos de aire de suministro. Los sistemas de baja velocidad son de diseño más sencillo y ordinariamente son de costes de instalación y de funcionamiento más reducidos, pero requieren más espacio. Por lo que para ahorrar peso en los materiales y espacio, se emplearán sistemas de alta velocidad en la plataforma. En los sistemas de alta velocidad es incrementada la presión estática.

Se debe tener cuidado en la instalación y la construcción del conducto, por que si no se selecciona, ni se colocan los accesorios y empalmes correctamente, se pueden tener excesivas caídas de presión y posibles problemas de ruido.

Un cuidadoso estudio de los sistemas de distribución de aire evita los problemas originados por el ruido. A veces, la falta de espacio para acomodar correctamente la instalación y sus accesorios, o la existencia de una boca de salida próxima al aparato acondicionador o impulsor, puede requerir un tratamiento de amortiguamiento del ruido de los conductos de aire de suministro y quizá del aire de retorno.

Puesto que es un sistema de volumen variable y el volumen de aire de suministro varía directamente con la carga, resulta muy importante la construcción del conducto. En locales donde hay ausencia total de carga, la presión en el conducto puede ser más elevada. Los conductos no sólo deben soportar una presión variable, sino que también deben ser herméticos para evitar la fuga de aire.

Al seleccionar los difusores de inyección también se debe seleccionar el ventilador conjuntamente, para evitar un ruido excesivo cuando se ejerce en ellos una presión estática alta desarrollada por el ventilador, ya que en algunos casos pueden ser molestos.

La magnitud del sonido se mide en la unidad llamada decibel (dB). La potencia del ruido es el nivel generado por una fuente de ruido. A esto se le llama presión del ruido, o del sonido. Para nuestros fines no interesa mucho la diferencia entre los términos anteriores. Además de la magnitud, el sonido también tiene frecuencia. Tampoco interesa en forma especial la frecuencia, por que el oído humano tiene menos sensibilidad a las bajas frecuencias que a los sonidos más agudos. Es decir, un sonido más agudo con el mismo nivel de dB que uno grave, nos parece más intenso.

En ocasiones se necesita analizar el nivel de sonido en cada frecuencia con objeto de estudiar un problema real de ruido. Sin embargo, normalmente es suficiente un promedio de los niveles de las frecuencias. Se usa un promedio ponderado, para tener en cuenta el cambio de sensibilidad del oído a frecuencias distintas. El promedio ponderado que corresponde a la respuesta humana al sonido se llama red de escala A (dB-A).

En el "ASHRAE Handbook & Product Directory" de 1976, se encuentra una tabla con valores recomendados para los niveles dB-A, así como los NC, para distintas aplicaciones.

Los NC (Noise Criteria) criterios de ruidos, son niveles sonoros. Los fabricantes de difusores, por ejemplo, indican los niveles sonoros de los difusores como niveles NC.

Los valores correspondientes a estos niveles oscilan entre 15 y 60, dependiendo la aplicación.

Obteniendo los niveles aceptables de la tabla, se toma el promedio como se menciono anteriormente, ya que esta, maneja dos valores por aplicación. Con ello se tendría un nivel adecuado de ruido en el local.

2.3. ACCESORIOS DEL VOLUMEN VARIABLE DE AIRE

Actualmente, hay tres métodos básicos usados dentro de la industria para el control modulado del flujo de aire suministrado en espacios individuales.

Un fabricante usa un montaje de fuelles, y cierre de paso. El control del flujo se logra variando el grado de inflación de los fuelles, de tal modo que la modulación del área del flujo de aire pasa entre los fuelles y el cierre de paso. Este arreglo particular es el sistema energizado. Ya que, los fuelles controlados termostáticamente son inflados a través de el uso de la presión de aire dentro del sistema de conductos.

Otros logran valores variables en el flujo de aire con una modulación de la válvula de aire. La válvula de aire es similar en la función de la válvula de vapor del tipo, ya que el flujo se controla con una V-guía ranurada. Estas válvulas son diseñadas para suministrar una línea cercana, o línea recta, en relación con la elevación del flujo.

Finalmente, los últimos usan compuertas que son ubicadas en ambos, neumáticos y eléctricos, controlados termostáticamente o en el sistema energizado por el operador. Este tipo es el que se empleará en la plataforma.

El desplazamiento controlado de la compuerta modula el flujo de aire a través del termostato, regulando el tamaño del área en la caja de volumen variable, para que circule solo el requerido por el local. El desplazamiento de la compuerta es controlado por cualquier sistema energizado, sistemas neumático o eléctrico para el control de la temperatura. En este caso será eléctrico.

Los sistemas de Volumen Variable de Aire se dividen en dos grupos funcionales: el cierre y la desviación (shutoff y bypass).

Cierre del Volumen Variable de Aire (shutoff): Primero, la válvula de aire usada con el sistema de cierre es capaz de modular desde el flujo a carga máxima, hasta el flujo sin carga. Consiguientemente, el cierre es lo único exacto del sistema de Volumen Variable de Aire porque el volumen de aire entregado por el ventilador es directamente proporcional a la carga.

Las válvulas de cierre de aire son incorporadas en los ensambles que son diseñados para recibir y distribuir las corrientes moduladas de aire acondicionado. Uno de estos ensambles es la unidad de control o caja de volumen variable, que distribuye el aire a los

difusores que están alejados de esta, por medio de conductos flexibles. Una segunda configuración es el difusor de control. Es una unidad de control con un difusor integrado. La ventaja de este arreglo es, cuando un espacio puede ser servido por un difusor individual, tanto la unidad de control como el difusor pueden ser montados como uno solo, eliminando la necesidad de interconectar los conductos de alimentación. En nuestro caso se empleará el primer mencionado.

Desviación del Volumen Variable de Aire (Bypass): La curva para la desviación en el sistema de volumen variable, esta diseñada para conducir el volumen de aire acondicionado necesario para equilibrar la carga en el espacio y desviar la porción innecesaria del flujo dentro del espacio del plafón el cual sirve como el paso de retorno de aire.

La unidad de desviación acepta un volumen constante de aire, de la energía del ventilador desde una posición, la desviación del volumen variable es esencialmente un sistema de volumen constante.

El sistema de cierre a diferencia de la desviación del sistema de volumen variable, conduce los pies cúbicos por minuto (PCM), necesitados del aire acondicionado en el cuarto y las desviaciones la porción innecesaria del flujo dentro del espacio del plafón en el retorno de aire.

La aplicación de la desviación es generalmente limitada a pequeñas instalaciones que requieren un gran numero de espacios controlados individualmente. Un edificio relativamente pequeño comúnmente no expone más de una variación de carga de enfriamiento durante todo del día. El perfil de carga puede ser por ejemplo que, con gente ocupando el edificio y las luces encendidas, son los máximos de la carga. Tan pronto la gente se va y las luces son apagadas, la carga cae a algún valor mínimo.

Por lo que para este proyecto no tendría justificación emplear este sistema, ya que la carga varia frecuentemente y hay ocupantes las 24 horas del día. Aún cuando la ventaja principal de la desviación (V.V.A.) es que puede acomodar muchos espacios controlados de manera independiente económicamente.

2.4. DIFUSOR DE RANURA

Los difusores de ranura lineal se basan en el principio conocido como el efecto Coanda para distribuir el aire al espacio acondicionado. El efecto Coanda es generado por el aire descargado a velocidad relativamente alta en toda la superficie del plafón. Esto crea un área que tiene presión de aire relativamente baja, ocasionando que la corriente de aire abra el plafón. Como se desplaza en todo el plafón, el aire del cuarto es inducido dentro del suministro de corriente de aire, lleva alrededor una mezcla de suministro y aire a la temperatura del cuarto. Por lo tanto, cuando el aire se coloca a los niveles ocupados del cuarto, este ha asumido una temperatura promedio. Cuando se sitúan adecuadamente, los

difusores de ranura generan movimiento de aire en todo el espacio, eliminando áreas de estancamiento.

Para aplicaciones que tienen requerimientos especiales de cobertura de aire, tal como el cubrimiento de una pared exterior o un área de ventana, se usan difusores con descarga en una sola dirección. Este tipo es mostrado en la figura 2.1.

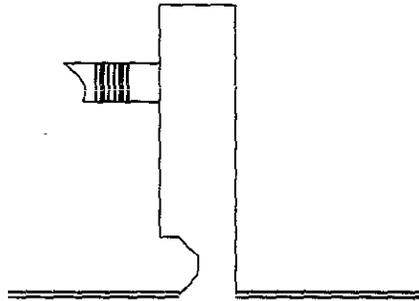


Figura 2.1. Difusor para descarga en una sola dirección.

Ya que los sistemas (V.V.A.) son instalados adentro y el aire se distribuye en toda la superficie del plafón, esto es esencial que los difusores sean compatibles con los diseños de plafones más comerciales. De estos, el plafón de barra T es posiblemente el más comercial de los diseños.

el plafón de barra T es construido de una rejilla de miembros en forma de T invertida los cuales son suspendidos por alambres desde el piso o encima de la estructura del techo. Los miembros cruzados separan la carga en los apoyos de las T's, generando un modelo de techo. Las planchas del plafón se colocan encima y son soportadas por la rejilla formada por la estructura de las T's y T's cruzadas.

El difusor de ranura se coloca sobre la T estructural con los pies de la base apoyados en la pestaña de la barra T, como se muestra en la figura 2.2. Los miembros T, de cruce se acoplan en una ranura en la abertura del difusor de aire, alineando la unidad con el modelo de la plancha del plafón.

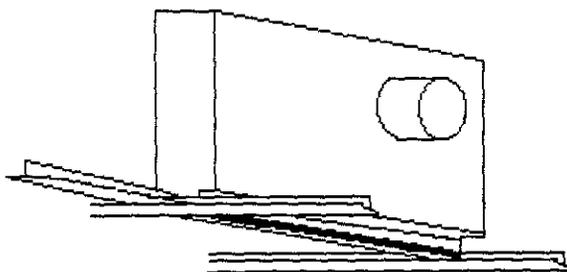


Figura 2.2. Colocación del difusor de ranura.

El difusor de ranura es suficientemente ligero para ser soportado por la estructura de la barra T.

Los difusores de control son similarmente montados. Además de los pies de la base del difusor, un apoyo de la pata descansa sobre la T estructural para fijar la unidad. Los alambres, se amarran arriba de la estructura, para soportar el difusor de control.

Cuando el difusor o el difusor de control es montado, las planchas del plafón son recortadas y colocadas en la manera usual, completando el trabajo.

2.5. APLICACIÓN DEL VOLUMEN VARIABLE DE AIRE

Este sistema se aplica en áreas de varias zonas. Sin embargo, para obtener la plena efectividad en el margen completo de variaciones de carga, la terminal de aire de suministro debe poder variar el volumen de aire sin que se produzca la condensación en las salidas, ni que origine ruido, y mantener espacio.

Los primeros sistemas (V.V.A.) se limitaban a los casos donde la carga de enfriamiento no bajaba más de un 75% de su capacidad de diseño, debido a que la reducción en el volumen de aire suministrado ocasionaba mala circulación y distribución del mismo. La creación de unidades terminales mejoradas, capaces de regular considerablemente el volumen de aire manteniendo al mismo tiempo una circulación adecuada en el local, ha permitido extender el rango de estos sistemas de Volumen Variable de Aire a aplicaciones con grandes variaciones de carga.

El sistema de volumen variable y temperatura constante con salidas convencionales, particularmente del tipo de pared lateral, debe limitar la variación de volumen de aire dentro de 75-80% de la cantidad total. El menor volumen de aire puede originar un tiro o efecto de chimenea debido a que la corriente de aire no sea completa, así las fluctuaciones de carga dentro de una zona dada deben ser pequeñas.

Algunas aplicaciones del sistema que deben ser consideradas son aquellas en que existen cargas variables y que posean un sistema de calefacción de vapor o agua caliente utilizable y en las que sólo se desee refrigeración en verano, como es este caso. Ejemplos de estas aplicaciones son los edificios existentes tales como los de oficinas, hoteles, hospitales, apartamentos y escuelas.

Este capítulo incluye las propiedades y la descripción del sistema, los controles y el procedimiento de ingeniería para proyectar un sistema completo de Volumen Variable de Aire y Temperatura Constante.

Hay ciertas características en los edificios que favorecen la aplicación del cierre (V.V.A.). Ellas son:

- Carga variable
- Zonas múltiples controladas independientemente
- Retorno común de la trayectoria del aire

Por ejemplo, esta plataforma habitacional con cuatro niveles acondicionados muestra las características mencionadas. Esta tiene un contenido de vidrio considerable y espacios independientemente controlados en cada piso.

Puesto que el sol no puede brillar en todos los lados del edificio al mismo tiempo, la exposición solar de cada superficie del edificio cambia durante todo el día. Por lo tanto, cada espacio termostáticamente controlado esta sujeto a una variación de carga diaria.

La plataforma tiene falsos plafones. La distancia que hay entre el falso plafón y el techo, proporciona un espacio suficiente para los conductos de inyección y de retorno de la trayectoria del aire.

La ubicación geográfica de la plataforma, tanto como el tipo de paredes exteriores e interiores, ventanas y la construcción de techo, contribuyen para la selección del sistema que servirá mejor a las necesidades de aire acondicionado.

Los requerimientos de enfriamiento para verano en estos los espacios perimetrales son mejor proporcionados por una caja de volumen variable con difusores remotos. Los difusores son ubicados en el centro del cuarto y son colocados para cubrir ambas paredes, las exteriores y las interiores con el aire acondicionado.

Los edificios con una baja pérdida de calor por metro lineal de la pared de afuera, presentan otra de las oportunidades de aplicación del Volumen Variable.

En la operación de enfriamiento la compuerta de aire exterior es ubicada para aceptar únicamente la mínima cantidad requerida. La mezcla de aire exterior y aire de retorno es entonces enfriada a la temperatura de diseño del aire de suministro.

La mezcla de aire exterior y aire de retorno usada para enfriar el interior entra al espacio de retorno común del plafón. Llevando el calor liberado desde el interior, este se mezcla con el aire caliente del retorno desde el perímetro y recoge el calor por iluminación. Estas ganancias de calor por alumbrado constituyen una fuente de calor sensible.

Ya que los espacios interiores son rodeados por aire a temperatura casi constante, estos espacios no comparten las mismas ganancias de calor y pérdidas practicadas por los espacios perimetrales. Por lo tanto, los espacios interiores típicamente requieren de un grado de enfriamiento en verano para superar el calor generado por la gente, iluminación, etc.

El equipo (V.V.A.) usado en este proyecto de tesis, es de enfriamiento únicamente con cajas de volumen variable con difusores remotos.

Cuando las cargas por ocupantes y alumbrado son bajas, la válvula de aire de una unidad de enfriamiento solo será controlada para modular el flujo de aire, para producir la temperatura de aire necesitada para equilibrar la carga de enfriamiento reducida.

El sistema (V.V.A.) sirve a un gran número de espacios controlados independientemente dentro de la plataforma de forma eficiente.

2.6. CONTROL DEL VOLUMEN VARIABLE DE AIRE

Todo sistema de control tiene elementos semejantes, independientemente de que tan grande y complejo sea el sistema, o si es neumático, eléctrico o electrónico. Los elementos son los siguientes:

1. Una variable controlada (temperatura, presión o humedad).
2. Un controlador (termostatos, presostatos y humidistatos).
3. Una fuente de energía (energía eléctrica y aire comprimido).
4. Un dispositivo controlado (compuerta, válvula, ventilador, compresor de refrigeración, etc.).
5. Un agente de control (agua que pasa por una válvula, aire a través de una compuerta, o la corriente eléctrica a través de un motor).
6. Una planta de proceso (serpentín de enfriamiento o de calefacción, ventilador, conducto, etc.).

Algunas de las unidades de Volumen Variable son diseñadas para aceptar control neumático, más sistemas eléctricos energizados.

Control Neumático.- Por ejemplo, la compuerta de la válvula de aire controlada neumáticamente es operada por una cámara de aire montada. Cuando la presión neumática es alimentada a la cámara de aire esta se infla, motivando a las compuertas para reducir las áreas libres de las ranuras de aire.

Cuando el aire es fugado desde la cámara de aire, un resorte regresa la compuerta a su posición abierta original.

En respuesta al cambio de temperatura del cuarto, un termostato modula la presión neumática alimentada a la válvula. Este posiciona la válvula, como se necesite, para equilibrar los cambios de carga del cuarto.

Reducir las condiciones de carga del cuarto ocasiona que las válvulas de aire sean afectadas dentro del sistema para modular en relación con la posición cerrada. Esto, a la vez, ocasiona que la presión estática dentro del conducto principal de suministro se eleve. La presión aumentada en el conducto "impulsa" más aire a través de las válvulas restantes en el sistema.

El cambio en la presión estática no es generalmente un problema en aplicaciones únicas de enfriamiento. Ya que el cambio de la presión estática del conducto normalmente se realiza muy despacio, el termostato de cuarto, sensa el cambio de temperatura, tiene un tiempo amplio para recalibrar la válvula de aire, tan necesario, para restaurar el balance de los PCM con la carga de enfriamiento del cuarto.

Sin embargo, si el sistema esta sujeto al cambio rápido de presión estática, este puede ser necesario para controlar la entrega de los PCM de aire más estrechamente.

Tales cambios de presión estática en el conducto pueden ser ocasionados por uno o más de estas condiciones:

- Rápida fluctuación de carga.- El cambio rápido de presión estática del conducto debido a los cambios en las cargas de iluminación y por ocupantes en el edificio.
- Parte de la carga en operación.- Durante la operación de parte de la carga muchas de las unidades pueden ser moduladas a la posición cerrada más cercana, resultando en una posible condición de presión estática elevada en el conducto.

El sistema de control que monitorea la cantidad de aire manejado por una unidad (V.V.A.) sensa la velocidad del flujo a través de las presiones medidas por un arreglo de anillo del flujo que esta integrado a la válvula de aire.

El anillo contiene 8 orificios que miden la presión estática. La presión estática es la presión de aire exterior ejercida en todas direcciones dentro del conducto.

Además, un número igual de orificios mide la presión total. La presión total es la suma de la presión estática y la presión de velocidad. La presión de velocidad es la presión generada por el movimiento del aire.

El sistema de control sensa el promedio de las presiones estática y total a través de golpes al lado de la válvula de aire. El sistema transfiere la diferencia entre las dos presiones en una señal que es proporcional al valor de los PCM del flujo a través de la válvula.

El promedio de las presiones del aire total y estática, sensadas a múltiples locales dentro de la entrada de la válvula de aire, proporciona el alcance de medida necesitado para el control correcto del flujo.

Sensando el valor de los PCM del flujo, el controlador limitador de volumen, asume el control de la válvula cuando el flujo máximo es alcanzado. Esto entonces recalibra la válvula, como sea necesario, para prevenir que el flujo exceda este valor.

Esta es la configuración del flujo producida por un controlador similar; el regulador neumático de volumen. El regulador de volumen compensa el cambio de presión estática en el conducto, siempre que la regulación cierre el volumen de aire por todo el rango de operación de la unidad.

A través del mismo anillo para arreglo de flujo, el dispositivo mide el flujo de aire y lo compara este con la señal relacionada con la temperatura recibida desde el termostato. Esto entonces reposicionara la válvula, como sea necesario, para entregar un PCM que se acomode con los requerimientos del termostato.

La unidad del sistema energizado es controlada por una presión estática del conducto compensando el regulador de volumen. El regulador de volumen también contiene un dispositivo regulador de presión que mantiene una constante de 0.75 pulgadas de presión requerida para energizar los controles. Por lo tanto, para la correcta operación, por lo menos 0.75 pulgadas de presión estática deben ser mantenidas en la válvula en todo momento.

Aparte del hecho de que la potencia del control es tomada desde el conducto, la operación del sistema energizado es parecida a el que se describió para la unidad neumática.

Finalmente, el sistema de control eléctrico usa un motor reversible para ubicar la válvula de aire. El motor impulsa un eje pasado que, a la vez, mueve la compuerta de la válvula. El motor es acoplado para rotar el eje a un valor que requiere aproximadamente 60 segundos por este para mover la compuerta desde una posición extrema a la otra. Esta respuesta permite que en un periodo la válvula se cierre para emparejar los PCM requeridos por el termostato sin tener sobre disparo o bajo disparo.

En este arreglo particular del control, un potenciómetro el cual es acoplado al eje del motor, revisa la posición de la compuerta de la válvula. En respuesta a un cambio de temperatura en el cuarto, la señal cambiada desde el termostato de cuarto es transformada en un voltaje variable, la señal de corriente directa por una placa de circuito integrado. Esta señal es entonces comparada con la señal recibida desde el potenciómetro. El motor es entonces accionado en una dirección para recalibrar el potenciómetro y, a la vez, la compuerta de la válvula, para equilibrar la señal recibida desde el termostato.

Esta es la posición del control. En otras palabras, para cada señal recibida desde el termostato, la válvula toma una posición específica. Por lo tanto, el volumen de aire entregado por la válvula es dependiente de la presión estática del conducto. Sin embargo, como he mencionado, esto no es crítico en las aplicaciones únicamente de enfriamiento. Ya que el cambio de la presión estática en el conducto generalmente toma lugar lentamente, el termostato de cuarto continuamente ajusta la válvula.

En este caso, se utilizo el sistema de control eléctrico, pero el termostato de cuarto manda la señal a la compuerta que se encuentra en la caja de volumen variable, no a la válvula. La compuerta regula el flujo de acuerdo a la señal que recibe entonces. Esta provoca una caída de presión en el conducto, la cual es recibida por el sensor de presión, y este a su vez manda la señal al variador de velocidad para controlar y regular al motor del ventilador.

Los controles del sistema son sencillos y pueden ser eléctricos o neumáticos. Hay varios elementos de control que regulan el funcionamiento de los sistemas de acondicionamiento de aire.

Los elementos fundamentales son:

1. Un relé excitado por el arrancador del ventilador que abre la compuerta de mínimo aire exterior cuando se pone en marcha el ventilador. Esto provee la ventilación todo el tiempo.
2. Un termostato de punto de rocío o de descarga del ventilador situado en el local y que controla la capacidad de refrigeración mediante el uso de aire exterior. Esto proporciona la refrigeración en la época o estación marginal.
3. Un termostato de zona (o varios) que mantiene el control de las condiciones del local.

Aunque en la terminal de aire se puede utilizar un control manual o automático, es preferible el automático. Con él se puede mantener una temperatura constante en los locales, independientemente del cambio de las condiciones de carga, cuando el sistema es aplicado a espacios tales como zonas interiores que siempre requieren refrigeración. En estos casos, como el aire está siempre frío, se utiliza un termostato de control que actúa sobre el regulador del caudal de aire, como es el caso de la plataforma. La presión del conducto se controla por las aletas de entrada del ventilador para evitar una insuflación excesiva y también el estrangulamiento excesivo en la unidad terminal.

Pueden ser controladas varias terminales de aire mediante un termostato central para asegurar que la temperatura a que obedece representa la temperatura media de los locales.

Para el aparato central se puede utilizar un control eléctrico o un control neumático; la secuencia de operaciones es idéntica. Para nuestro caso será el eléctrico.

La compuerta de control de volumen de mínimo aire exterior está interconectada con el arrancador del ventilador para que se abra cuando el ventilador se pone en marcha. La compuerta de control de volumen de máximo aire exterior está cerrada y la de aire de retorno está completamente abierta.

2.7. MODULACIÓN DEL VENTILADOR

El ventilador de suministro se selecciona para el volumen de aire calculado y la presión estática necesaria. Los ventiladores que se emplearán en los equipos de esta plataforma, tendrán que vencer también el volumen de aire y la presión estática del conducto de retorno de aire. Este ventilador se puede elegir por las curvas características o tablas proporcionadas por el fabricante, y debe ser seleccionado cerca del punto de máximo rendimiento, preferiblemente entre los puntos de rendimiento máximo y descarga libre. Además, la potencia útil del motor del ventilador se debe obtener por estas curvas y tablas. Con aletas de ventilación curvadas hacia delante o hacia atrás se es aconsejable utilizar aletas de guía de entrada controladas para mejorar los rendimientos con carga parcial. Normalmente, la mínima cantidad de aire exterior introducida para fines de ventilación es eliminada a través de las bocas de descarga de servicio.

Para acomodar los requerimientos del Volumen Variable, impuestos por un sistema (V.V.A.), el ventilador debe ser seleccionado y controlado de tal manera que este sea capaz de modular sobre el rango requerido de PCM sin entrar en su área inestable de operación. Es necesario mencionar los temas fundamentales determinados del sistema (V.V.A.) antes de proceder con la modulación del ventilador. Estos temas son las interacciones entre la:

- a) Curva del funcionamiento del ventilador
- b) Curva de la resistencia del sistema
- c) Curva del sistema (V.V.A.)

a) La curva del funcionamiento de un ventilador centrífugo (figura 2.3), es un plano de la capacidad de aire manejado a una velocidad determinada (r.p.m.) contra su presión estática externa. Mientras un ventilador centrífugo produce ambas presiones estática y de velocidad, este es convencional para trazar su funcionamiento en la base de su componente de presión estática fácilmente medida.

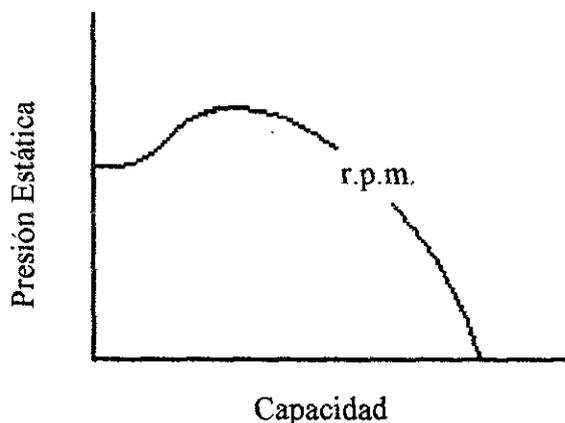


Figura 2.3. Curva del funcionamiento de un ventilador centrífugo.

b) La curva de la resistencia del sistema (figura 2.4), por otra parte, es establecida sobre la base de la resistencia, por lo que se refiere a la presión estática, que el sistema ofrece para una serie de valores del flujo de aire.

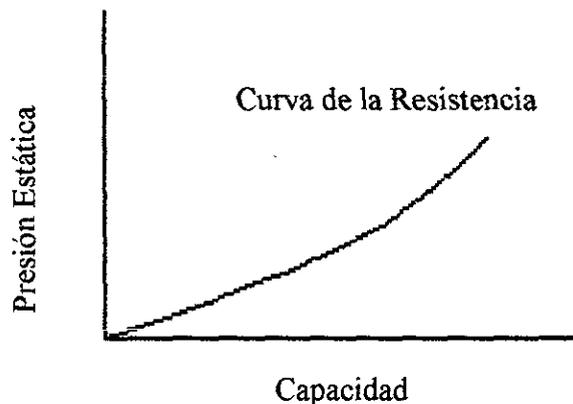


Figura 2.4. Curva de la resistencia del sistema.

Durante la operación, un aumento en la resistencia del sistema, debido al cierre de las cajas (V.V.A.), ocasiona la creación de una nueva curva de resistencia.

El alcance de modulación de los PCM es mejorado seleccionando un ventilador relativamente pequeño. Este se sitúa en el punto de operación de diseño lejos de lo correcto en su curva de funcionamiento a un alto porcentaje de la capacidad total del ventilador. Desde este punto, el ventilador es independiente para modular sobre una amplia comparación del alcance de los PCM antes de entrar a su área inestable de operación.

Este método de modulación puede usarse con cualquier ventilador centrífugo. Sin embargo, este tiene más eficiencia de energía cuando es aplicado con ventiladores curvados (CA) hacia adelante. Como es mostrado, las configuraciones de las curvas de potencia al freno del ventilador (CA) son tales que los requerimientos de caballos de potencia del ventilador son reducidos cuando el punto de operación del ventilador se mueve en forma ascendente sobre su curva constante de r.p.m.

Sin embargo, si el sistema fuera requerido después de modular sobre un amplio rango de PCM, la estática elevada del conducto experimentaría en valores del flujo de aire reducido que puede ocasionar una sobre-presurización de las terminales (V.V.A.), resultando en valores incrementados de la entrega de PCM y problemas de sonido.

c) Finalmente, la curva del sistema de Volumen Variable (figura 2.5), ilustra las demandas estáticas externas del ventilador impuestas por un sistema (V.V.A.).

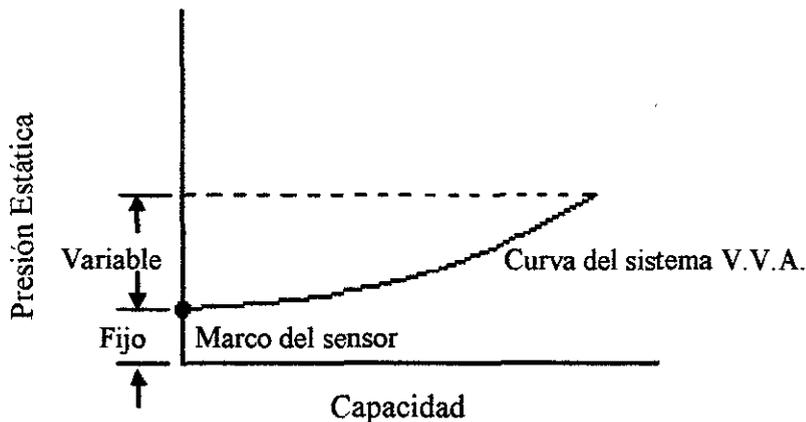


Figura 2.5. Curva del sistema (V.V.A.).

El primer componente es la presión estática fijada necesaria para energizar las terminales (V.V.A.) y los difusores. Esta presión establece el marco del controlador de la presión estática en el conducto.

El segundo es el componente estático variable. Este componente es necesario para superar las pérdidas estáticas del sistema asociadas con los conductos, accesorios, serpentines, filtros, etc., en las diversas consideraciones del flujo de aire. Estas pérdidas varían con el cuadrado del cambio del valor del flujo de PCM del sistema.

Para lograr este balance, algunas formas del control de la estática del ventilador deben ser aplicadas. Tal control es suministrado por:

- Aspas de entrada.
- Control de la velocidad del ventilador.
- Control del aspa de inclinación variable.

Cada uno de estos dispositivos de control es operado por un controlador que sensa la presión estática desde una ubicación dentro del sistema del conducto.

El requerimiento de presión estática fijada de una terminal ubicada de $2/3$ a $3/4$ de la distancia de descenso del recorrido más largo del conducto principal típicamente suministra ambos el ajuste y la ubicación para el sensor estático. Desde esta ubicación, el balance estático del sistema del conducto entero puede ser monitoreado y controlado.

Fundamentalmente, los dispositivos de control del ventilador responden en una manera similar al cambio de la presión estática en el conducto.

Por ejemplo, suponiendo una reducción en los PCM del sistema, adquiridos alrededor de la modulación de todas o parte de las terminales (V.V.A.), ocasiona la generación de una nueva y más alta curva de resistencia del sistema. En respuesta, el ventilador se conduce encima de su curva de funcionamiento a velocidad constante, como se muestra en la figura 2.6.

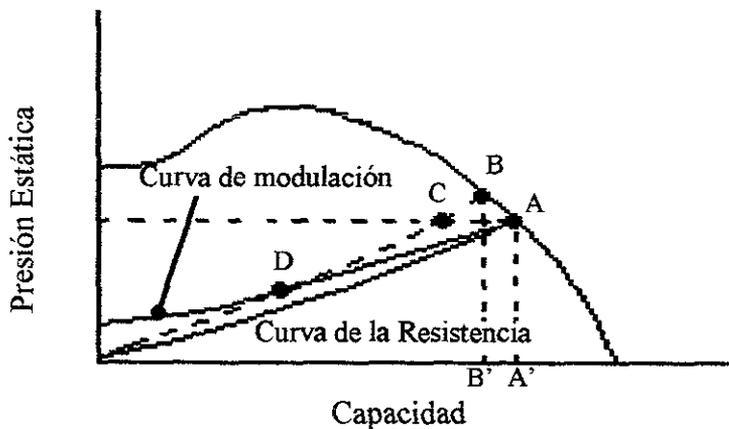


Figura 2.6. Curva de modulación del ventilador.

El controlador estático del conducto monitorea el aumento estático generado por el ventilador (A-B) más el aumento estático (C-D) ocasionado por las pérdidas en conductos reducidos y pérdidas en los accesorios. Estas pérdidas en los conductos reducidos y en los accesorios (C-D), resultando en un aumento estático igual en el conducto, son debido a los valores menores del flujo de aire (A'-B') dentro del sistema del conducto.

Una vez que el aumento estático iguala el diferencial del controlador estático, la acción del control es tomada para reducir la capacidad del ventilador, moviendo su punto

de operación en todo el sistema actual de la curva de la resistencia hasta (D) sobre la curva de modulación del ventilador. El resultado de la reducción de los PCM en el ventilador desde su acción del control reduce la estática del conducto por una cantidad igual a la ganancia producida por el ventilador (A-B) más el que resulte desde las pérdidas del conducto reducido y las pérdidas en los accesorios (C-D). Esto restaura la presión estática fijada dentro de la sección del conducto que contiene el sensor estático.

En esta demostración, el cambio estático necesitado para iniciar la acción del control por encima de los PCM y el resultado de las reducciones estáticas desde la acción del control son muy exageradas.

Las aspas de entrada desempeñan la función de modulación del ventilador para transmitir un movimiento radial a la corriente de aire, en dirección de la rotación de la rueda del ventilador, antes de que entre en el giro. Al cambiar el ángulo de entrada, adquirido alrededor de las aspas de modulación, se disminuye progresivamente la habilidad del giro del ventilador para “cortar” el aire. Esto reduce la capacidad de su aire manejado que, a la vez, reduce su presión estática generando la capacidad y el consumo de los caballos de fuerza.

Mediante la modulación de la posición del aspa, los PCM y el resultado de la estática del conducto son reducidos progresivamente hasta que el punto de operación sea regresado a la curva de modulación del ventilador (D), restaurando la estática fijada en la sección del conducto que contiene al sensor. De esta manera, el punto de operación del ventilador es controlado con la trayectoria de la curva de modulación.

El control de la velocidad o variador de velocidad del ventilador produce una interacción sistema-ventilador que es parecido al que es producido por el control del aspa de entrada. Sin embargo en este caso, (D) corresponde a la intersección de la curva de modulación del ventilador y a la curva de r.p.m. reducidos del ventilador en lugar de una posición del aspa modulada. Este es el que se emplea en la plataforma.

El accionador del ventilador de velocidad ajustable que esta convirtiéndose cada vez más común por su propósito es el invertidor de corriente alterna.

El invertidor es un dispositivo de control de la velocidad del motor. Este recibe señales desde el sensor de presión estática del conducto. En respuesta, este toma energía del voltaje fijado y la frecuencia desde el servicio y genera formas de onda de corriente alterna del voltaje y frecuencia requerida para establecer las velocidades adecuadas del motor y, a la vez, las velocidades del ventilador.

Finalmente, la capacidad para el manejo de aire de un ventilador axial con aspa de inclinación variable se modula según controlando el ángulo de inclinación de sus aspas.

Su funcionamiento se argumenta en las bases de los PCM del ventilador, a las diversas posiciones de los ángulos de las aspas, contra la presión total (presión estática más presión de velocidad). La presión total produce una condición de pérdida de velocidad para cada ángulo de las aspas.

El funcionamiento de un ventilador axial con aspa de inclinación variable es similar al que tiene un ventilador centrífugo.

Nada más que este ventilador es aplicado con cualquier aspa de entrada o control de capacidad de velocidad variable.

La principal diferencia es la componente estática de la presión total del conducto que es estabilizada por todo el rango de modulación a través de estar ajustando el ángulo de inclinación del aspa del ventilador.

Dentro de la revisión, la respuesta del ventilador para una elevación de la curva de resistencia del sistema (A-B), más el incremento estático que resulta desde la reducción en las pérdidas de los conductos (C-D), motiva al controlador estático para modular el ángulo del aspa del ventilador.

La reducción del ángulo de inclinación mueve el punto de operación del ventilador en toda la curva de resistencia del sistema actual hasta (D) en la curva de modulación del ventilador, restaurando una presión del conducto que corresponde al ajuste estático fijado del controlador.

Con un sistema generalizado, el ventilador curvado hacia adelante (CA) con aspas de entrada, el ventilador axial con aspa de inclinación variable y el control de la velocidad del ventilador usando un invertidor de frecuencia son del todo competitivos.

Cuando un sistema (V.V.A.) es aplicado con un economizador de aire exterior, la presurización en el edificio llega a ser una preocupación.

Las variaciones en la toma de aire exterior, respecto a la adquisición de la modulación del ventilador de suministro y de las compuertas del economizador, requieren la extracción de una cantidad de aire balanceado para mantener estables las condiciones de presión dentro del recinto. En otras palabras, si se toma aire exterior con cantidades variables, en cantidades similares deben ser extraídas, para evitar más o menos de la presurización del recinto.

El control directo de un ventilador extractor central es el más correcto para este propósito. En este arreglo, un controlador de presión estática sensible sensa directamente las variaciones entre la presión del espacio y la presión externa de referencia. El controlador mantiene una diferencial de presión estática fijada, normalmente una presión ligeramente positiva en el edificio.

Para controlar la presurización de la plataforma se emplearán ventiladores extractores en los baños, gimnasio, etc. De esta forma no se ocupara un sistema de inyección para estos locales, únicamente se ventilaran con la circulación del aire de los que si tengan suministro de aire acondicionado, ya que en cada local se instalará una rejilla de puerta para que pueda pasar una cierta cantidad de aire a los pasillos y posteriormente a los baños. Por lo que con esta extracción se mantendrá la presurización adecuada.

CAPITULO 3.0. CALCULO DE LA CARGA TERMICA

3.1. BASES DE DISEÑO

En el diseño de un sistema de acondicionamiento de aire es necesario apreciar correctamente las condiciones del edificio o espacio que se va a acondicionar. Se deben valorar las características del edificio, es decir, su orientación, para ubicar los puntos cardinales (efecto del sol y viento), el uso que se le va a dar (oficina, tienda, etc.), las dimensiones del local o locales (largo, ancho y altura), el espacio del falso plafón, los materiales de construcción y espesor de paredes y techos, tipo de puertas, ventanas y cristales, número de ocupantes y el tiempo de estancia, tipo de alumbrado (directo, indirecto, incandescente o fluorescente), espacio para la ubicación del equipo de acondicionamiento de aire, ubicación y calor desprendido por el equipo dentro del local, condiciones climáticas, etc.

Para realizar el proyecto, es necesario contar con información muy importante como son: los planos arquitectónicos, de detalles, de alumbrado eléctrico, de acabados, etc., (ver Apéndice B). También en este trabajo de tesis se contó con las bases de diseño del Instituto Mexicano del Petróleo, las cuales menciono más adelante, los primeros cinco datos son proporcionados por PEMEX, los demás datos que aparecen son obtenidos de las tablas del IMSS (Normas para Aire Acondicionado). A continuación se muestran las condiciones de diseño:

Localización:	Ciudad del Carmen, Camp.
Presión barométrica normal:	760 mm Hg
Temperatura Máxima promedio:	39 °C (Tbs)
Humedad Relativa Máxima:	95 %
Humedad Relativa Mínima:	90 %
Latitud:	18°39'
Longitud:	91°50'
Altura sobre el nivel del mar:	3 m
Dirección de vientos reinantes:	SE a NO, E a O, NO a SO
Velocidad Media del Viento:	60 Km./hr

Para calcular la temperatura exterior de diseño de la Plataforma Habitacional Marina, utilice la tabla 3.1¹ "Temperaturas de Calculo para Refrigeración en Función de la Temperatura Máxima Extrema del Lugar" (Norma AMICA-2-1955). De donde se obtiene la siguiente formula:

$$T_c = 4.5 + (0.8) T_{M\acute{a}x. Ext.}$$

En donde:

T_c = Temperatura de Calculo de bulbo seco, (°C)

1. Ver apéndice A

$T_{\text{Máx. Ext.}}$ = Temperatura máxima exterior de bulbo seco, (°C)

Sustituyendo:

$$T_c = 4.5 + 0.8 (39) = 35.7 \cong 36^\circ\text{C}$$

Temperatura de calculo: 36 °C

Para las condiciones interiores del local se tiene que la humedad relativa para confort es de 50 %, de acuerdo con el estándar 55-1981 de ANSI/ASHRAE. De las bases de diseño del Instituto Mexicano del Petróleo, tenemos que la cantidad de aire nuevo para el mezanine y segundo nivel es del 15 % y para tercer y cuarto nivel del 20 %. Para obtener la temperatura interior utilice la tabla 1.1² “Temperaturas Interiores Recomendables para Verano en Función de la Temperatura del Aire Exterior” (Norma AMICA-3-1956), de donde se obtiene la siguiente formula:

$$T_i = 20 + (0.1)T_{\text{Máx. Ext.}}$$

En donde:

T_i = Temperatura interior de bulbo seco, (°C)

$T_{\text{Máx. Ext.}}$ = Temperatura máxima exterior de bulbo seco, (°C)

Sustituyendo:

$$T_i = 20 + 0.1(39) = 23.9 \cong 24^\circ\text{C}$$

Temperatura interior: 24 °C

Las condiciones particulares de la Plataforma Marina se encuentran en el plano No.1 “Planta Arquitectónica” del Apéndice B. De ahí se obtiene la siguiente información:

- a) Orientación de la Plataforma Marina.
- b) Ubicación de los locales y niveles que se acondicionarán.
- c) Ubicación del equipo de aire acondicionado.
- d) Dimensiones generales.
- e) Materiales de construcción (lista de acabados).

En el plano No.5 “Alumbrado Interior” del Apéndice B se encuentran el número de lámparas y la capacidad de cada una.

De las bases de diseño del Instituto Mexicano del Petróleo para la Plataforma Habitacional Marina, también se obtiene la siguiente información: energía eléctrica disponible, tiempo de operación del equipo, tipo de acondicionamiento por local y número de ocupantes por local.

El suministro de energía eléctrica para el equipo es el siguiente: 440 volts, 3 fases y 60 hertz.

El equipo deberá trabajar las 24 horas del día debido a que hay ocupantes a todas horas en la plataforma, unos trabajan en el día y otros en la noche.

A continuación se muestra el tipo de acondicionamiento y el número de ocupantes por local.

Nivel	Local	Tipo de Acondicionamiento	No. de Ocupantes	
1er.	Lavandería	Extracción de Aire	4	
	Taller	Extracción de Aire	2	
Mezanine	Cuarto de control	Aire Acondicionado	2	
2do.	Sala de Proyección	Aire Acondicionado	56	
	Habitación Médico	Aire Acondicionado	2	
	Baño Habitación Médico	Extracción de Aire	1	
	Servicio Médico	Aire Acondicionado	4	
	Oficina Administrador	Aire Acondicionado	2	
	Radio	Aire Acondicionado	1	
	Sala de Juntas y Superint.	Aire Acondicionado	17	
	Pasillo: ejes 2-3	Aire Acondicionado	0	
	Oficina Seguridad	Aire Acondicionado	3	
	Baños Hombres	Extracción de Aire	2	
	Oficina Mes	Aire Acondicionado	3	
	Oficina Operación e IMEDI	Aire Acondicionado	6	
	Cuarto: Control, Inst. y Seg.	Aire Acondicionado	3	
	Caseta Tel. - Pasillo: ejes 4-5	Aire Acondicionado	3	
	Comedor	Aire Acondicionado	54	
	3er.	Habitación 301	Aire Acondicionado	6
		Habitación 303	Aire Acondicionado	6
		Habitación 305	Aire Acondicionado	6
		Habitación 307	Aire Acondicionado	6
		Habitación 309	Aire Acondicionado	4
Habitación 311		Aire Acondicionado	4	
Habitación 313		Aire Acondicionado	4	
Habitación 315		Aire Acondicionado	4	
Pasillo: Ejes 2-3		Aire Acondicionado	0	
Habitación 312 A		Aire Acondicionado	4	
Habitación Superintendente		Aire Acondicionado	1	
Baño Hab. Superintendente		Extracción de Aire	1	
Habitación Administrador		Aire Acondicionado	1	
Baño Hab. Administrador		Extracción de Aire	1	
Baños Generales		Extracción de Aire	12	
Baños Regaderas		Extracción de Aire	14	
Pasillo: Ejes 4-5		Aire Acondicionado	0	
Habitación 302	Aire Acondicionado	4		

	Habitación 304	Aire Acondicionado	4
	Habitación 306	Aire Acondicionado	4
	Baño Habitación 306	Extracción de Aire	1
	Habitación 308	Aire Acondicionado	4
	Baño Habitación 308	Extracción de Aire	1
	Habitación 310	Aire Acondicionado	4
	Baño Habitación 310	Extracción de Aire	1
	Habitación 312	Aire Acondicionado	4
	Habitación 314	Aire Acondicionado	4
	Habitación 316	Aire Acondicionado	4
4to.	Habitación 401	Aire Acondicionado	6
	Habitación 403	Aire Acondicionado	6
	Habitación 405	Aire Acondicionado	6
	Habitación 407	Aire Acondicionado	6
	Habitación 409	Aire Acondicionado	4
	Habitación 411	Aire Acondicionado	4
	Baterías de Telecomun.	Aire Acondicionado	0
	Telecomunicaciones	Aire Acondicionado	2
	Pasillo: Ejes 2-3	Aire Acondicionado	0
	Baños Generales	Extracción de Aire	12
	Baños Regaderas	Extracción de Aire	14
	Pasillo: Ejes 4-5	Aire Acondicionado	0
	Gimnasio	Aire Acond. y Extracción de Aire	5
	Habitación 415	Aire Acondicionado	4
	Habitación 418	Aire Acondicionado	4
	Habitación 402	Aire Acondicionado	4
	Habitación 404	Aire Acondicionado	4
	Habitación 406	Aire Acondicionado	4
	Baño Habitación 406	Extracción de Aire	1
	Habitación 408	Aire Acondicionado	4
	Baño Habitación 408	Extracción de Aire	1
	Habitación 410	Aire Acondicionado	4
	Baño Habitación 410	Extracción de Aire	1
	Habitación 412	Aire Acondicionado	4
	Habitación 414	Aire Acondicionado	4
	Habitación 416	Aire Acondicionado	4

3.2. CALCULO DE COEFICIENTES DE TRANSFERENCIA DE CALOR

Con la teoría presentada en el Capítulo 1, y con la tabla de acabados de construcción del plano No.1 "Planta Arquitectónica" del Apéndice B, se pueden realizar los cálculos de los coeficientes de transferencia de calor. En este plano se obtienen los datos necesarios de los materiales de construcción, como son: espesores de muros (x), techos y pisos, con las dimensiones correspondientes. Los datos de puertas y ventanas se obtienen de las bases de diseño del Instituto Mexicano del Petróleo.

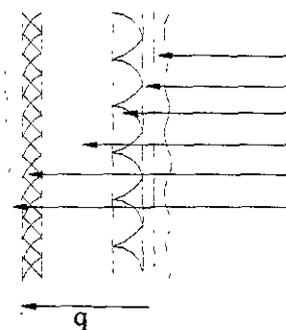
Los valores de (K) para algunos materiales, se obtuvieron de la tabla 1.2 del Apéndice A, y se realizaron las conversiones de cada valor para utilizar las siguientes unidades ($Kcal/hr m^{\circ}C$).

Los valores de (R) se obtienen del calculo realizado a partir de utilizar la expresión que define a la resistencia térmica; el espesor dividido por la conductividad térmica.

Los valores para las películas de aire, se tomaron de la "Tabla 34. Resistencia Térmica R – Materiales de Construcción y de Aislamiento (cont.) ($^{\circ}C m^2 h/Kcal$)", pagina 1-73 del Manual de Aire Acondicionado CARRIER. Los valores para multymuro fachadas, fueron tomados del catalogo de "Multy Panel, Boletín Técnico 1" de Noviembre de 1996. Se utilizo de referencia el "ASHRAE Fundamentals 1985", para obtener los datos de la espuma de poliuretano. Los correspondientes al falso plafón fueron tomados del catalogo "Sistemas de Techos Acústicos Celotex, 09500/JIM", edición en español. Los valores para la ventana tipo duovent, se obtuvieron del catalogo "Ventana Termoacústica Duovent, UTA/3".

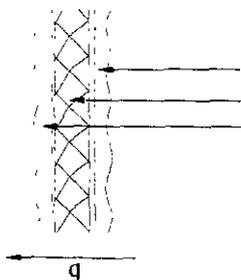
A continuación se presenta una tabla con los valores correspondientes a los coeficientes que se utilizarán en los cálculos de las ganancias de calor para la plataforma. Las unidades de (x) son metros, para (K) son ($Kcal/hr m^{\circ}C$), (R) esta en ($hr m^2^{\circ}C/Kcal$), por lo que la primer (U) que aparece en esta misma tabla, tiene las siguientes unidades ($Kcal/hr m^2^{\circ}C$) y la segunda se presenta en ($W/m^2^{\circ}C$).

M1; (Muro exterior)



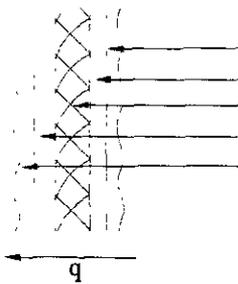
	x	K	R	$U=1/R_T$	U
1.- Película ext. de aire	—	—	0.035000		
2.- Recubrimiento de lámina pintro	0.00097	1.9400	0.000500		
3.- Aislante de lana mineral de 4"	0.10000	0.0373	2.680000		
4.- Espacio de aire	0.30000	—	0.180000	0.155	0.1798
5.- Multy muro fachadas (2" de espuma)	0.05000	0.0146	3.416000		
6.- Película int. de aire	—	—	0.140000		
			6.451500		

M-2; (Muro interior)



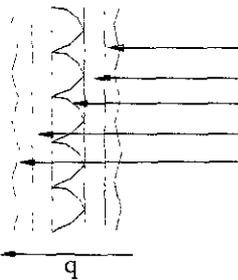
1.- Película ext. de aire	—	—	—		
2.- Multy muro fachadas (4" de espuma)	0.10000	0.0146	6.829000	0.147	0.1700
3.- Película int. de aire	—	—	—		
			6.829000		

M-3; (Muro exterior del Mezanine)



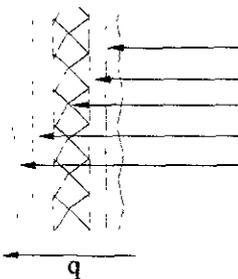
	x	K	R	$U=1/R_T$	U
1.- Película ext. de aire	---	---	0.035000		
2.- Lámina galvanizada bonderizada	0.00097	1.9400	0.000500		
3.- Multymero fachadas (4" de espuma)	0.10000	0.0220	4.550000	0.212	0.2450
4.- Lámina galvanizada bonderizada	0.00097	1.9400	0.000500		
5.- Película int. de aire	---	---	0.140000		
			4.726000		

P-1; (Puerta exterior)



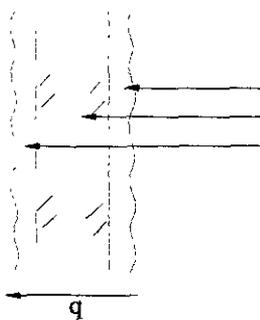
	x	K	R	$U=1/R_T$	U
1.- Película ext. de aire	---	---	0.035000		
2.- Lámina galvanizada bonderizada	0.00127	2.5400	0.000500		
3.- Relleno de lana mineral de 1 3/4"	0.04200	0.0373	1.126000	0.768	0.8909
4.- Lámina galvanizada bonderizada	0.00127	2.5400	0.000500		
5.- Película int. de aire	---	---	0.140000		
			1.302000		

P-2; (Puerta interior)



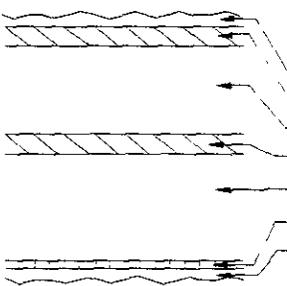
	x	K	R	$U=1/R_T$	U
1.- Película ext. de aire	---	---	0.140000		
2.- Lámina galvanizada bonderizada	0.00127	2.5400	0.000500		
3.- Relleno de poliuretano de 1 3/4"	0.04200	0.0198	2.117800	0.417	0.4836
4.- Lámina galvanizada bonderizada	0.00127	2.5400	0.000500		
5.- Película int. de aire	---	---	0.140000		
			2.399000		

V1; (Ventana exterior)

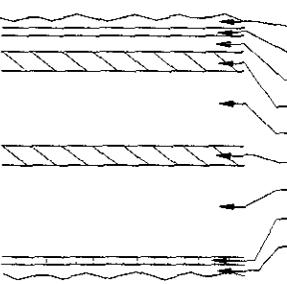


	x	K	R	$U=1/R_T$	U
1.- Película ext. de aire	---	---	---		
2.- Ventana tipo Duovent (doble cristal)	---	---	0.3448	2.900	3.3640
6.- Película int. de aire	---	---	---		
			0.3448		

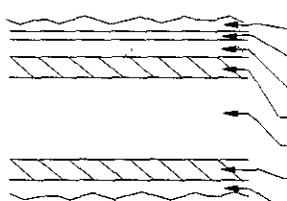
T-1; (Techo exterior 4to. Nivel)

	x	K	R	$U=1/R_T$	U
 1.- Película ext. de aire	-----	-----	0.035000		
2.- Placa de acero	0.01905	38.425	0.000496		
3.- Espacio de aire	0.56000	-----	0.205000		
4.- Placa de acero	0.01905	38.425	0.000496	1.1574	1.343
5.- Espacio de aire	1.10000	-----	0.205000		
6.- Falso plafón de 0.61m x 0.61m	0.01905	0.08352	0.228000		
7.- Película int. de aire	-----	-----	0.190000		
			0.864000		

T-2 ó P2; (Techo y piso intermedio)

 1.- Película int. de aire	-----	-----	0.190000		
2.- Loseta vinilica	0.00310	0.1923	0.016120		
3.- Concreto aligerado	0.04300	0.6250	0.068800		
4.- Placa de acero	0.01905	38.425	0.000496		
5.- Espacio de aire	0.70000	-----	0.205000		
6.- Placa de acero	0.01905	38.425	0.000496	0.906	1.051
7.- Espacio de aire	1.10000	-----	0.205000		
8.- Falso plafón de 0.61m x 0.61m	0.01905	0.08352	0.228000		
9.- Película int. de aire	-----	-----	0.190000		
			1.104000		

PI; (Piso exterior 2do. Nivel)

 1.- Película int. de aire	-----	-----	0.125000		
2.- Loseta vinilica	0.00310	0.1923	0.016120		
3.- Concreto aligerado	0.04300	0.6250	0.068800		
4.- Placa de acero	0.01905	38.425	0.000496	2.2177	2.5725
5.- Espacio de aire	0.90000	-----	0.205000		
6.- Placa de acero	0.01905	38.425	0.000496		
7.- Película ext. de aire	-----	-----	0.035000		
			0.450900		

3.3. CALCULO DE AREAS

Los datos necesarios para poder calcular la superficie de cada uno de los componentes se encuentran en los planos (No. 1 al 4) "Planta Arquitectónica" del Apéndice B, como se menciono anteriormente, la altura de los muros se obtuvo de las bases de diseño del Instituto Mexicano del Petróleo.

A continuación se presenta una tabla con la descripción de la pared, orientación, tipo de muro, dimensiones y su área calculada.

Mezanine

Descripción	Orientación	Tipo de Muro	Dimensiones (m)	Area (m ²)
Local: Cuarto de Control Eléctrico.				
Muro exterior	NE	M-3	6.1 x 2.7	16.47
Muro exterior	NO	M-3	11.2 x 2.70	30.24
Muro exterior	SO	M-3	(5.0 x 2.7) - (2.0 x 2.0)	9.50
Puerta exterior	SO	P-1	2.0 x 2.0	4.00
Muro interior	SE	M-2	(6.1 x 2.7) - (1.0 x 2.0)	14.47
Puerta interior	SE	P-2	1.0 x 2.0	2.00
Muro interior	SO	M-2	1.15 x 2.70	3.10
Muro interior	NO	M-2	5.10 x 2.70	13.77
Piso interior		P2	(6.1 x 6.1) + (5.0 x 5.1)	62.71

Segundo Nivel

Local: Sala de Proyección.				
Muro exterior	NE	M1	6.1 x 2.7	16.47
Muro exterior	NO	M1	(9.2 x 2.7) - (1.2 x 2.0)	22.44
Puerta exterior	NO	P-1	1.2 x 2.0	2.40
Muro interior	NE	M-2	1.7 x 2.7	4.59
Piso exterior		P1	6.1 x 9.2	56.12
Local: Habitación Medico.				
Muro exterior	NO	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.2)	7.15
Ventana exterior	NO	V1	0.9 x 1.2	1.08
Muro interior	NO	M-2	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	6.43
Puerta interior	NO	P-2	0.9 x 2.0	1.80
Piso exterior		P1	3.05 x 4.50	13.73
Local: Baño de la Habitación Medico.				
Muro interior	NO	M-2	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	6.43
Puerta interior	NO	P-2	0.9 x 2.0	1.80
Muro interior	NE	M-2	1.6 x 2.7	4.32
Muro interior	SE	M-2	3.05 x 2.70	8.23
Muro interior	SO	M-2	1.6 x 2.7	4.32
Techo interior		T-2	1.6 x 3.05	4.88
Local: Servicio Medico.				
Muro exterior	NO	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.2)	7.15
Muro interior	SO	M-2	1.6 x 2.7	4.32
Ventana exterior	NO	V1	0.9 x 1.2	1.08
Piso exterior		P1	3.05 x 6.10	18.61
Local: Oficina Administrador.				
Muro exterior	NO	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.2)	7.15
Ventana exterior	NO	V1	0.9 x 1.2	1.08
Piso exterior		P1	3.05 x 3.50	10.68
Local: Radio.				
Piso exterior		P1	1.80 x 3.05	5.50

Descripción	Orientación	Tipo de Muro	Dimensiones (m)	Area (m ²)
Local: Sala de Juntas y Superintendente.				
Muro exterior	NO	M1	(6.1 x 2.7) - (0.9 x 1.2 x 2)	14.31
Ventana exterior	NO	V1	(0.9 x 1.2) x 2	2.16
Muro exterior	SO	M1	(6.1 x 2.7) - (0.9 x 1.2 x 2)	14.31
Ventana exterior	SO	V1	(0.9 x 1.2) x 2	2.16
Piso exterior		P1	6.10 x 6.10	37.21
Local: Pasillo Ejes 2-3.				
Muro exterior	NE	M1	(1.53 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	2.33
Puerta exterior	NE	P-1	0.9 x 2.0	1.80
Muro exterior	SO	M1	(1.53 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	2.33
Puerta exterior	SO	P-1	0.9 x 2.0	1.80
Muro interior	SE	M-2	(6.1 x 2.7) - (1.8 x 2.0)	12.87
Puerta interior	SE	P-2	1.8 x 2.0	3.60
Muro interior	NO	M-2	3.05 x 2.70	8.23
Piso exterior		P1	(1.53 x 24.6) + (3.05 x 0.8)	40.10
Local: Oficina de Seguridad.				
Muro interior	NO	M-2	3.05 x 2.7	8.23
Muro interior	SE	M-2	3.05 x 2.7	8.23
Muro interior	SO	M-2	3.05 x 2.7	8.23
Piso exterior		P1	3.05 x 3.05	9.30
Local: Oficina MES.				
Muro interior	NE	M-2	3.05 x 2.70	8.23
Piso exterior		P1	3.05 x 3.05	9.30
Local: Oficina Operación e IMEDI.				
Muro exterior	SO	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.2)	7.15
Ventana exterior	SO	V1	0.9 x 1.2	1.08
Piso exterior		P1	3.05 x 6.10	18.60
Local: Cuarto de Control Instrumentos y Seguridad.				
Muro exterior	NE	M1	(6.1 x 2.7) - (1.8 x 1.2)	14.31
Ventana exterior	NE	V1	1.8 x 1.2	2.16
Muro interior	SO	M-2	3.05 x 2.70	8.23
Piso exterior		P1	6.10 x 6.10	37.21
Local: Baños Mujeres.				
Muro interior	NE	M-2	3.05 x 2.70	8.23
Puerta interior	SE	P-2	0.9 x 2.0	1.80
Muro interior	SE	M-2	0.9 x 0.7	0.63
Muro interior	SO	M-2	1.22 x 2.70	3.30
Muro interior	SE	M-2	0.8 x 2.7	2.16
Muro interior	NO	M-2	1.8 x 2.7	4.86
Piso exterior		P1	(1.83 x 1.8) + (1.22 x 1.0)	4.51
Local: Baños Hombres.				
Muro interior	NO	M-2	3.05 x 2.70	8.23
Muro interior	SE	M-2	2.15 x 2.70	5.80
Muro interior	NE	M-2	1.22 x 2.70	3.30
Puerta interior	SE	P-2	0.9 x 2.0	1.80
Muro interior	SE	M-2	0.9 x 0.7	0.63
Piso exterior		P1	(1.83 x 3.05) + (1.22 x 0.9)	6.67

Descripción	Orientación	Tipo de Muro	Dimensiones (m)	Area (m ²)
Local: Caseta Telefónica y Pasillo Ejes 4-5.				
Muro exterior	NE	M1	(1.53 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	2.33
Puerta exterior	NE	P-1	0.9 x 2.0	1.80
Puerta interior	NO	P-2	1.8 x 2.0	3.60
Muro interior	SE	M-2	13.5 x 2.70	36.45
Muro interior	NO	M-2	1.8 x 0.7	1.26
Muro interior	NO	M-2	(1.9 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	3.33
Muro interior	NO	M-2	(2.35 x 2.7) - (0.6 x 2.0)	5.14
Puerta interior	NO	P-2	0.9 x 2.0	1.80
Puerta interior	NO	P-2	0.6 x 2.0	1.20
Puerta interior	NO	P-2	0.9 x 2.0	1.80
Muro interior	SO	M-2	1.22 x 2.70	3.30
Muro interior	NO	M-2	2.9 x 2.7	7.83
Muro interior	NE	M-2	1.22 x 2.70	3.30
Muro interior	NO	M-2	0.9 x 0.7	0.63
Piso exterior		P1	(15.3 x 1.5) + (2.8 x 1.22)	26.74
Local: Comedor.				
Muro exterior	SE	M1	(11.0 x 2.7) - (0.9x1.2x3)	26.46
Ventana exterior	SE	V1	0.9 x 1.2 x 3	3.24
Muro exterior	SO	M1	(10.8 x 2.7) - (0.9x1.2x3) - (0.9 x 2.0)	24.12
Ventana exterior	SO	V1	0.9 x 1.2 x 3	3.24
Puerta exterior	SO	P-1	0.9 x 2.0	1.80
Muro interior	NE	M-2	(6.1 x 2.7) - (1.2 x 2.0)	14.07
Muro interior	NE	M-2	3.05 x 2.7	8.23
Puerta interior	NE	P-2	1.2 x 2.0	2.40
Piso exterior		P1	(10.8 x 11.0) - (4.6 x 1.8)	110.52
Tercer Nivel				
Local: Habitación 301.				
Muro exterior	NE	M1	6.1 x 2.7	16.47
Muro exterior	NO	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.20)	7.15
Ventana exterior	NO	V1	0.9 x 1.2	1.08
Local: Habitación 303.				
Muro exterior	NO	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.20)	7.15
Ventana exterior	NO	V1	0.9 x 1.2	1.08
Local: Habitación 305.				
Muro exterior	NO	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.20)	7.15
Ventana exterior	NO	V1	0.9 x 1.2	1.08
Local: Habitación 307.				
Muro exterior	NO	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.20)	7.15
Ventana exterior	NO	V1	0.9 x 1.2	1.08
Local: Habitación 309.				
Muro exterior	NO	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.20)	7.15
Ventana exterior	NO	V1	0.9 x 1.2	1.08

Descripción	Orientación	Tipo de Muro	Dimensiones (m)	Area (m ²)
Local: Habitación 311.				
Muro exterior	NO	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.20)	7.15
Ventana exterior	NO	V1	0.9 x 1.2	1.08
Local: Habitación 313.				
Muro exterior	NO	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.20)	7.15
Ventana exterior	NO	V1	0.9 x 1.2	1.08
Local: Habitación 315.				
Muro exterior	SO	M1	6.1 x 2.7	16.47
Muro exterior	NO	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.20)	7.15
Ventana exterior	NO	V1	0.9 x 1.2	1.08
Local: Pasillo Ejes 2-3.				
Muro exterior	NE	M1	(1.53 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	2.33
Puerta exterior	NE	P-1	0.9 x 2.0	1.80
Muro exterior	SO	M1	(1.53 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	2.33
Puerta exterior	SO	P-1	0.9 x 2.0	1.80
Muro interior	SE	M-2	2.7 [(6.1+9.2+1.6)] - (4 x 2.0 x 0.9)	38.43
Puerta interior	SE	P-2	0.9 x 2.0 x 4	7.20
Local: Habitación 312A.				
Muro interior	NE	M-2	6.1 x 2.7	16.47
Muro interior	SO	M-2	6.1 x 2.7	16.47
Local: Habitación Superintendente.				
Muro exterior	SO	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.2)	7.15
Ventana exterior	SO	V1	0.9 x 1.2	1.08
Muro interior	NE	M-2	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	6.43
Puerta interior	NE	P-2	0.9 x 2.0	1.80
Local: Baño de la Habitación				
Muro interior	NE	M-2	3.05 x 2.70	8.23
Muro interior	SO	M-2	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	6.43
Puerta interior	SO	P-2	0.9 x 2.0	1.80
Muro interior	NO	M-2	1.6 x 2.7	4.32
Local: Habitación Administrador.				
Muro exterior	SO	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.2)	7.15
Ventana exterior	SO	V1	0.9 x 1.2	1.08
Muro interior	NE	M-2	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	6.43
Puerta interior	NE	P-2	0.9 x 2.0	1.80
Local: Baño de la Habitación.				
Muro interior	NE	M-2	3.05 x 2.70	8.23
Muro interior	SE	M-2	1.6 x 2.7	4.32
Muro interior	SO	M-2	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	6.43
Puerta interior	SO	P-2	0.9 x 2.0	1.80
Local: Baños Generales (Regaderas).				
Muro interior	NO	M-2	4.10 x 2.70	11.07
Muro interior	SE	M-2	4.10 x 2.70	11.07
Piso interior		P-2	4.10 x 6.10	25.01

Descripción	Orientación	Tipo de Muro	Dimensiones (m)	Area (m ²)
Local: Sanitarios.				
Muro interior	NO	M-2	(5.05 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	11.84
Puerta interior	NO	P-2	0.9 x 2.0	1.80
Muro interior	SE	M-2	(5.05 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	11.84
Puerta interior	SE	P-2	0.9 x 2.0	1.80
Piso interior		P2	5.05 x 3.05	15.40
Local: Pasillo Ejes 4-5.				
Muro exterior	NE	M1	(1.53 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	2.33
Puerta exterior	NE	P-1	0.9 x 2.0	1.80
Muro exterior	SO	M1	(1.53 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	2.33
Puerta exterior	SO	P-1	0.9 x 2.0	1.80
Muro interior	NO	M-2	2.7[(6.1+9.2+1.6)]-(5x1.8)	36.63
Puerta interior	NO	P-2	0.9 x 2.0 x 5	9.00
Muro interior	SE	M-2	2.7 x (3.4 + 1.7)	13.77
Local: Habitación 302.				
Muro exterior	NE	M1	6.1 x 2.7	16.47
Muro exterior	SE	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.20)	7.15
Ventana exterior	SE	V1	0.9 x 1.2	1.08
Piso interior		P2	6.10 x 3.05	18.60
Local: Habitación 304.				
Muro exterior	SE	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.20)	7.15
Ventana exterior	SE	V1	0.9 x 1.2	1.08
Piso interior		P2	3.05 x 6.10	18.60
Local: Habitación 306.				
Muro exterior	SE	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.20)	7.15
Ventana exterior	SE	V1	0.9 x 1.2	1.08
Muro interior	NO	M-2	1.7 x 2.7	4.60
Muro interior	SO	M-2	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	6.43
Puerta interior	SO	P-2	0.9 x 2.0	1.80
Piso interior		P2	(3.05 x 6.1) - (1.7 x 3.05)	13.42
Local: Baño 306.				
Muro interior	SE	M-2	1.7 x 2.7	4.60
Muro interior	NO	M-2	1.7 x 2.7	4.60
Muro interior	NE	M-2	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	6.43
Puerta interior	NE	P-2	0.9 x 2.0	1.80
Local: Habitación 308.				
Muro exterior	SE	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.20)	7.15
Ventana exterior	SE	V1	0.9 x 1.2	1.08
Muro interior	NO	M-2	1.7 x 2.7	4.60
Muro interior	SO	M-2	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	6.43
Puerta interior	SO	P-2	0.9 x 2.0	1.80
Piso interior		P2	(3.05 x 6.1) - (1.7 x 3.05)	13.42
Local: Baño 308.				
Muro interior	SE	M-2	1.7 x 2.7	4.60
Muro interior	NO	M-2	1.7 x 2.7	4.60
Muro interior	NE	M-2	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	6.43
Puerta interior	NE	P-2	0.9 x 2.0	1.80

Descripción	Orientación	Tipo de Muro	Dimensiones (m)	Area (m ²)
Local: Habitación 310.				
Muro exterior	SE	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.20)	7.15
Ventana exterior	SE	V1	0.9 x 1.2	1.08
Muro interior	NO	M-2	1.7 x 2.7	4.60
Muro interior	SO	M-2	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	6.43
Puerta interior	SO	P-2	0.9 x 2.0	1.80
Piso interior		P2	1.20 x 3.05	3.66
Local: Baño 310.				
Muro interior	SE	M-2	1.7 x 2.7	4.60
Muro interior	NO	M-2	1.7 x 2.7	4.60
Muro interior	SO	M-2	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	6.43
Puerta interior	SO	P-2	0.9 x 2.0	1.80
Muro interior	NE	M-2	3.05 x 2.70	8.23
Local: Habitación 312.				
Muro exterior	SE	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.20)	7.15
Ventana exterior	SE	V1	0.9 x 1.2	1.08
Local: Habitación 314.				
Muro exterior	SE	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.20)	7.15
Ventana exterior	SE	V1	0.9 x 1.2	1.08
Local: Habitación 316.				
Muro exterior	SO	M1	6.1 x 2.7	16.47
Muro exterior	SE	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.20)	7.15
Ventana exterior	SE	V1	0.9 x 1.2	1.08
Cuarto Nivel				
Local: Habitación 401.				
Muro exterior	NE	M1	6.1 x 2.7	16.47
Muro exterior	NO	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.20)	7.15
Ventana exterior	NO	V1	0.9 x 1.2	1.08
Techo exterior		T-1	6.10 x 3.05	18.60
Local: Habitación 403.				
Muro exterior	NO	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.20)	7.15
Ventana exterior	NO	V1	0.9 x 1.2	1.08
Techo exterior		T-1	6.10 x 3.05	18.60
Local: Habitación 405.				
Muro exterior	NO	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.20)	7.15
Ventana exterior	NO	V1	0.9 x 1.2	1.08
Techo exterior		T-1	6.10 x 3.05	18.60
Local: Habitación 407.				
Muro exterior	NO	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.20)	7.15
Ventana exterior	NO	V1	0.9 x 1.2	1.08
Techo exterior		T-1	6.10 x 3.05	18.60

Descripción	Orientación	Tipo de Muro	Dimensiones (m)	Area (m ²)
Local: Habitación 409.				
Muro exterior	NO	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.20)	7.15
Ventana exterior	NO	V1	0.9 x 1.2	1.08
Techo exterior		T-1	6.10 x 3.05	18.60
Local: Habitación 411.				
Muro exterior	NO	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.20)	7.15
Ventana exterior	NO	V1	0.9 x 1.2	1.08
Techo exterior		T-1	6.10 x 3.05	18.60
Local: Telecomunicaciones (Baterías).				
Muro exterior	NO	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.20)	7.15
Ventana exterior	NO	V1	0.9 x 1.2	1.08
Techo exterior		T-1	1.70 x 3.05	5.18
Local: (Telecomunicaciones).				
Muro exterior	NO	M1	3.05 x 2.7	8.23
Muro exterior	SO	M1	(6.1 x 2.7) - (0.9 x 1.2 x 2)	14.31
Ventana exterior	SO	V1	0.9 x 1.2 x 2	2.16
Techo exterior		T-1	(6.1 x 6.1) - (5.18)	32.03
Local: Pasillo Ejes 2-3.				
Muro exterior	NE	M1	(1.53 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	2.33
Puerta exterior	NE	P-1	0.9 x 2.0	1.80
Muro exterior	SO	M1	(1.53 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	2.33
Puerta exterior	SO	P-1	0.9 x 2.0	1.80
Muro interior	SE	M-2	(15.25 x 2.7) - (4 x 2.0 x 0.9)	34.00
Puerta interior	SE	P-2	0.9 x 2.0 x 4	7.20
Techo exterior		T-1	1.53 x 24.4	37.33
Local: Baños Generales (Regaderas).				
Muro interior	NO	M-2	4.10 x 2.70	11.07
Muro interior	SE	M-2	4.10 x 2.70	11.07
Techo exterior		T-1	4.10 x 6.10	25.01
Local: Sanitarios.				
Muro interior	NO	M-2	(5.05 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	11.84
Puerta interior	NO	P-2	0.9 x 2.0	1.80
Muro interior	SE	M-2	(5.05 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	11.84
Puerta interior	SE	P-2	0.9 x 2.0	1.80
Techo exterior		T-1	5.05 x 6.10	30.80
Local: Gimnasio.				
Muro interior	NE	M-2	(6.1 x 2.7) - (1.8 x 2.0)	12.87
Puerta interior	NE	P-2	1.8 x 2.0	3.60
Techo exterior		T-1	6.1 x 4.6	28.06
Local: Habitación 415.				
Muro exterior	SO	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.20)	7.15
Ventana exterior	NO	V1	0.9 x 1.2	1.08
Techo exterior		T-1	3.05 x 4.60	14.03

Descripción	Orientación	Tipo de Muro	Dimensiones (m)	Area (m ²)
Local: Habitación 418.				
Muro exterior	SO	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.2)	7.15
Ventana exterior	SO	V1	0.9 x 1.2	1.08
Techo exterior		T-1	3.05 x 4.60	14.03
Local: Pasillo Ejes 4-5.				
Muro exterior	NE	M1	(1.53 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	2.33
Puerta exterior	NE	P-1	0.9 x 2.0	1.80
Muro exterior	SO	M1	(1.53 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	2.33
Puerta exterior	SO	P-1	0.9 x 2.0	1.80
Muro interior	NO	M-2	(15.25x2.7) - (5x2.0x0.9)	32.20
Puerta interior	NO	P-2	0.9 x 2.0 x 5	9.00
Muro interior	SE	M-2	2.7 x 1.7 x 3	13.77
Techo exterior		T-1	1.53 x 24.4	37.33
Local: Habitación 402.				
Muro exterior	NE	M-2	6.1 x 2.7	16.47
Muro exterior	SE	P-2	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.20)	7.15
Ventana exterior	SE	V1	0.9 x 1.2	1.08
Techo exterior		T-1	6.10 x 3.05	18.60
Local: Habitación 404.				
Muro exterior	SE	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.20)	7.15
Ventana exterior	SE	V1	0.9 x 1.2	1.08
Techo exterior		T-1	3.05 x 6.10	18.60
Local: Habitación 406.				
Muro exterior	SE	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.20)	7.15
Ventana exterior	SE	V1	0.9 x 1.2	1.08
Muro interior	SE	M-2	1.7 x 2.7	4.60
Muro interior	NE	M-2	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	6.43
Puerta interior	NE	P-2	0.9 x 2.0	1.80
Techo exterior		T-1	(3.05 x 6.1) - (1.7 x 3.05)	13.42
Local: Baño 406.				
Muro interior	SE	M-2	1.7 x 2.7 x 2	9.20
Muro interior	NE	M-2	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	6.43
Puerta interior	NE	P-2	0.9 x 2.0	1.80
Techo exterior		T-1	3.05 x 1.7	5.18
Local: Habitación 408.				
Muro exterior	SE	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.20)	7.15
Ventana exterior	SE	V1	0.9 x 1.2	1.08
Muro interior	SE	M-2	1.7 x 2.7	4.60
Muro interior	NE	M-2	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	6.43
Puerta interior	NE	P-2	0.9 x 2.0	1.80
Techo exterior		T-1	(3.05 x 6.1) - (1.7 x 3.05)	13.42
Local: Baño 408.				
Muro interior	SE	M-2	1.7 x 2.7 x 2	9.20
Muro interior	NE	M-2	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	6.43
Puerta interior	NE	P-2	0.9 x 2.0	1.80
Techo exterior		T-1	3.05 x 1.7	5.18

Descripción	Orientación	Tipo de Muro	Dimensiones (m)	Area (m ²)
Local: Habitación 410.				
Muro exterior	SE	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.20)	7.15
Ventana exterior	SE	V1	0.9 x 1.2	1.08
Muro interior	SE	M-2	1.7 x 2.7	4.60
Muro interior	NE	M-2	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	6.43
Puerta interior	NE	P-2	0.9 x 2.0	1.80
Techo exterior		T-1	(6.1 x 3.05) - (3.05 x 1.7)	13.42
Local: Baño 410.				
Muro interior	SE	M-2	1.7 x 2.7 x 2	9.20
Muro interior	NE	M-2	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 2.0)	6.43
Puerta interior	NE	P-2	0.9 x 2.0	1.80
Muro interior	NE	M-2	3.05 x 2.70	8.23
Techo exterior		T-1	3.05 x 1.7	5.18
Local: Habitación 412.				
Muro exterior	SE	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.20)	7.15
Ventana exterior	SE	V1	0.9 x 1.2	1.08
Techo exterior		T-1	3.05 x 6.1	18.60
Local: Habitación 414.				
Muro exterior	SE	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.20)	7.15
Ventana exterior	SE	V1	0.9 x 1.2	1.08
Techo exterior		T-1	3.05 x 6.1	18.60
Local: Habitación 416.				
Muro exterior	SO	M1	6.1 x 2.7	16.47
Muro exterior	SE	M1	(3.05 x 2.7) - (0.9 x 1.20)	7.15
Ventana exterior	SE	V1	0.9 x 1.2	1.08
Techo exterior		T-1	6.10 x 3.05	18.60

3.4. GANANCIAS TERMICAS POR CONDUCCION Y CONVECCION

Las ganancias de calor por conducción y convección a través del techo, paredes y vidrios que dan al exterior o al interior de un edificio se calculan con la siguiente expresión:

$$Q_C = U A \Delta T$$

Donde:

Q_C = Ganancia neta de calor por conducción y convección, (Watts)

U = Coeficiente global de transferencia de calor, (W/m² °C)

A = Area de transferencia de calor, (m²)

ΔT = Diferencia de temperaturas para carga de enfriamiento, (°C)

La diferencia de temperaturas ΔT en muros, techos y vidrios exteriores, es:

$$\Delta T_{Ext} = (t_2 - t_1)$$

En donde:

t_2 = Temperatura exterior de diseño, (°C)

t_1 = Temperatura interior de diseño, (°C)

Sustituyendo las temperaturas:

$$\Delta T_{Ext} = 36 - 24$$

$$\Delta T_{Ext.} = 12 \text{ } ^\circ\text{C}$$

La diferencia de temperaturas ΔT para muros, techo y vidrios interiores, es la siguiente:

$$\Delta T_{Int.} = \Delta T_{Ext.} - 3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Si no se conoce la temperatura del cuarto sin acondicionar, se emplea una aproximación suponiendo que tiene 3 °C menos que la temperatura exterior.

Sustituyendo:

$$\Delta T_{Int.} = 12 - 3$$

$$\Delta T = 9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

A continuación se muestra una tabla con los cálculos de ganancias térmicas por conducción y convección por local, utilizando la temperatura equivalente correspondiente para cada muro:

Mezanine

Descripción	Orientación	Tipo de Muro	Area (m ²)	U [W/m ² °C]	$\Delta T_{Ext., Int.}$ [°C]	Q _c (W)
Local: Cuarto de Control Eléctrico.						
Muro exterior	NE	M-3	16.47	0.2450	12	48.422
Muro exterior	NO	M-3	30.24	0.2450	12	88.906
Muro exterior	SO	M-3	9.50	0.2450	12	24.930
Puerta exterior	SO	P-1	4.00	0.8909	12	42.763
Muro interior	SE	M-2	14.47	0.1700	9	22.139
Puerta interior	SE	P-2	2.00	0.4836	9	8.705
Muro interior	SO	M-2	3.10	0.1700	9	4.743
Muro interior	NO	M-2	13.77	0.1700	9	21.068
Piso interior		P2	62.71	1.0510	9	593.174
Total por local						857.850

Segundo Nivel

Descripción	Orientación	Tipo de Muro	Area (m ²)	U [W/m ² °C]	$\Delta T_{Ext., Int.}$ [°C]	Q _c (W)
Local: Sala de Proyección.						
Muro exterior	NE	M1	16.47	0.1798	12	35.536
Muro exterior	NO	M1	22.44	0.1798	12	48.416
Puerta exterior	NO	P-1	2.40	0.8909	12	25.658
Muro interior	NE	M-2	4.59	0.1700	9	7.023
Piso exterior		P1	56.12	2.5725	12	1732.424
Total por local						1849.057
Local: Habitación Medico.						
Muro exterior	NO	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	NO	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Muro interior	NO	M-2	6.43	0.1700	9	9.838
Puerta interior	NO	P-2	1.80	0.4836	9	7.834
Piso exterior		P1	13.73	2.5725	12	423.845
Total por local						500.541
Local: Servicio Medico.						
Muro exterior	NO	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Muro interior	SO	M-2	4.32	0.1700	9	6.610
Ventana exterior	NO	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Piso exterior		P1	18.61	2.5725	12	574.491
Total por local						640.125
Local: Oficina Administrador.						
Muro exterior	NO	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	NO	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Piso exterior		P1	10.68	2.5725	12	329.692
Total por local						388.716
Local: Radio.						
Piso exterior		P1	5.50	2.5725	12	169.785
Total por local						169.785
Local: Sala de Juntas y Superintendente.						
Muro exterior	NO	M1	14.31	0.1798	12	30.875
Ventana exterior	NO	V1	2.16	3.3640	12	87.195
Muro exterior	SO	M1	14.31	0.1798	12	30.875
Ventana exterior	SO	V1	2.16	3.3640	12	87.195
Piso exterior		P1	37.21	2.5725	12	1148.673
Total por local						1384.813
Local: Pasillo Ejes 2-3.						
Muro exterior	NE	M1	2.33	0.1798	12	5.027
Puerta exterior	NE	P-1	1.80	0.8909	12	19.243
Muro exterior	SO	M1	2.33	0.1798	12	5.027
Puerta exterior	SO	P-1	1.80	0.8909	12	19.243
Muro interior	SE	M-2	12.87	0.1700	9	19.691
Puerta interior	SE	P-2	3.60	0.4836	9	15.668
Muro interior	NO	M-2	8.23	0.1700	9	12.592
Piso exterior		P1	40.10	2.5725	12	1237.887
Total por local						1334.378

Descripción	Orientación	Tipo de Muro	Area (m ²)	U [W/m ² °C]	$\Delta T_{Ext., Int}$ [°C]	Q _c (W)
Local: Oficina Seguridad.						
Muro interior	NO	M-2	8.23	0.1700	9	12.592
Muro interior	SE	M-2	8.23	0.1700	9	12.592
Muro interior	SO	M-2	8.23	0.1700	9	12.592
Piso exterior		P1	9.30	2.5725	12	287.091
Total por local						324.867
Local: Oficina MES.						
Muro interior	NE	M-2	8.23	0.1700	9	12.592
Piso exterior		P1	9.30	2.5725	12	287.091
Total por local						299.683
Local: Oficina Operación e IMEDL.						
Muro exterior	SO	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	SO	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Piso exterior		P1	18.60	2.5725	12	574.182
Total por local						633.206
Local: Cuarto de Control Instrumentos y Seguridad.						
Muro exterior	NE	M1	14.31	0.1798	12	30.875
Ventana exterior	NE	V1	2.16	3.3640	12	87.195
Muro interior	SO	M-2	8.23	0.1700	9	12.592
Piso exterior		P1	37.21	2.5725	12	1148.672
Total por local						1279.334
Local: Caseta Telefónica y Pasillo Ejes 4-5.						
Muro exterior	NE	M1	2.33	0.1798	12	5.027
Puerta exterior	NE	P-1	1.80	0.8909	12	19.243
Puerta interior	NO	P-2	3.60	0.4836	9	15.668
Muro interior	SE	M-2	36.45	0.1700	9	55.768
Muro interior	NO	M-2	1.26	0.1700	9	1.928
Muro interior	NO	M-2	3.33	0.1700	9	5.095
Muro interior	NO	M-2	5.14	0.1700	9	7.864
Puerta interior	NO	P-2	1.80	0.4836	9	7.834
Puerta interior	NO	P-2	1.20	0.4836	9	5.223
Puerta interior	NO	P-2	1.80	0.4836	9	7.834
Muro interior	SO	M-2	3.30	0.1700	9	5.049
Muro interior	NO	M-2	5.40	0.1700	9	8.262
Muro interior	NE	M-2	3.30	0.1700	9	5.049
Muro interior	NO	M-2	0.63	0.1700	9	0.964
Piso exterior		P1	25.77	2.5725	9	795.520
Total por local						946.338
Local: Comedor.						
Muro exterior	SE	M1	26.46	0.1798	12	57.090
Ventana exterior	SE	V1	3.24	3.3640	12	130.792
Muro exterior	SO	M1	24.12	0.1798	12	52.041
Ventana exterior	SO	V1	3.24	3.3640	12	130.792
Puerta exterior	SO	P-1	1.80	0.8909	12	19.243
Muro interior	NE	M-2	8.23	0.1700	9	12.592
Muro interior	NE	M-2	14.07	0.1700	9	21.527
Puerta interior	NE	P-2	2.40	0.4836	9	10.446
Piso exterior		P1	110.52	2.5725	12	3411.753
Total por local						3846.276

Tercer Nivel

Descripción	Orientación	Tipo de Muro	Area (m ²)	U [W/m ² °C]	$\Delta T_{Ext., Int.}$ [°C]	Q _c (W)
Local: Habitación 301.						
Muro exterior	NE	M1	16.47	0.1798	12	35.536
Muro exterior	NO	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	NO	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Total por local						94.560
Local: Habitación 303.						
Muro exterior	NO	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	NO	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Total por local						59.024
Local: Habitación 305.						
Muro exterior	NO	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	NO	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Total por local						59.024
Local: Habitación 307.						
Muro exterior	NO	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	NO	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Total por local						59.024
Local: Habitación 309.						
Muro exterior	NO	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	NO	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Total por local						59.024
Local: Habitación 311.						
Muro exterior	NO	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	NO	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Total por local						59.024
Local: Habitación 313.						
Muro exterior	NO	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	NO	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Total por local						59.024
Local: Habitación 315.						
Muro exterior	SO	M1	16.47	0.1798	12	35.536
Muro exterior	NO	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	NO	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Total por local						94.560
Local: Pasillo Ejes 2-3.						
Muro exterior	NE	M1	2.33	0.1798	12	5.027
Puerta exterior	NE	P-1	1.80	0.8909	12	19.243
Muro exterior	SO	M1	2.33	0.1798	12	5.027
Puerta exterior	SO	P-1	1.80	0.8909	12	19.243
Muro interior	SE	M-2	38.43	0.1700	9	58.798
Puerta interior	SE	P-2	7.20	0.4836	9	31.337
Total por local						138.676

Descripción	Orientación	Tipo de Muro	Area (m ²)	U [W/m ² °C]	$\Delta T_{Ext., Int}$ [°C]	Q _c (W)
Local: Habitación 312A.						
Muro interior	NE	M-2	16.47	0.4836	9	71.684
Muro interior	SO	M-2	16.47	0.4836	9	71.684
Total por local						143.368
Local: Habitación Superintendente.						
Muro exterior	SO	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	SO	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Muro interior	NE	M-2	6.43	0.1700	9	9.838
Puerta interior	NE	P-2	1.80	0.4836	9	7.834
Total por local						76.696
Local: Habitación Administrador.						
Muro exterior	SO	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	SO	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Muro interior	NE	M-2	6.43	0.1700	9	9.838
Puerta interior	NE	P-2	1.80	0.4836	9	7.834
Total por local						76.696
Local: Pasillo Ejes 4-5.						
Muro exterior	NE	M1	2.33	0.1798	12	5.027
Puerta exterior	NE	P-1	1.80	0.8909	12	19.243
Muro exterior	SO	M1	2.33	0.1798	12	5.027
Puerta exterior	SO	P-1	1.80	0.8909	12	19.243
Muro interior	NO	M-2	36.63	0.1700	9	56.044
Puerta interior	NO	P-2	9.00	0.4836	9	39.172
Muro interior	SE	M-2	13.77	0.1700	9	21.068
Total por local						164.825
Local: Habitación 302.						
Muro exterior	NE	M1	16.47	0.1798	12	35.536
Muro exterior	SE	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	SE	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Piso interior		P2	18.60	1.0510	9	175.938
Total por local						270.498
Local: Habitación 304.						
Muro exterior	SE	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	SE	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Piso interior		P2	18.60	1.0510	9	175.938
Total por local						234.962
Local: Habitación 306.						
Muro exterior	SE	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	SE	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Muro interior	NO	M-2	4.60	0.1700	9	7.038
Muro interior	SO	M-2	6.43	0.1700	9	9.838
Puerta interior	SO	P-2	1.80	0.4836	9	7.834
Piso interior		P2	13.42	1.0510	9	126.939
Total por local						210.673

Descripción	Orientación	Tipo de Muro	Area (m ²)	U [W/m ² °C]	$\Delta T_{Ext. , Int.}$ [°C]	Qc (W)
Local: Habitación 308.						
Muro exterior	SE	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	SE	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Muro interior	NO	M-2	4.60	0.1700	9	7.038
Muro interior	SO	M-2	6.43	0.1700	9	9.838
Puerta interior	SO	P-2	1.80	0.4836	9	7.834
Piso interior		P2	13.42	1.0510	9	126.939
Total por local						210.673

Local: Habitación 310.						
Muro exterior	SE	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	SE	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Muro interior	NO	M-2	4.60	0.1700	9	7.038
Muro interior	SO	M-2	6.43	0.1700	9	9.838
Puerta interior	SO	P-2	1.80	0.4836	9	7.834
Piso interior		P2	3.66	1.0510	9	34.620
Total por local						118.354

Local: Habitación 312.						
Muro exterior	SE	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	SE	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Total por local						59.024

Local: Habitación 314.						
Muro exterior	SE	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	SE	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Total por local						59.024

Local: Habitación 316.						
Muro exterior	SO	M1	16.47	0.1798	12	35.536
Muro exterior	SE	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	SE	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Total por local						94.560

Cuarto Nivel

Descripción	Orientación	Tipo de Muro	Area (m ²)	U [W/m ² °C]	$\Delta T_{Ext. , Int.}$ [°C]	Qc (W)
Local: Habitación 401.						
Muro exterior	NE	M1	16.47	0.1798	12	35.536
Muro exterior	NO	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	NO	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Techo exterior		T-1	18.60	1.3430	12	299.758
Total por local						394.318

Local: Habitación 403.						
Muro exterior	NO	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	NO	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Techo exterior		T-1	18.60	1.3430	12	299.758
Total por local						358.782

Descripción	Orientación	Tipo de Muro	Area (m ²)	U [W/m ² °C]	$\Delta T_{Ext., Int.}$ [°C]	Q _c (W)
Local: Habitación 405.						
Muro exterior	NO	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	NO	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Techo exterior		T-1	18.60	1.3430	12	299.758
Total por local						358.782
Local: Habitación 407.						
Muro exterior	NO	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	NO	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Techo exterior		T-1	18.60	1.3430	12	299.758
Total por local						358.782
Local: Habitación 409.						
Muro exterior	NO	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	NO	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Techo exterior		T-1	18.60	1.3430	12	299.758
Total por local						358.782
Local: Habitación 411.						
Muro exterior	NO	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	NO	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Techo exterior		T-1	18.60	1.3430	12	299.758
Total por local						358.782
Local: Telecomunicaciones (Baterías).						
Muro exterior	NO	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	NO	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Techo exterior		T-1	5.18	1.3430	12	83.481
Total por local						142.505
Local: (Telecomunicaciones).						
Muro exterior	NO	M1	8.23	0.1798	12	17.757
Muro exterior	SO	M1	14.31	0.1798	12	30.875
Ventana exterior	SO	V1	2.16	3.3640	12	87.195
Techo exterior		T-1	32.03	1.3430	12	516.195
Total por local						652.022
Local: Pasillo Ejes 2-3.						
Muro exterior	NE	M1	2.33	0.1798	12	5.027
Puerta exterior	NE	P-1	1.80	0.8909	12	19.243
Muro exterior	SO	M1	2.33	0.1798	12	5.027
Puerta exterior	SO	P-1	1.80	0.8909	12	19.243
Muro interior	SE	M-2	34.00	0.1700	9	52.020
Puerta interior	SE	P-2	7.20	0.4836	9	31.337
Techo exterior		T-1	37.33	1.3430	12	601.610
Total por local						733.507
Local: Gimnasio.						
Muro interior	NE	M-2	12.87	0.1700	9	19.691
Puerta interior	NE	P-2	3.60	0.4836	9	15.668
Techo exterior		T-1	28.06	1.3430	12	452.215
Total por local						487.574

Descripción	Orientación	Tipo de Muro	Area (m ²)	U [W/m ² °C]	$\Delta T_{Ext., Int.}$ [°C]	Q _c (W)
Local: Habitación 415.						
Muro exterior	SO	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	NO	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Techo exterior		T-1	14.03	1.3430	12	226.107
Total por local						285.131
Local: Habitación 418.						
Muro exterior	SO	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	SO	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Techo exterior		T-1	14.03	1.3430	12	226.107
Total por local						285.131
Local: Pasillo Ejes 4-5.						
Muro exterior	NE	M1	2.33	0.1798	12	5.027
Puerta exterior	NE	P-1	1.80	0.8909	12	19.243
Muro exterior	SO	M1	2.33	0.1798	12	5.027
Puerta exterior	SO	P-1	1.80	0.8909	12	19.243
Muro interior	NO	M-2	13.77	0.1700	9	21.068
Muro interior	NO	M-2	32.20	0.1700	9	49.266
Puerta interior	NO	P-2	9.00	0.4836	9	39.172
Techo exterior		T-1	37.33	1.3430	12	601.610
Total por local						759.656
Local: Habitación 402.						
Muro exterior	NE	M1	16.47	0.1798	12	35.536
Muro exterior	SE	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	SE	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Techo exterior		T-1	18.60	1.3430	12	299.758
Total por local						394.318
Local: Habitación 404.						
Muro exterior	SE	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	SE	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Techo exterior		T-1	18.60	1.3430	12	299.758
Total por local						358.782
Local: Habitación 406.						
Muro exterior	SE	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	SE	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Muro interior	SE	M-2	4.60	0.1700	9	7.038
Muro interior	NE	M-2	6.43	0.1700	9	9.838
Puerta interior	NE	P-2	1.80	0.4836	9	7.834
Techo exterior		T-1	13.42	1.3430	12	216.277
Total por local						300.011
Local: Habitación 408.						
Muro exterior	SE	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	SE	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Muro interior	SE	M-2	4.60	0.1700	9	7.038
Muro interior	NE	M-2	6.43	0.1700	9	9.838
Puerta interior	NE	P-2	1.80	0.4836	9	7.834
Techo exterior		T-1	13.42	1.3430	12	216.277
Total por local						300.011

Descripción	Orientación	Tipo de Muro	Area (m ²)	U [W/m ² °C]	$\Delta T_{Ext., Int.}$ [°C]	Q _c (W)
Local: Habitación 410.						
Muro exterior	SE	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	SE	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Muro interior	SE	M-2	4.60	0.1700	9	7.038
Muro interior	NE	M-2	6.43	0.1700	9	9.838
Puerta interior	NE	P-2	1.80	0.4836	9	7.834
Techo exterior		T-1	13.42	1.3430	12	216.277
Total por local						300.011
Local: Habitación 412.						
Muro exterior	SE	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	SE	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Techo exterior		T-1	18.60	1.3430	12	299.758
Total por local						358.782
Local: Habitación 414.						
Muro exterior	SE	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	SE	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Techo exterior		T-1	18.60	1.3430	12	299.758
Total por local						358.782
Local: Habitación 416.						
Muro exterior	SE	M1	7.15	0.1798	12	15.427
Ventana exterior	SE	V1	1.08	3.3640	12	43.597
Muro exterior	SO	M1	16.47	0.1798	12	35.536
Techo exterior		T-1	18.60	1.3430	12	299.758
Total por local						394.318

Las ganancias totales de calor por conducción y convección (Q_{CT}), para cada Nivel son las siguientes:

Mezanine	Q _{CT} =	857.850	(Watts)
2do. Nivel	Q _{CT} =	13,597.119	(Watts)
3er. Nivel	Q _{CT} =	2,401.293	(Watts)
4to. Nivel	Q _{CT} =	8,298.769	(Watts)

3.5. GANANCIAS TERMICAS POR RADIACION

La forma para calcular las ganancias de calor debidas a la radiación solar a través de techo y paredes, es similar a la de conducción y convección, con la única diferencia de que se emplea la ΔT correspondiente a las temperaturas equivalentes de la tabla 3.3³ "Diferencias de Temperaturas Solares para Muros y Azoteas" de las Normas AMICA.

Para tener la ganancia de calor a través de los cristales se emplean los valores de la tabla 3.4⁴ "Diferencias de Temperaturas Solares para Ventanas y Tragaluces" de las Normas AMICA.

La expresión para obtener estas ganancias de calor, es la siguiente:

$$Q_R = U A \Delta T_{eq}$$

Donde:

Q_R = Ganancia neta de calor por radiación solar, (Watts)

U = Coeficiente global de transferencia de calor, ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$)

A = Area de transferencia de calor, (m^2)

ΔT_{eq} = Diferencia de temperatura equivalente, ($^\circ C$)

Existen dos tipos de radiación: directa y difusa. La primera se refiere a la energía radiante del sol que pasa a través de los materiales en forma directa y se transforma en ganancia de calor al local. La segunda, a la radiación solar indirecta, que se presenta cuando el muro o vidrio, reciben sombra de algunas obstrucciones exteriores, como de edificios o salientes del mismo.

Estas dos radiaciones se calculan igual, pero en el segundo caso se tiene que aplicar un factor, ya que la ganancia es mucho menor que el primero.

Estas ganancias deben calcularse a distintas horas del día y por local en forma independiente, encontrando así la carga más crítica del local a vencer por el equipo a la hora pico, de acuerdo a la orientación de la pared. Estos cálculos se presentan en forma resumida, debido a que sería inútil mostrar todos los cálculos para las diferentes horas del día ya que son muchos locales. La siguiente tabla muestra este resumen:

Mezanine

Descripción	Orientación	Tipo de Muro	Hora	Area (m^2)	U [$W/m^2 \text{ } ^\circ C$]	ΔT_{eq} [$^\circ C$]	Q_R (W)
Local: Cuarto de Control Eléctrico.							
Muro exterior	NO	M-3	6 p.m.	30.24	0.2450	10	74.088
Total por local							74.088

Segundo Nivel

Descripción	Orientación	Tipo de Muro	Hora	Area (m^2)	U [$W/m^2 \text{ } ^\circ C$]	ΔT_{eq} [$^\circ C$]	Q_R (W)
Local: Sala de Proyección.							
Muro exterior	NO	M1	6 p.m.	22.44	0.1798	10	40.347
Puerta exterior	NO	P-1	6 p.m.	2.40	0.8909	10	21.382
Total por local							61.729
Local: Habitación Medico.							
Muro exterior	NO	M1	4 p.m.	7.15	0.1798	3	3.857
Ventana exterior	NO	VI	4 p.m.	1.08	3.3640	35.5	128.976
Total por local							132.833

Descripción	Orientación	Tipo de Muro	Hora	Area (m ²)	U [W/m ² °C]	ΔT_{eq} [°C]	Q _R (W)
Local: Servicio Medico.							
Muro exterior	NO	M1	4 p.m.	7.15	0.1798	3	3.857
Ventana exterior	NO	V1	4 p.m.	1.08	3.3640	35.5	128.976
Total por local							132.833
Local: Oficina Administrador.							
Muro exterior	NO	M1	4 p.m.	7.15	0.1798	3	3.857
Ventana exterior	NO	V1	4 p.m.	1.08	3.3640	35.5	128.976
Total por local							132.833
Local: Sala de Juntas y Superintendente.							
Muro exterior	NO	M1	4 p.m.	14.31	0.1798	3	7.719
Ventana exterior	NO	V1	4 p.m.	2.16	3.3640	35.5	257.951
Muro exterior	SO	M1	4 p.m.	14.31	0.1798	7	18.010
Ventana exterior	SO	V1	4 p.m.	2.16	3.3640	29	210.721
Total por local							494.401
Local: Pasillo Ejes 2-3.							
Muro exterior	NE	M1	10 a.m.	2.33	0.1798	10	4.189
Puerta exterior	NE	P-1		1.80	0.8909	10	16.036
Total por local							20.225
Local: Oficina Operación e IMEDI.							
Muro exterior	SO	M1	4 p.m.	7.15	0.1798	7	8.999
Ventana exterior	SO	V1	4 p.m.	1.08	3.3640	29	105.360
Total por local							114.359
Local: Cuarto de Control Instrumentos y Seguridad.							
Ventana exterior	NE	V1	8 a.m.	2.16	3.3640	35.5	257.952
Total por local							257.952
Local: Caseta Telefónica y Pasillo Ejes 4-5.							
Muro exterior	NE	M1	10 a.m.	2.33	0.1798	10	4.189
Puerta exterior	NE	P-1	10 a.m.	1.80	0.8909	10	16.036
Total por local							20.225
Local: Comedor.							
Muro exterior	SO	M1	4 p.m.	24.12	0.1798	7	30.360
Ventana exterior	SO	V1	4 p.m.	3.24	3.3640	29	316.081
Puerta exterior	SO	P-1	4 p.m.	1.80	0.8909	7	2.260
Total por local							348.701

Para los locales: Radio, Oficina Seguridad y Oficina MES, la radiación es = 0

Tercer Nivel

Descripción	Orientación	Tipo de Muro	Hora	Area (m ²)	U [W/m ² °C]	ΔT_{eq} [°C]	Q _R (W)
Local: Habitación 301.							
Muro exterior	NO	M1	4 p.m.	7.15	0.1798	3	3.857
Ventana exterior	NO	V1	4 p.m.	1.08	3.3640	35.5	128.976
Total por local							132.833

Descripción	Orientación	Tipo de Muro	Hora	Area (m ²)	U [W/m ² °C]	ΔT_{eq} [°C]	Q _R (W)
Local: Habitación 303.							
Muro exterior	NO	M1	4 p.m.	7.15	0.1798	3	3.857
Ventana exterior	NO	V1	4 p.m.	1.08	3.3640	35.5	128.976
Total por local							132.833
Local: Habitación 305.							
Muro exterior	NO	M1	4 p.m.	7.15	0.1798	3	3.857
Ventana exterior	NO	V1	4 p.m.	1.08	3.3640	35.5	128.976
Total por local							132.833
Local: Habitación 307.							
Muro exterior	NO	M1	4 p.m.	7.15	0.1798	3	3.857
Ventana exterior	NO	V1	4 p.m.	1.08	3.3640	35.5	128.976
Total por local							132.833
Local: Habitación 309.							
Muro exterior	NO	M1	4 p.m.	7.15	0.1798	3	3.857
Ventana exterior	NO	V1	4 p.m.	1.08	3.3640	35.5	128.976
Total por local							132.833
Local: Habitación 311.							
Muro exterior	NO	M1	4 p.m.	7.15	0.1798	3	3.857
Ventana exterior	NO	V1	4 p.m.	1.08	3.3640	35.5	128.976
Total por local							132.833
Local: Habitación 313.							
Muro exterior	NO	M1	4 p.m.	7.15	0.1798	3	3.857
Ventana exterior	NO	V1	4 p.m.	1.08	3.3640	35.5	128.976
Total por local							132.833
Local: Habitación 315.							
Muro exterior	NO	M1	4 p.m.	7.15	0.1798	3	3.857
Ventana exterior	NO	V1	4 p.m.	1.08	3.3640	35.5	128.976
Total por local							132.833
Local: Pasillo Ejes 2-3.							
Muro exterior	NE	M1	10 a.m.	2.33	0.1798	10	4.189
Puerta exterior	NE	P-1	10 a.m.	1.80	0.8909	10	16.036
Total por local							20.225
Local: Habitación Superintendente.							
Muro exterior	SO	M1	4 p.m.	7.15	0.1798	7	8.999
Ventana exterior	SO	V1	4 p.m.	1.08	3.3640	29	105.360
Total por local							114.359
Local: Habitación Administrador.							
Muro exterior	SO	M1	4 p.m.	7.15	0.1798	7	8.999
Ventana exterior	SO	V1	4 p.m.	1.08	3.3640	29	105.360
Total por local							114.359
Local: Pasillo Ejes 4-5.							
Muro exterior	NE	M1	10 a.m.	2.33	0.1798	10	4.1893
Puerta exterior	NE	P-1	10 a.m.	1.80	0.8909	10	16.0360
Total por local							20.225

Descripción	Orientación	Tipo de Muro	Hora	Area (m ²)	U [W/m ² °C]	ΔT_{eq} [°C]	Q _R (W)
Local: Habitación 302.							
Muro exterior	SE	M1	9 a.m.	7.15	0.1798	4	5.142
Ventana exterior	SE	V1	9 a.m.	1.08	3.3640	30	108.994
Total por local							114.136
Local: Habitación 304.							
Muro exterior	SE	M1	9 a.m.	7.15	0.1798	4	5.142
Ventana exterior	SE	V1	9 a.m.	1.08	3.3640	30	108.994
Total por local							114.136
Local: Habitación 306.							
Muro exterior	SE	M1	9 a.m.	7.15	0.1798	4	5.142
Ventana exterior	SE	V1	9 a.m.	1.08	3.3640	30	108.994
Total por local							114.136
Local: Habitación 308.							
Muro exterior	SE	M1	9 a.m.	7.15	0.1798	4	5.142
Ventana exterior	SE	V1	9 a.m.	1.08	3.3640	30	108.994
Total por local							114.136
Local: Habitación 310.							
Muro exterior	SE	M1	9 a.m.	7.15	0.1798	4	5.142
Ventana exterior	SE	V1	9 a.m.	1.08	3.3640	30	108.994
Total por local							114.136
Local: Habitación 312.							
Muro exterior	SE	M1	9 a.m.	7.15	0.1798	4	5.142
Ventana exterior	SE	V1	9 a.m.	1.08	3.3640	30	108.994
Total por local							114.136
Local: Habitación 314.							
Muro exterior	SE	M1	9 a.m.	7.15	0.1798	4	5.142
Ventana exterior	SE	V1	9 a.m.	1.08	3.3640	30	108.994
Total por local							114.136
Local: Habitación 316.							
Muro exterior	SE	M1	9 a.m.	7.15	0.1798	4	5.142
Ventana exterior	SE	V1	9 a.m.	1.08	3.3640	30	108.994
Total por local							114.136

Para el local: Habitación 312A, la radiación es = 0

Cuarto Nivel

Total por local	Orientación	Tipo de Muro	Hora	Area (m ²)	U [W/m ² °C]	ΔT_{eq} [°C]	Q _R (W)
Local: Habitación 401.							
Ventana exterior	NO	V1	3 p.m.	1.08	3.3640	25.5	92.644
Techo exterior		T-1	3 p.m.	18.60	1.3430	11	274.778
Total por local							367.422

Descripción	Orientación	Tipo de Muro	Hora	Area (m ²)	U [W/m ² °C]	ΔT_{eq} [°C]	Q _R (W)
Local: Habitación 403.							
Ventana exterior	NO	V1	3 p.m.	1.08	3.3640	25.5	92.644
Techo exterior		T-1	3 p.m.	18.60	1.3430	11	274.778
Total por local							367.422
Local: Habitación 405.							
Ventana exterior	NO	V1	3 p.m.	1.08	3.3640	25.5	92.644
Techo exterior		T-1	3 p.m.	18.60	1.3430	11	274.778
Total por local							367.422
Local: Habitación 407.							
Ventana exterior	NO	V1	3 p.m.	1.08	3.3640	25.5	92.644
Techo exterior		T-1	3 p.m.	18.60	1.3430	11	274.778
Total por local							367.422
Local: Habitación 409.							
Ventana exterior	NO	V1	3 p.m.	1.08	3.3640	25.5	92.644
Techo exterior		T-1	3 p.m.	18.60	1.3430	11	274.778
Total por local							367.422
Local: Habitación 411.							
Ventana exterior	NO	V1	3 p.m.	1.08	3.3640	25.5	92.644
Techo exterior		T-1	3 p.m.	18.60	1.3430	11	274.778
Total por local							367.422
Local: Telecomunicaciones (Baterías).							
Ventana exterior	NO	V1	3 p.m.	1.08	3.3640	25.5	92.644
Techo exterior		T-1	3 p.m.	5.18	1.3430	11	76.524
Total por local							169.168
Local: (Telecomunicaciones).							
Ventana exterior	SO	V1	2 p.m.	2.16	3.3640	24	174.390
Techo exterior		T-1	2 p.m.	32.03	1.3430	11.5	494.687
Total por local							669.077
Local: Pasillo Ejes 2-3.							
Techo exterior		T-1	2 p.m.	37.33	1.3430	11.5	576.543
Total por local							576.543
Local: Gimnasio.							
Techo exterior		T-1	2 p.m.	28.06	1.3430	11.5	433.373
Total por local							433.373
Local: Habitación 415.							
Ventana exterior	SO	V1	2 p.m.	1.08	3.3640	24.0	87.190
Techo exterior		T-1	2 p.m.	14.03	1.3430	11.5	216.700
Total por local							303.890
Local: Habitación 418.							
Ventana exterior	SO	V1	2 p.m.	1.08	3.3640	24.0	87.190
Techo exterior		T-1	2 p.m.	14.03	1.3430	11.5	216.700
Total por local							303.890

Descripción	Orientación	Tipo de Muro	Hora	Area (m ²)	U [W/m ² °C]	ΔT_{eq} [°C]	Q _R (W)
Local: Pasillo Ejes 4-5. Techo exterior Total por local		T-1	2 p.m.	37.33	1.3430	11.5	576.543 576.543
Local: Habitación 402. Techo exterior Total por local		T-1	2 p.m.	18.60	1.3430	11.5	287.268 287.268
Local: Habitación 404. Techo exterior Total por local		T-1	2 p.m.	18.60	1.3430	11.5	287.268 287.268
Local: Habitación 406. Techo exterior Total por local		T-1	2 p.m.	13.42	1.3430	11.5	207.265 207.265
Local: Habitación 408. Techo exterior Total por local		T-1	2 p.m.	13.42	1.3430	11.5	207.265 207.265
Local: Habitación 410. Techo exterior Total por local		T-1	2 p.m.	13.42	1.3430	11.5	207.265 207.265
Local: Habitación 412. Techo exterior Total por local		T-1	2 p.m.	18.60	1.3430	11.5	287.268 287.268
Local: Habitación 414. Techo exterior Total por local		T-1	2 p.m.	18.60	1.3430	11.5	287.268 287.268
Local: Habitación 416. Techo exterior Total por local		T-1	2 p.m.	18.60	1.3430	11.5	287.268 287.268

En el cuarto Nivel, solamente se tomo el 50% (del valor real que aparece en la tabla 3.3), de las ganancias de calor por radiación en azoteas, debido a que arriba de estos locales hay un helipuerto y existen otros materiales para el piso del mismo que no fueron considerados por que no se tenía esta información, además, entre el techo del cuarto nivel y el piso del helipuerto se tiene un espacio de aire de aproximadamente 1.80 m. Por lo que se sigue teniendo energía radiante del sol en forma indirecta, sobre el techo (radiación difusa).

Las ganancias totales de calor debidas a la radiación (Q_{RT}), para cada Nivel son las siguientes:

Mezanine	Q _{RT} =	74.088	(Watts)
2do. Nivel	Q _{RT} =	1,725.054	(Watts)
3er. Nivel	Q _{RT} =	2,244.920	(Watts)
4to. Nivel	Q _{RT} =	7,295.136	(Watts)

3.6. GANANCIAS TERMICAS POR OCUPANTES

La ganancia de calor debida a los ocupantes se compone en dos partes: el calor sensible y el calor latente que resulta de la transpiración. Algo del calor sensible se puede absorber por el efecto de almacenamiento de calor pero no el calor latente.

Las ecuaciones para las ganancias de calor sensible y latente originado en las personas son las siguientes:

$$Q_{SP} = (q_{SP}) \times (n)$$

$$Q_{LP} = (q_{LP}) \times (n)$$

Donde:

Q_{SP} = Ganancias de calor sensible debidas a las personas, (Watts)

q_{SP} = Ganancia de calor sensible por persona, (Watts)

Q_{LP} = Ganancias de calor latente debidas a las personas, (Watts)

q_{LP} = Ganancia de calor latente por persona, (Watts)

n = Número de personas

La velocidad de ganancia de calor debida a la gente depende de su actividad física. La "Tabla 48. Ganancias Debidas a los Ocupantes", página 1-94 del Manual de Aire Acondicionado de CARRIER da una lista de valores para algunas actividades típicas. De esta, tomé los valores correspondientes a empleado de oficina, de pie, marcha lenta. Realizando la conversión de estos datos se tiene que:

$$q_{SP} = 71.80 \text{ Watts}$$

$$q_{LP} = 60.08 \text{ Watts}$$

Estos valores los empleé para la mayoría de los locales, con la excepción de la Sala de Proyección.

Para este local tomé los valores indicados para sentados, en reposo. Con la conversión correspondiente estos datos son los siguientes:

$$q_{SP} = 67.41 \text{ Watts}$$

$$q_{LP} = 35.17 \text{ Watts}$$

Como ya mencione anteriormente en el inciso 3.1 el número de ocupantes (n) por local, a continuación solamente se presenta en forma resumida una tabla con las ganancias de calor por ocupantes.

Local	QSP	QLP
Cuarto de control	143.60	120.16
Sala de Proyección	3774.96	1969.52
Habitación Médico	143.60	120.16
Servicio Médico	287.20	240.32
Oficina Administrativa	143.60	120.16
Radio	71.80	60.08
Sala de Juntas y Superintendente	1220.6	1021.36
Oficina Seguridad	215.40	180.24
Oficina Mes	215.40	180.24
Oficina Operación e IMEDI	430.80	360.48
Cuarto: Control. Instrumentos y Seguridad	215.40	180.24
Caseta Telefónica y Pasillo: ejes 4-5	215.40	180.24
Comedor	3877.20	3244.32
Habitación 301	430.80	360.48
Habitación 303	430.80	360.48
Habitación 305	430.80	360.48
Habitación 307	430.80	360.48
Habitación 309	287.20	240.32
Habitación 311	287.20	240.32
Habitación 313	287.20	240.32
Habitación 315	287.20	240.32
Habitación 312 A	287.20	240.32
Habitación Superintendente	71.80	60.08
Habitación Administrador	71.80	60.08
Habitación 302	287.20	240.32
Habitación 304	287.20	240.32
Habitación 306	287.20	240.32
Habitación 308	287.20	240.32
Habitación 310	287.20	240.32
Habitación 312	287.20	240.32
Habitación 314	287.20	240.32
Habitación 316	287.20	240.32
Habitación 401	430.80	360.48
Habitación 403	430.80	360.48
Habitación 405	430.80	360.48
Habitación 407	430.80	360.48
Habitación 409	287.20	240.32
Habitación 411	287.20	240.32
Telecomunicaciones	143.60	120.16
Gimnasio	359.00	300.40
Habitación 415	287.20	240.32
Habitación 418	287.20	240.32
Habitación 402	287.20	240.32
Habitación 404	287.20	240.32
Habitación 406	287.20	240.32

Local	Q _{SP}	Q _{LP}
Habitación 408	287.20	240.32
Habitación 410	287.20	240.32
Habitación 412	287.20	240.32
Habitación 414	287.20	240.32
Habitación 416	287.20	240.32

Las ganancias totales de calor por Nivel debidas a los ocupantes, se presentan a continuación:

Mezanine	Q _{STP} =	143.60	;-	Q _{LTP} =	120.156
2do. Nivel	Q _{STP} =	10,811.36	;	Q _{LTP} =	11,029.940
3er. Nivel	Q _{STP} =	5,600.40	;	Q _{LTP} =	4,686.240
4to. Nivel	Q _{STP} =	5,672.20	;	Q _{LTP} =	4,746.320

Donde:

Q_{STP} = Ganancia total de calor sensible por personas, (Watts)

Q_{LTP} = Ganancia total de calor latente personas, (Watts)

3.7. GANANCIAS TERMICAS POR ALUMBRADO

Las ganancias de calor por alumbrado constituyen una fuente de calor sensible. El calor es emitido por convección, conducción y radiación. En los tubos fluorescentes un 25% de la energía absorbida se transforma en luz, un 50% se disipa por conducción y convección y el otro 25% del calor emitido por radiación es absorbido por los materiales de las paredes que rodean al local.

La ecuación para calcular esta ganancia de calor es la siguiente:

$$Q_A = (W) \times (FB) \times (n_L)$$

Donde:

Q_A = Ganancia de calor debida al alumbrado, (Watts)

W = Capacidad de la lampara, (Watts)

FB = Factor de balastra

n_L = Número de lamparas

El factor FB toma en cuenta las pérdidas de calor en la balastra de las unidades fluorescentes, u otras pérdidas especiales. Un valor típico de este factor es de 1.25 para el alumbrado fluorescente, mientras que para el alumbrado incandescente el valor es de 1.0 por que no hay pérdidas adicionales.

Para calcular las ganancias de calor por alumbrado es necesario saber el número de lámparas y la capacidad de cada una, estos datos los obtenemos en el plano No.5 "Alumbrado Interior" del Apéndice B. A continuación se presenta una tabla con estas ganancias:

Local	n_L	W	FB	Q_A
Cuarto de control	14	32	1.25	560.00
Sala de Proyección	24	32	1.25	960.00
Habitación Médico	4	32	1.25	160.00
Servicio Médico	4	32	1.25	160.00
Oficina Administrador	4	32	1.25	160.00
Radio	4	32	1.25	160.00
Sala de Juntas y Superintendente	16	32	1.25	640.00
Pasillo: ejes 2-3	6	32	1.25	240.00
Oficina Seguridad	4	32	1.25	160.00
Oficina Mes	4	32	1.25	160.00
Oficina Operación e IMEDI	4	32	1.25	160.00
Cuarto: Control, Instrumentos y Seguridad	4	32	1.25	160.00
Caseta Tel. - Pasillo: ejes 4-5	4, 2	32, 17	1.25	202.50
Comedor	40	32	1.25	1600.00
Habitación 301	4, 3	32, 13	1.25,	208.75
Habitación 303	4, 3	32, 13	1.25	208.75
Habitación 305	4, 3	32, 13	1.25	208.75
Habitación 307	4, 3	32, 13	1.25	208.75
Habitación 309	4, 2	32, 13	1.25	192.50
Habitación 311	4, 2	32, 13	1.25	192.50
Habitación 313	4, 2	32, 13	1.25	192.50
Habitación 315	4, 2	32, 13	1.25	192.50
Pasillo: Ejes 2-3	6	32	1.25	240.00
Habitación 312 A	4, 2	32, 13	1.25	192.50
Habitación Superintendente	8	32	1.25	320.00
Habitación Administrador	8	32	1.25	320.00
Pasillo: Ejes 4-5	6	32	1.25	240.00
Habitación 302	4, 2	32, 13	1.25	192.50
Habitación 304	4, 2	32, 13	1.25	192.50
Habitación 306	6, 2	32, 13	1.25	272.50
Habitación 308	6, 2	32, 13	1.25	272.50
Habitación 310	6, 2	32, 13	1.25	272.50
Habitación 312	4, 2	32, 13	1.25	192.50
Habitación 314	4, 2	32, 13	1.25	192.50
Habitación 316	4, 2	32, 13	1.25	192.50
Habitación 401	4, 3	32, 13	1.25	208.75
Habitación 403	4, 3	32, 13	1.25	208.75
Habitación 405	4, 3	32, 13	1.25	208.75
Habitación 407	4, 3	32, 13	1.25	208.75
Habitación 409	4, 2	32, 13	1.25	192.50

Local	n_L	W	FB	Q_A
Habitación 411	4, 2	32, 13	1.25	192.50
Baterías de Telecomunicaciones	2	32	1.25	80.00
Telecomunicaciones	14	32	1.25	560.00
Pasillo: Ejes 2-3	6	32	1.25	240.00
Pasillo: Ejes 4-5	6	32	1.25	240.00
Gimnasio	16	32	1.25	640.00
Habitación 415	4, 2	32, 13	1.25	192.50
Habitación 418	4, 2	32, 13	1.25	192.50
Habitación 402	4, 2	32, 13	1.25	192.50
Habitación 404	4, 2	32, 13	1.25	192.50
Habitación 406	6, 2	32, 13	1.25	272.50
Habitación 408	6, 2	32, 13	1.25	272.50
Habitación 410	6, 2	32, 13	1.25	272.50
Habitación 412	4, 2	32, 13	1.25	192.50
Habitación 414	4, 2	32, 13	1.25	192.50
Habitación 416	4, 2	32, 13	1.25	192.50

Las ganancias totales de calor por Nivel debidas al alumbrado, son las siguientes:

Mezanine	Q_{AT}	=	560.00	(Watts)
2do. Nivel	Q_{AT}	=	4,922.50	(Watts)
3er. Nivel	Q_{AT}	=	4,697.50	(Watts)
4to. Nivel	Q_{AT}	=	5,145.00	(Watts)

Donde:

Q_{AT} = Ganancia total de calor sensible debida al alumbrado, (Watts)

3.8. GANANCIAS TERMICAS POR EQUIPO

La ganancia de calor debida al equipo se puede calcular en ocasiones en forma directa consultando al fabricante o a los datos de la placa, tomando en cuenta si su uso es intermitente.

Algunos equipos producen tanto calor sensible como latente. En la "Tabla 50. Ganancias Debidas a los Aparatos Eléctricos de Restaurantes" y "Tabla 51. Ganancias Debidas a los Aparatos de Restaurante", que se encuentran en las páginas 1-96 y 1-97 respectivamente, del Manual de Aire Acondicionado de CARRIER, se muestran algunos valores de la producción de calor para aparatos típicos. De la tabla 50 tomé el valor correspondiente a la mesa caliente que se encuentra en el comedor, y los otros datos están especificados en las bases de diseño del Instituto Mexicano del Petróleo. A continuación se presenta una tabla con los valores correspondientes al equipo empleado en cada local.

Local	Q _{LE} (Watts)	Q _{SE} (Watts)
Cuarto de control		17,100.00
Sala de Proyección		2,330.00
Habitación Médico		200.00
Radio		200.00
Sala de Juntas y Superintendente		200.00
Cuarto: Control, Instrumentos y Seguridad		400.00
Comedor	3,172.65	1,784.61
Habitación 301		200.00
Habitación 303		200.00
Habitación 305		200.00
Habitación 307		200.00
Habitación 309		200.00
Habitación 311		200.00
Habitación 313		200.00
Habitación 315		200.00
Habitación 312 A		200.00
Habitación Superintendente		200.00
Habitación Administrador		200.00
Habitación 302		200.00
Habitación 304		200.00
Habitación 306		200.00
Habitación 308		200.00
Habitación 310		200.00
Habitación 312		200.00
Habitación 314		200.00
Habitación 316		200.00
Habitación 401		200.00
Habitación 403		200.00
Habitación 405		200.00
Habitación 407		200.00
Habitación 409		200.00
Habitación 411		200.00
Telecomunicaciones		900.00
Habitación 415		200.00
Habitación 418		200.00
Habitación 402		200.00
Habitación 404		200.00
Habitación 406		200.00
Habitación 408		200.00
Habitación 410		200.00
Habitación 412		200.00
Habitación 414		200.00
Habitación 416		200.00

Donde:

Q_{LE} = Ganancia de calor latente por el equipo, (Watts)

Q_{SE} = Ganancia de calor sensible por el equipo, (Watts)

Las ganancias totales de calor por Nivel debidas al equipo, son las siguientes:

Mezanine	Q_{ET}	=	17,100.00		
2do. Nivel	Q_{ET}	=	5,114.61	;	$Q_{LE} = 3,172.65$
3er. Nivel	Q_{ET}	=	3,800.00		
4to. Nivel	Q_{ET}	=	4,100.00		

Donde:

Q_{ET} = Ganancia total de calor sensible debida al equipo, (Watts)

3.9. CARGA TERMICA PARCIAL

La carga térmica parcial es la suma del calor sensible total y calor latente total. Esto se hará para cada nivel. Por lo que la forma de expresar esta carga es la siguiente:

$$Q_P = Q_{ST} + Q_{LT}$$

Donde:

Q_P = Carga térmica parcial, (Watts)

Q_{ST} = Ganancia total de calor sensible, (Watts)

Q_{LT} = Ganancia total de calor latente, (Watts)

Para obtener la ganancia total de calor sensible es necesario sumar las ganancias calculadas en: conducción, convección, radiación, ocupantes, alumbrado y equipo.

$$Q_{ST} = Q_{CT} + Q_{RT} + Q_{STP} + Q_{AT} + Q_{ET}$$

Sustituyendo valores:

Mezanine	Q_{ST}	=	857.850	+	74.088	+	143.60	+	560.0	+	17,100.00
2do Nivel	Q_{ST}	=	13,597.119	+	1,725.054	+	10,811.36	+	4,922.5	+	5,114.61
3er. Nivel	Q_{ST}	=	2,401.293	+	2,244.920	+	5,600.40	+	4,697.5	+	3,800.00
4to. Nivel	Q_{ST}	=	8,298.769	+	7,295.136	+	5,672.20	+	5,145.0	+	4,100.00

Mezanine	Q_{ST}	=	18,735.54	(Watts)
2do Nivel	Q_{ST}	=	36,170.64	(Watts)
3er. Nivel	Q_{ST}	=	18,744.11	(Watts)
4to. Nivel	Q_{ST}	=	30,511.12	(Watts)

Para obtener la ganancia total de calor latente se suman las ganancias de los ocupantes y del equipo.

$$Q_{LT} = Q_{LTP} + Q_{LE}$$

Sustituyendo valores:

Mezanine	$Q_{LT} =$	120.160	
2do Nivel	$Q_{LT} =$	7,857.59	+ 3,172.65
3er. Nivel	$Q_{LT} =$	4,686.24	
4to. Nivel	$Q_{LT} =$	4,746.32	
Mezanine	$Q_{LT} =$	120.160	(Watts)
2do Nivel	$Q_{LT} =$	11,029.94	(Watts)
3er. Nivel	$Q_{LT} =$	4,686.24	(Watts)
4to. Nivel	$Q_{LT} =$	4,746.32	(Watts)

Finalmente se sustituyen los valores de Q_{ST} y Q_{LT} en Q_P para obtener el valor total de cada nivel:

Mezanine	$Q_P =$	18,735.54	+ 120.160
2do Nivel	$Q_P =$	36,170.64	+ 11,029.94
3er. Nivel	$Q_P =$	18,744.11	+ 4,686.24
4to. Nivel	$Q_P =$	30,511.11	+ 4,746.32
Mezanine	$Q_P =$	18,855.70	(Watts)
2do Nivel	$Q_P =$	47,200.58	(Watts)
3er. Nivel	$Q_P =$	23,430.35	(Watts)
4to. Nivel	$Q_P =$	35,257.43	(Watts)

A continuación se muestra una tabla que resume todos los cálculos realizados para las ganancias de calor, en Watts.

Nivel	Local	Conducción	Radiación	Equipo	Alumbrado	Personas		Total por Local
						Sensible	Latente	
Mezanine	Cuarto de control	857.850	74.088	17,100	560.0	143.60	120.16	18,855.70
	Total por Nivel	857.850	74.088	17,100	560.0	143.60	120.16	18,855.70
2do.	Sala de Proyección	1,849.057	61.729	2,330	960.0	3,774.96	1,969.52	10,945.27
	Hab. Médico	500.541	132.833	200	160.0	143.60	120.16	1,257.13
	Servicio Médico	640.125	132.833	0	160.0	287.20	240.32	1,460.48
	Of. Administrativa	388.716	132.833	0	160.0	143.60	120.16	945.31
	Radio	169.785	0.000	200	160.0	71.80	60.08	661.67
	Sala: Juntas-Superint.	1,384.813	494.401	200	640.0	1,220.60	1,021.36	4,961.17
	Pasillo: ejes 2-3	1,334.378	20.225	0	240.0	0.00	0.00	1,594.60
	Oficina Seguridad	324.867	0.000	0	160.0	215.40	180.24	880.51
Oficina Mes	299.683	0.000	0	160.0	215.40	180.24	855.32	

Nivel	Local	Conducción	Radiación	Equipo	Alumbrado	Personas		Total por Local
						Sensible	Latente	
	Of. Operación-IMEDI	633.206	114.359	0	160.0	430.80	360.48	1,698.85
	Cuarto: Cont-Inst-Seg.	1,279.334	257.952	400	160.0	215.40	180.24	2,492.93
	Caseta Tel.-Pasillo: 4-5	946.338	20.225	0	202.5	215.40	180.24	1,564.70
	Comedor	3,846.276	357.664	1,785	1,600.0	3,877.20	6,416.90	17,882.65
	Total por Nivel	13,597.119	1,725.054	5,114.61	4,922.5	10,811.36	11,029.94	47,200.58
3er.	Habitación 301	94.560	132.833	200	208.75	430.80	360.48	1,427.42
	Habitación 303	59.024	132.833	200	208.75	430.80	360.48	1,391.89
	Habitación 305	59.024	132.833	200	208.75	430.80	360.48	1,391.89
	Habitación 307	59.024	132.833	200	208.75	430.80	360.48	1,391.89
	Habitación 309	59.024	132.833	200	192.50	287.20	240.32	1,111.88
	Habitación 311	59.024	132.833	200	192.5	287.20	240.32	1,111.88
	Habitación 313	59.024	132.833	200	192.5	287.20	240.32	1,111.88
	Habitación 315	94.560	132.833	200	192.5	287.20	240.32	1,147.41
	Pasillo: ejes 2-3	138.676	20.225	0	240.0	0.00	0.00	398.90
	Habitación 312 A	143.368	0	200	192.5	287.20	240.32	1,063.39
	Hab. Superintendente	76.696	114.359	200	320.0	71.80	60.08	842.94
	Hab. Administrador	76.696	114.359	200	320.0	71.80	60.08	842.94
	Pasillo: ejes 4-5	164.825	20.225	0	240.0	0.00	0.00	425.05
	Habitación 302	270.498	114.136	200	192.5	287.20	240.32	1,304.65
	Habitación 304	234.962	114.136	200	192.5	287.20	240.32	1,269.12
	Habitación 306	210.673	114.136	200	272.5	287.20	240.32	1,324.83
	Habitación 308	210.673	114.136	200	272.5	287.20	240.32	1,324.83
	Habitación 310	118.354	114.136	200	272.5	287.20	240.32	1,232.51
	Habitación 312	59.024	114.136	200	192.5	287.20	240.32	1,093.18
	Habitación 314	59.024	114.136	200	192.5	287.20	240.32	1,093.18
	Habitación 316	94.560	114.136	200	192.5	287.20	240.32	1,128.72
	Total por Nivel	2,401.293	2,244.920	3,800	4,697.5	5,600.40	4,686.24	23,430.35
4to.	Habitación 401	394.318	367.422	200	208.8	430.80	360.48	1,961.77
	Habitación 403	358.782	367.422	200	208.8	430.80	360.48	1,926.23
	Habitación 405	358.782	367.422	200	208.8	430.80	360.48	1,926.23
	Habitación 407	358.782	367.422	200	208.8	430.80	360.48	1,926.23
	Habitación 409	358.782	367.422	200	192.5	287.20	240.32	1,646.22
	Habitación 411	358.782	367.422	200	192.5	287.20	240.32	1,646.22
	Baterías de Telecomun.	142.505	169.169	0	80.0	0.00	0.00	391.67
	Telecomunicaciones	652.022	669.077	900	560.0	143.60	120.16	3,044.86
	Pasillo: ejes 2-3	733.507	576.543	0	240.0	0.00	0.00	1,550.05
	Pasillo: ejes 4-5	759.656	576.543	0	240.0	0.00	0.00	1,576.20
	Gimnasio	487.574	433.373	0	640.0	359.00	300.40	2,220.35
	Habitación 415	285.131	303.881	200	192.5	287.20	240.32	1,509.03
	Habitación 418	285.131	303.881	200	192.5	287.20	240.32	1,509.03
	Habitación 402	394.318	287.268	200	192.5	287.20	240.32	1,601.61
	Habitación 404	358.782	287.268	200	192.5	287.20	240.32	1,566.07
	Habitación 406	300.011	207.265	200	272.5	287.20	240.32	1,507.30
	Habitación 408	300.011	207.265	200	272.5	287.20	240.32	1,507.30
	Habitación 410	300.011	207.267	200	272.5	287.20	240.32	1,507.30
	Habitación 412	358.782	287.268	200	192.5	287.20	240.32	1,566.07
	Habitación 414	358.782	287.268	200	192.5	287.20	240.32	1,566.07
	Habitación 416	394.318	287.268	200	192.5	287.20	240.32	1,601.61
	Total por Nivel	8,298.769	7,295.136	4,100	5,145.0	5,672.20	4,746.32	35,257.43

3.10. CALCULO DEL FACTOR DE CALOR SENSIBLE

El factor de calor sensible indica la relación de la ganancia de calor sensible y la del calor latente, se expresa de la siguiente manera:

$$F.C.S. = \frac{Q_{ST}}{Q_{ST} + Q_{LT}}$$

o bien:

$$F.C.S. = \frac{Q_{ST}}{Q_P}$$

Se tendrán tres factores, ya que habrá tres equipos de acuerdo a las bases de diseño el Instituto Mexicano del Petróleo, uno suministrará al Mezanine y Segundo Nivel, otro al Tercer Nivel y el último al Cuarto nivel. Por lo que se sumarán las ganancias de calor del Mezanine y Segundo Nivel, para tener un valor total. A partir de este momento se tomarán como uno solo y se representará como el 2do. Nivel. Sustituyendo valores en esta expresión obtenemos el F.C.S. para cada nivel:

$$\text{2do. Nivel} \quad F.C.S. = \frac{54,897.22}{66,056.28}$$

$$\text{3er. Nivel} \quad F.C.S. = \frac{18,744.11}{23,430.35}$$

$$\text{4to. Nivel} \quad F.C.S. = \frac{30,511.12}{35,257.43}$$

2do. Nivel	F.C.S. = 0.831
3er. Nivel	F.C.S. = 0.800
4to. Nivel	F.C.S. = 0.864

3.11. CALCULO DEL CAUDAL TOTAL DE AIRE TRATADO

El caudal de aire necesario para compensar las ganancias de calor sensible y latente, tanto las que proceden de fuentes externas al local, como las que se generan internamente, se obtiene con la siguiente expresión:

$$m_T = \frac{Q_{ST}}{h_{int} - h_{iny}}$$

Donde:

m_T = Caudal total de aire tratado, (Kg./seg.)

h_{int} = Entalpía del aire interior, (J/Kg.)

h_{iny} = Entalpía del aire inyección, (J/Kg.)

Para obtener el caudal, es necesario conocer las entalpías, estas se obtienen con la ayuda de la carta psicrométrica del lugar, verificando la presión barométrica y la altura sobre el nivel del mar, que de acuerdo con las tablas del IMSS (Normas para Aire Acondicionado), corresponden para Ciudad del Carmen, Camp.

En esta carta entramos con la temperatura de calculo de bulbo seco y la humedad relativa de la condición exterior, se traza un punto en la intersección de estas dos propiedades, este representa la condición del aire exterior. Con estas dos propiedades, podemos conocer las demás, incluyendo la entalpía.

Para la condición del aire interior se hace lo mismo, entramos con la temperatura interior de diseño y la humedad relativa, de igual forma se dibuja un punto en la intersección de estas dos propiedades para representar esta condición.

Para tener las propiedades en la inyección, se hace de otra forma, también se realiza gráficamente, pero con la ayuda del F.C.S. Se traza una línea recta imaginaria, que va del F.C.S. al punto pivote, esta pendiente de desplaza hasta el punto de la condición interior, de aquí se traza la línea ahora si, hasta tocar la curva de 90% de humedad relativa, este punto formado por la intersección de la pendiente y la humedad relativa, representa esta condición.

Con esto sería suficiente para proceder con él calculo del caudal, pero para tener todas las condiciones del aire obtendremos también el punto de mezcla, de esta forma se podrán mostrar todas las propiedades del aire en una sola tabla, para cada nivel.

El último punto que nos faltaría entonces, es el que representa la condición de la mezcla, este se obtiene de la siguiente manera: se unen con una línea recta los puntos que representan las condiciones exterior e interior, esta línea representa el 100% del caudal de aire tratado. Ahora el siguiente paso es, verificar que porcentaje de aire será recirculado por el sistema y que tanto por ciento será para el aire nuevo, se toma el porcentaje del aire nuevo y se representa dibujando un punto en la línea mencionada, partiendo del punto de la condición interior.

Para el caso del Segundo Nivel, como ya se menciona antes, será de 85% de aire recirculado y el otro 15% de aire nuevo. Para el Tercer y Cuarto Nivel será de 80% de aire recirculado y el otro del 20 % de aire nuevo. Por lo que se tendrán dos puntos de mezcla en la carta psicrométrica correspondiente a este proyecto, ya que en esta, represento las condiciones para todos los sistemas utilizados en la plataforma.

La carta psicrométrica que se empleó, se encuentra en el Apéndice A, en esta se encuentran todos los puntos que representan las condiciones del aire.

ESTA TERCERA NO DEBE
SER DE LA
MISMA

El punto 1 representa las propiedades del aire exterior, este punto es valido para todos los niveles. El punto 2 representa las propiedades del aire interior, este punto también es valido para todos los niveles. El punto 3 representa las propiedades del aire de inyección para el 2do. Nivel. El punto 4 representa las propiedades del aire de inyección para el 3er. Nivel. El punto 5 representa las propiedades del aire de inyección para el 4to. Nivel. El punto 6 representa las propiedades de la mezcla de aire para el 2do. Nivel. Por último, el punto 7 representa las propiedades de la mezcla de aire para el 3er. y 4to. Nivel.

A continuación se presentan las tablas con los valores correspondientes a estos puntos: exterior, interior, inyección y mezcla, una por nivel.

Propiedades del aire para el 2do. Nivel:

Condición	Tbs (°C)	Tbh (°C)	HR (%)	h (J/Kg.)	v (m ³ /Kg.)
Exterior	36.00	34.0	90	150,000	0.928
Interior	24.00	17.1	50	65,000	0.855
Inyección	12.85	12.0	90	51,000	0.821
Mezcla	25.90	20.9	64	77,600	0.866

Propiedades del aire para el 3er. Nivel:

Condición	Tbs (°C)	Tbh (°C)	HR (%)	h (J/Kg.)	v (m ³ /Kg.)
Exterior	36.00	34.0	90	150,000	0.928
Interior	24.00	17.1	50	65,000	0.855
Inyección	12.25	11.6	90	49,750	0.820
Mezcla	26.50	22.2	68	82,200	0.870

Propiedades del aire para el 4to. Nivel:

Condición	Tbs (°C)	Tbh (°C)	HR (%)	h (J/Kg.)	v (m ³ /Kg.)
Exterior	36.00	34.0	90	150,000	0.928
Interior	24.00	17.1	50	65,000	0.855
Inyección	13.50	12.5	90	52,500	0.828
Mezcla	26.50	22.2	68	82,200	0.870

Ahora si se pueden sustituir los valores correspondientes a las entalpías en la ecuación del caudal. Entonces para cada nivel se tiene lo siguiente:

$$2do. Nivel \quad m_T = \frac{54,897.22}{(65,000) - (51,000)}$$

$$3er. Nivel \quad m_T = \frac{18,744.11}{(65,000) - (49,750)}$$

$$4\text{to. Nivel} \quad m_T = \frac{30,511.12}{(65,000) - (52,500)}$$

$$2\text{do. Nivel} \quad m_T = 3.921 \text{ (Kg./seg.)}$$

$$3\text{er. Nivel} \quad m_T = 1.240 \text{ (Kg./seg.)}$$

$$4\text{to. Nivel} \quad m_T = 2.441 \text{ (Kg./seg.)}$$

3.12. GANANCIAS TERMICAS DEBIDAS AL AIRE EXTERIOR

Como se indico en el capitulo anterior, es necesario tener una presurización en los locales acondicionados, esta se logrará suministrando una cantidad de aire exterior mayor a la que se extraerá en los baños. Esta presión positiva creada dentro del local, reduce o elimina las posibles ganancias de calor por la infiltración de aire a través de las fisuras en las puertas o ventanas.

De acuerdo con las bases de diseño del Instituto Mexicano del Petróleo se tiene que, para el Segundo Nivel habrá una renovación de aire exterior (nuevo) del 15% y de 20% para el Tercero y Cuarto Nivel. El resto del porcentaje de aire será de retorno para ser utilizado nuevamente.

Esta cantidad de aire exterior que entra, proporcionará también una ganancia de calor, la cual se calcula utilizando la siguiente expresión:

$$Q_{AE} = (\%AE) (m_T) (h_{ext} - h_{int})$$

Donde:

Q_{AE} = Ganancia de calor debida al aire exterior, (Watts)

$\%AE$ = Porcentaje de aire exterior

h_{ext} = Entalpía del aire exterior, (J/Kg.)

Sustituyendo valores:

$$2\text{do. Nivel} \quad Q_{AE} = (0.15) (3.921) (150,000 - 65,000)$$

$$3\text{er. Nivel} \quad Q_{AE} = (0.20) (1.240) (150,000 - 65,000)$$

$$4\text{to. Nivel} \quad Q_{AE} = (0.20) (2.441) (150,000 - 65,000)$$

$$2\text{do. Nivel} \quad Q_{AE} = 49,995.681 \text{ (Watts)}$$

$$3\text{er. Nivel} \quad Q_{AE} = 21,090.200 \text{ (Watts)}$$

$$4\text{to. Nivel} \quad Q_{AE} = 41,495.097 \text{ (Watts)}$$

3.13. ESTIMADO DE CARGA TERMICA TOTAL

El calculo de la carga térmica total es muy sencillo, ya que para obtener este valor solamente se suman la carga térmica parcial y la ganancia de calor debida al aire exterior, como se muestra en la siguiente expresión:

$$Q_T = Q_P + Q_{AE}$$

Donde:

Q_T = Carga térmica total, (Watts)

Sustituyendo valores:

2do. Nivel $Q_T = 66,056.28 + 49,995.681$

3er. Nivel $Q_T = 23,430.35 + 21,090.200$

4to. Nivel $Q_T = 35,257.43 + 41,495.097$

2do. Nivel $Q_T = 116,051.961$ (Watts)

3er. Nivel $Q_T = 44,520.553$ (Watts)

4to. Nivel $Q_T = 76,752.527$ (Watts)

2do. Nivel $Q_T = \frac{116,051.961}{3517}$

3er. Nivel $Q_T = \frac{44,520.553}{3517}$

4to. Nivel $Q_T = \frac{76,752.527}{3517}$

La capacidad de los equipos comerciales se da en toneladas de refrigeración (TR) y no en watts, es por eso que se dividió entre 3517 para hacer la conversión. Entonces la capacidad para cada equipo por nivel es la siguiente:

2do. Nivel $Q_T = 32.995$ TR

3er. Nivel $Q_T = 12.658$ TR

4to. Nivel $Q_T = 21.820$ TR

Se puede aplicar un factor de seguridad, para prever algún error en el calculo de toda la carga, este valor dependerá del diseñador ya que es opcional, puede ser el 10%, 15%, etc. Incluso si no se quiere tomar en cuenta no se emplea ya que no es obligatorio. Para este proyecto se tomó el valor del 10%, para compensar algún pequeño error en los

cálculos y para que nuestro sistema no sea insuficiente a los requerimientos de enfriamiento de los locales. A continuación se presenta el valor real de la carga térmica total.

2do. Nivel	$Q_T = 32.995 \times 1.1 = 36.3 \text{ TR}$
3er. Nivel	$Q_T = 12.658 \times 1.1 = 13.9 \text{ TR}$
4to. Nivel	$Q_T = 21.820 \times 1.1 = 24.0 \text{ TR}$

Por lo que se puede aproximar al número entero más próximo para no poner decimales:

2do. Nivel	$Q_T \approx 37 \text{ TR}$
3er. Nivel	$Q_T \approx 14 \text{ TR}$
4to. Nivel	$Q_T \approx 25 \text{ TR}$

3.14. CALCULO DE LAS TUBERIAS DE REFRIGERANTE

Las tuberías se fabrican con muchos materiales, y la selección adecuada de ellos depende del servicio para el cual se pretende la tubería, del costo y la disponibilidad. Los materiales que se usan con más frecuencia en los sistemas de tubería son tanto el tubo de acero de bajo carbono (negro), y el tubo de cobre (tipo L).

Para la selección de la tubería de tubo negro, el espesor de la pared se determina con un número de cédula, como 20, 30, 40 y 80. La selección del número correcto de cédula depende de la presión y temperatura. En los sistemas de tuberías, para las presiones que se presentan normalmente, se utiliza cédula 40, a menos de que los diámetros sean muy grandes.

El espesor para el tubo de cobre se especifica con letras, estas son: tipo K, L y M. Por lo general se utiliza el tipo L en los sistemas de tubería para refrigerante.

En el Manual de Aire Acondicionado CARRIER, se encuentran tablas en donde se puede obtener gran información como: los materiales y sus aplicaciones, propiedades para el tubo de acero, propiedades del tubo de cobre.

Para diseñar un sistema de tuberías se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Los cambios de temperatura, ya que estos ocasionan dilatación o contracción de la tubería.
- Vibraciones en el sistema, que pueden dar origen a fatiga de los materiales y posteriormente la ruptura de las juntas, y también se puede generar ruido en la tubería.

Las uniones para el tubo de cobre en los sistemas de refrigeración para este proyecto, se harán con soldadura.

Para seleccionar el diámetro de las líneas de refrigerante se deben tomar en cuenta lo siguiente:

- a) Costo inicial
- b) Pérdida por fricción
- c) Retorno de aceite

Desde el punto de vista económico, es importante tener líneas con el menor diámetro posible, pero se tendría una pérdida por fricción mucho más alta en las líneas de succión y de descarga, que ocasionaría una reducción de la capacidad del compresor y un aumento en el consumo de la energía.

La caída de presión en las líneas del líquido, originadas por las pérdidas por fricción y por la carga estática del líquido, pueden ocasionar el fenómeno del gas instantáneo.

Tanto las líneas de succión como las de descarga deben ser diseñadas para que el gas fluya a una velocidad adecuada, asegurando el retorno del aceite al compresor.

En general, para diseñar las tuberías del refrigerante se siguió el procedimiento del Manual de Aire Acondicionado CARRIER, en este se encuentran las gráficas siguientes: “Gráfico 16. Conducto de Aspiración – Tubo de Cobre”, con pérdida de carga correspondiente a 1 °C, página 3-58, y el “Gráfico 18. Conducto de Líquido – Tubo de Cobre”, con pérdida de carga correspondiente a 0.5 °C, página 3-59, estos gráficos son basados en la fórmula Darcy – Weisbach.

- 1) Para la línea de gas refrigerante si considera una pérdida de carga = 1 °C
- 2) Para la línea del líquido refrigerante se considera una pérdida de carga = 0.5 °C
- 3) Obtener la longitud del tramo recto de la tubería.
- 4) Aumentarla un 50 % para tener una primera aproximación de la longitud total equivalente.
- 5) Obtener la Potencia Frigorífica (fg/hr)
- 6) Obtener las Temperaturas de Evaporación y de Condensación.
- 7) Con estas temperaturas obtener el coeficiente de corrección para las condiciones de funcionamiento para la Potencia Frigorífica.
- 8) Aplicar el coeficiente a la Potencia Frigorífica.
- 9) Tipo de Refrigerante.
- 10) Utilizando los gráficos 16 o 18 antes mencionados, se calcula el diámetro correspondiente.

- 11) Con este último dato obtenido, calcular las longitudes equivalentes de los accesorios, basándose en las tablas 10, 11, y 12 del mismo manual, que se encuentran en las páginas 3-19, 3-20 y 3-20.
- 12) Si fuera necesario, se tendría que corregir el diámetro antes obtenido, ahora si con la longitud equivalente real.
- 13) Si esto no sucediera, entonces el diámetro obtenido será el correcto.

Ahora procederé a realizar el cálculo de los sistemas de tuberías:

Primero calculare la tubería para el gas refrigerante de la UM-A y EC-A;

1.- $L = 15.35 \text{ m}$

- 2 - Aumentándola un 50 % para tener una primera aproximación de la longitud total equivalente.

$$L_{\text{Aprox.}} = (15.35) (1.5) = 23.025 \text{ m}$$

- 3.- Potencia Frigorífica;

$$1 \text{ fg/hr} = 1 \text{ Cal/hr}$$

$$\text{P.F.} = 75,615.50 \text{ fg/hr}$$

- 4 - Temperatura de evaporación: 7.94

$$\text{Temperatura de condensación: } 36.00$$

- 5.- El coeficiente de corrección para la potencia frigorífica: 0.92

- 6.- Aplicando el coeficiente a la potencia frigorífica:

$$\text{P.F.}_{\text{CORREG.}} = (75,615.5) (0.92) = 69566.26 \text{ fg/hr}$$

- 7.- Refrigerante = R-22

- 8.- El diámetro correspondiente esta entre:

$$D = 1\frac{5}{8}'' \quad \text{y} \quad D = 2\frac{1}{8}'' \quad \text{APROX.: } 1\frac{7}{8}''$$

Por lo que se ocupara un tubo con un diámetro comercial de: 2.0''

Ya que para el diámetro de 1 $\frac{5}{8}$ '' se tiene un alcance de 14 (m), para el diámetro de 2 $\frac{1}{8}$ '' se tiene un alcance de 52 (m), y para el diámetro de 2.0'' se tiene un alcance de 37 (m)

Por lo que tendremos una pérdida de carga real inferior a 1 °C y con más alcance de los 23 (m)

9.- Ahora se verificara la longitud equivalente total con las longitudes equivalente de los accesorios y válvulas de mano, sumándolas a la longitud del tubo recto.

Longitud Equivalente en válvulas y accesorios

Descripción	Cantidad	Longitud equivalente por c/a (m)	Longitud equivalente total (m)
Codo 90°	7	1.50	10.50
Longitud equivalente total en accesorios			10.50

Por lo que se sumara esta longitud a la del tubo recto;

$$L_{TEQ} = 15.35 + 10.5 = 25.85 \text{ m}$$

Como lo mencione antes, el diámetro de 2.0" que seleccione para el tubo con cubre hasta 37 (m), por lo que no es necesario corregirlo, de lo contrario, procederemos desde el paso 3 para tener el diámetro correspondiente.

Para realizar el cálculo de la tubería del liquido refrigerante, se hace de la misma forma:

1.- $L = 14.5 \text{ m}$

2.- Aumentándola el 50% a la longitud del tubo recto:

$$L_{Aprox} = (14.5) (1.5) = 21.75 \text{ m}$$

3.- Potencia frigorífica;

$$P.F. = 75,615.5 \text{ fg/hr}$$

4.- Temperatura de evaporación: 7.94

Temperatura de condensación: 36.00

5.- El coeficiente de corrección para la potencia frigorífica: 1.0

6.- Aplicando el coeficiente a la potencia frigorífica:

$$P.F._{CORREG.} = (75,615.5) (1.0) = 75,615.5 \text{ fg/hr}$$

7.- Refrigerante = R-22

8.- El diámetro correspondiente es:

$$D = 7/8'' \quad \text{y} \quad D = 1 1/8'' \quad \text{APROX.: } 1.0''$$

Por lo que se ocupara un tubo con un diámetro comercial de: 1.0''

$D = 1.0''$; (este valor se encuentra entre $7/8''$ y $1 1/8''$) y este diámetro es comercial, este diámetro cubrirá hasta 35 (m) aproximadamente, y se tendrá una perdida de carga real menor a 0.5°C .

9 - Verificando la longitud equivalente total con accesorios y válvulas de mano, sumadas a la longitud del tubo recto.

Longitud equivalente en válvulas y accesorios.

Descripción	Cantidad	Longitud equivalente por c/a (m)	Longitud equivalente total (m)
Codo 90°	7	0.70	4.90
Tee	2	0.51	1.02
Válvula de expansión	1	7.50	7.50
Válvula de solenoide	1	3.80	3.80
Mirilla	1	0.20	0.20
Válvula de globo	3	0.30	0.90
Filtro deshidratador	1	1.00	1.00
Longitud equivalente total en accesorios			19.32

Por lo que se sumara esta longitud a la del tubo recto;

$$L_{TEQ} = 14.5 + 19.32 = 33.82 \text{ m}$$

Y bueno pues esta longitud la cubre bien el tubo que seleccione.

Ahora procederé a seleccionar la tubería de la UM-C y EC-C;

Primero la tubería del gas refrigerante;

1.- $L = 17.4 \text{ m}$

2.- Aumentándola un 50 % para tener una primera aproximación de la longitud total equivalente:

$$L_{APROX} = (17.4) (1.5) = 26.10 \text{ m}$$

3.- Potencia frigorífica;

$$P.F. = 42,344.68 \text{ fg/hr}$$

4.- Temperatura de evaporación: 6.7

Temperatura de condensación: 36.0

5.- El coeficiente de corrección para la potencia frigorífica: 0.92

6.- Aplicando el coeficiente a la potencia frigorífica:

$$P.F.CORREG. = (42,344.68) (0.92) = 38,957.106 \text{ fg/hr}$$

7.- Refrigerante = R-22

8.- El diámetro correspondiente esta entre:

$$D = 1\frac{3}{8}'' \quad \text{y} \quad D = 1\frac{5}{8}'' \quad \text{APROX.: } 2.0$$

Por lo que se ocupara un tubo con un diámetro comercial de: 2.0"

9.- Ahora se verificara la longitud equivalente total con las longitudes equivalente de los accesorios y válvulas de mano, sumándolas a la longitud del tubo recto.

Longitud Equivalente en válvulas y accesorios

Descripción	Cantidad	Longitud equivalente por c/a (m)	Longitud equivalente total (m)
Codos 90°	9	1.52	13.5
Longitud equivalente total en accesorios			13.5

Por lo que se sumara esta longitud a la del tubo recto;

$$L_{TEQ} = 17.4 + 13.5 = 30.9 \text{ m}$$

Pero con ese diámetro cubrimos esta distancia y hasta más de 50 (m) por lo que tendremos una perdida de carga menor a 1 °C.

Tubería de líquido refrigerante para la UM-C y EC-C;

1.- $L = 17 \text{ m}$

2.- Aumentándola el 50% a la longitud del tubo recto:

$$L_{Aprox} = (17) (1.5) = 22.5 \text{ m}$$

3.- Potencia frigorífica;

$$P.F. = 42,344.68 \text{ fg/hr}$$

4.- Temperatura de evaporación: 6.70

Temperatura de condensación: 36.00

5 - El coeficiente de corrección para la potencia frigorífica: 1.0

6.- Aplicando el coeficiente a la potencia frigorífica:

$$P.F._{CORREG.} = (42,344.68) (1.0) = 75,615.5 \text{ fg/hr}$$

7.- Refrigerante = R-22

8.- El diámetro correspondiente es:

$$D = 3/4'' \quad \text{y} \quad D = 7/8'' \quad \text{APROX.: 1.0}$$

Por lo que se ocupara un tubo con un diámetro comercial de: 1.0''

9.- Verificando la longitud equivalente total con accesorios y válvulas de mano, sumadas a la longitud del tubo recto.

Longitud equivalente en válvulas y accesorios.

Descripción	Cantidad	Longitud equivalente por c/a (m)	Longitud equivalente total (m)
Codo 90°	10	0.70	4.90
Tee	2	0.51	1.02
Válvula de expansión	1	7.50	7.50
Válvula de solenoide	1	3.80	3.80
Mirilla	1	0.20	0.20
Válvula de globo	3	0.30	0.90
Filtro deshidratador	1	1.00	1.00
Longitud equivalente total en accesorios			19.32

$$L_{TEQ} = 17.0 + 19.32 = 36.32$$

Este diámetro con esta potencia frigorífica cubre mas de 60 (m) por lo que no hay problema.

Por ultimo calcularemos la tubería para la UM-B y EC-B;

Primero la tubería del gas refrigerante;

1.- $L = 28.6 \text{ m}$

2.- Aumentándola un 50 % para tener una primera aproximación de la longitud total equivalente:

$$L_{Aprox} = (28.6) (1.5) = 42.90 \text{ m}$$

3.- Potencia frigorífica;

$$P.F. = 111,910.94 \text{ fg/hr}$$

4.- Temperatura de evaporación: 7.3

Temperatura de condensación: 36.0

5.- El coeficiente de corrección para la potencia frigorífica: 0.92

6.- Aplicando el coeficiente a la potencia frigorífica:

$$P.F._{CORREG.} = (111,910.94) (0.92) = 102,958.06 \text{ fg/hr}$$

7.- Refrigerante = R-22

8.- El diámetro correspondiente esta entre:

$$D = 2\frac{1}{8}'' \quad \text{y} \quad D = 2\frac{5}{8}'' \quad \text{APROX.: } 2\frac{1}{2}''$$

Por lo que se ocupara un tubo con un diámetro comercial de: $2\frac{1}{2}''$

9.- Ahora se verificara la longitud equivalente total con las longitudes equivalente de los accesorios y válvulas de mano, sumándolas a la longitud del tubo recto.

Longitud Equivalente en válvulas y accesorios

Descripción	Cantidad	Longitud equivalente por c/a (m)	Longitud equivalente total (m)
Codos 90°	8	1.8	14.4
Longitud equivalente total en accesorios			14.4

Por lo que se sumara esta longitud a la del tubo recto;

$$L_{TEQ} = 28.60 + 14.40 = 43 \text{ m}$$

Por lo que no existe ningún problema ya que es la misma longitud considerada anteriormente.

Tubería de liquido refrigerante para la UM-B y EC-B;

1.- $L = 27.8 \text{ m}$

2.- Aumentándola el 50% a la longitud del tubo recto:

$$L_{Aprox} = (27.80) (1.5) = 41.70 \text{ m}$$

3.- Potencia frigorífica;

$$P.F. = 111,910.94 \text{ fg/hr}$$

4 - Temperatura de evaporación: 7.30

Temperatura de condensación: 36.00

5.- El coeficiente de corrección para la potencia frigorífica: 1.0

6.- Aplicando el coeficiente a la potencia frigorífica:

$$P.F.CORREG = (111,910.94) (1.0) = 111,910.94 \text{ fg/hr}$$

7.- Refrigerante = R-22

8.- El diámetro correspondiente es:

$$D = 1\frac{1}{8}'' \quad \text{y} \quad D = 1\frac{3}{8}'' \quad \text{APROX.: } 1\frac{1}{2}''$$

Por lo que se ocupara un tubo con un diámetro comercial de: 1½"

9.- Verificando la longitud equivalente total con accesorios y válvulas de mano, sumadas a la longitud del tubo recto.

Longitud equivalente en válvulas y accesorios.

Descripción	Cantidad	Longitud equivalente por c/a (m)	Longitud equivalente total (m)
Codo 90°	8	1.20	9.60
Tee	2	0.80	1.60
Válvula de expansión	1	12.60	12.60
Válvula de solenoide	1	7.30	7.30
Mirilla	1	0.30	0.30
Válvula de globo	3	0.54	1.62
Filtro deshidratador	1	1.20	1.20
Longitud equivalente total en accesorios			34.22

$$L_{TEQ} = = 27.80 + 34.22 = 62.02 \text{ m}$$

Este diámetro con esta potencia frigorífica cubre mas de 60 (m) por lo que no hay problema.

Ya que este diámetro cubre mas de 80 (m) no hay problema.

CAPITULO 4.0. DISTRIBUCION DE AIRE

4.1. CALCULO DEL FLUJO VOLUMETRICO TOTAL

Para realizar la distribución de aire, es necesario primero conocer que cantidad de aire se debe suministrar a cada nivel y por supuesto a cada local acondicionado, por lo que empezaremos con el calculo del flujo volumétrico que se necesita para vencer las ganancias de calor para cada equipo, posteriormente se calculará la cantidad de aire que se extraerá en cada nivel y finalmente se obtendrá el flujo volumétrico total.

El volumen de aire requerido para el enfriamiento en los locales, se calcula con la siguiente expresión:

$$V_{EL} = v m_T$$

Donde:

V_{EL} = Flujo volumétrico para el enfriamiento en los locales, ($m^3/seg.$)

v = Volumen específico de la mezcla de aire, ($m^3/Kg.$)

m_T = Caudal total de aire tratadò, ($Kg./seg.$)

Pero para poder solicitar el equipo y seleccionar los conductos, se maneja en ft^3/min (PCM), por lo que se tiene que hacer la conversión correspondiente. Así que primero obtendremos el flujo en $m^3/seg.$, y posteriormente en PCM como se verá en los siguientes cálculos.

2do. Nivel	$V_{EL} = (0.866 m^3/Kg) (3.921 Kg/seg)$
3er. Nivel	$V_{EL} = (0.870 m^3/Kg) (1.240 Kg/seg)$
4to. Nivel	$V_{EL} = (0.870 m^3/Kg) (2.441 Kg/seg)$

2do. Nivel	$V_{EL} = 3.390 (m^3/seg)$
3er. Nivel	$V_{EL} = 1.079 (m^3/seg)$
4to. Nivel	$V_{EL} = 2.103 (m^3/seg)$

Realizando la conversión correspondiente, queda entonces:

2do. Nivel	$V_{EL} = (3.390 m^3/seg) (60 seg/min) (35.32 ft^3/m^3)$
3er. Nivel	$V_{EL} = (1.079 m^3/seg) (60 seg/min) (35.32 ft^3/m^3)$
4to. Nivel	$V_{EL} = (2.103 m^3/seg) (60 seg/min) (35.32 ft^3/m^3)$

2do. Nivel	$V_{EL} = 7193.890 (ft^3/min)$
3er. Nivel	$V_{EL} = 2287.299 (ft^3/min)$
4to. Nivel	$V_{EL} = 4498.839 (ft^3/min)$

Este flujo es solo para el acondicionamiento de aire, por lo que aún falta el que corresponde a los baños y al gimnasio, es decir, la cantidad de aire que se va a tirar, para que se garantice la presurización en la plataforma como ya se menciono en el Capitulo 2.0. El flujo para extracción en estos locales, se calcula de la siguiente manera:

$$V_{AE} = \frac{v N}{60}$$

Donde:

V_{AE} = Flujo de aire de extracción. (PCM)

v = Volumen del local. (ft^3)

N = Número de cambios/hora

60 = 60 min./hora

El valor de (N) se obtuvo del Manual de Procedimientos de Ingeniería de Diseño, de PEMEX. El volumen de aire para ventilación en baños es de 5 cambios por hora, este valor se empleará también en el gimnasio debido a que solamente se extraerá una cierta cantidad de aire y no el 100%, (de lo contrario se tendría que ocupar el que nos recomienda este manual que es de 12 cambios por hora), ya también cuenta con acondicionamiento de aire.

Primero se tendrá que calcular el volumen del local, este estará en m^3 , posteriormente se hará la conversión correspondiente a ft^3 , para que finalmente se puedan sustituir los valores en la expresión anterior. Entonces tenemos que:

Empezare con flujo volumétrico que se requiere para la ventilación y extracción del primer nivel. el cual tiene los siguientes locales: Lavandería y Taller.

Lavandería (20 cambios por hora);

$$v = (4.96) (6.1) (2.7) - (1.88^2) = (78.2 \text{ m}^3) (35.32 \text{ ft}^3/\text{m}^3) = 2760.5 \text{ ft}^3$$

$$V_{AE} = (2760.5) (20/60) = (920.16) (1.1) = 1012.18 \text{ (ft}^3/\text{min.)}$$

$$V_{AE} \approx 1012 \text{ PCM}$$

Taller (15 cambios por hora);

$$v = (4.30) (6.1) (2.7) = (70.821 \text{ m}^3) (35.32 \text{ ft}^3/\text{m}^3) = 2501.4 \text{ ft}^3$$

$$V_{AE} = (2501.4) (15/60) = (625.35) (1.1) = 687.88 \text{ (ft}^3/\text{min.)}$$

$$V_{AE} \approx 700 \text{ PCM}$$

Para el 2do. Nivel, se tienen los siguientes locales;

Baño (Habitación Médico)

$$v = (3.05) (1.7) (2.7) = (13.999 \text{ m}^3) (35.32 \text{ ft}^3/\text{m}^3) = 494.46 \text{ ft}^3$$

$$V_{AE} = (494.46) (5/60) = 41.205 \text{ (ft}^3/\text{min.)}$$

$$V_{AE} \approx 45 \text{ PCM}$$

Baño (Hombres)

$$v = [(3.05 \times 3.05) - (2 \times 1.22)] (2.7) = (18.528 \text{ m}^3) (35.32 \text{ ft}^3/\text{m}^3) = 654.43 \text{ ft}^3$$

$$V_{AE} = (654.43) (5/60) = 54.536 \text{ (ft}^3/\text{min.)}$$

$$V_{AE} \approx 55 \text{ PCM}$$

Para el 3er. Nivel, se tienen los siguientes locales;

Baño (Habitación Superintendente)

$$v = (3.05) (1.68) (2.7) = (13.8348 \text{ m}^3) (35.32 \text{ ft}^3/\text{m}^3) = 488.64 \text{ ft}^3$$

$$V_{AE} = (488.64) (5/60) = 40.72 \text{ (ft}^3/\text{min.)}$$

$$V_{AE} \approx 45 \text{ PCM}$$

Baño (Habitación Administrador)

$$v = (3.05) (1.68) (2.7) = (13.8348 \text{ m}^3) (35.32 \text{ ft}^3/\text{m}^3) = 488.64 \text{ ft}^3$$

$$V_{AE} = (488.64) (5/60) = 40.72 \text{ (ft}^3/\text{min.)}$$

$$V_{AE} \approx 45 \text{ PCM}$$

Baños (Generales)

$$v = (6.05) (6.10) (2.7) = (99.64 \text{ m}^3) (35.32 \text{ ft}^3/\text{m}^3) = 3519.41 \text{ ft}^3$$

$$V_{AE} = (3519.41) (5/60) = 293.28 \text{ (ft}^3/\text{min.)}$$

$$V_{AE} \approx 300 \text{ PCM}$$

Baños (Regaderas)

$$v = (4.10) (6.10) (2.7) = (67.527 \text{ m}^3) (35.32 \text{ ft}^3/\text{m}^3) = 2385.05 \text{ ft}^3$$

$$V_{AE} = (2385.05) (5/60) = 198.75 \text{ (ft}^3/\text{min.)}$$

$$V_{AE} \approx 200 \text{ PCM}$$

Baños (Habitación 306)

$$v = (3.05) (1.70) (2.7) = (13.999 \text{ m}^3) (35.32 \text{ ft}^3/\text{m}^3) = 494.46 \text{ ft}^3$$

$$V_{AE} = (494.46) (5/60) = 41.205 \text{ (ft}^3/\text{min.)}$$

$$V_{AE} \approx 45 \text{ PCM}$$

Baños (Habitación 308)

$$v = (3.05) (1.70) (2.7) = (13.999 \text{ m}^3) (35.32 \text{ ft}^3/\text{m}^3) = 494.46 \text{ ft}^3$$

$$V_{AE} = (494.46) (5/60) = 41.205 \text{ (ft}^3/\text{min.)}$$

$$V_{AE} \approx 45 \text{ PCM}$$

Baños (Habitación 310)

$$v = (3.05) (1.70) (2.7) = (13.999 \text{ m}^3) (35.32 \text{ ft}^3/\text{m}^3) = 494.46 \text{ ft}^3$$

$$V_{AE} = (41.2051) (5/60) = 41.205 \text{ (ft}^3/\text{min.)}$$

$$V_{AE} \approx 45 \text{ PCM}$$

Para el 4to. Nivel, se tienen los siguientes locales;

Baños (Generales)

$$v = (6.05) (6.10) (2.7) = (99.64 \text{ m}^3) (35.32 \text{ ft}^3/\text{m}^3) = 3519.41 \text{ ft}^3$$

$$V_{AE} = (3519.41) (5/60) = 293.284 \text{ (ft}^3/\text{min.)}$$

$$V_{AE} \approx 300 \text{ PCM}$$

Baños (Regaderas)

$$v = (4.10) (6.10) (2.7) = (67.537 \text{ m}^3) (35.32 \text{ ft}^3/\text{m}^3) = 2385.054 \text{ ft}^3$$

$$V_{AE} = (2385.054) (5/60) = 198.75 \text{ (ft}^3/\text{min.)}$$

$$V_{AE} \approx 200 \text{ PCM}$$

Gimnasio

$$v = (6.10) (4.60) (2.7) = (75.762 \text{ m}^3) (35.32 \text{ ft}^3/\text{m}^3) = 2675.91 \text{ ft}^3$$

$$V_{AE} = (2385.054) (5/60) = 222.993 \text{ (ft}^3/\text{min.)}$$

$$V_{AE} \approx 230 \text{ PCM}$$

Baño (Habitación 406)

$$v = (3.05) (1.7) (2.7) = (13.999 \text{ m}^3) (35.32 \text{ ft}^3/\text{m}^3) = 494.46 \text{ ft}^3$$

$$V_{AE} = (494.46) (5/60) = 41.205 \text{ (ft}^3/\text{min.)}$$

$$V_{AE} \approx 45 \text{ PCM}$$

Baño (Habitación 408)

$$v = (3.05) (1.7) (2.7) = (13.999 \text{ m}^3) (35.32 \text{ ft}^3/\text{m}^3) = 494.46 \text{ ft}^3$$

$$V_{AE} = (494.46) (5/60) = 41.205 \text{ (ft}^3/\text{min.)}$$

$$V_{AE} \approx 45 \text{ PCM}$$

Baño (Habitación 410)

$$v = (3.05) (1.7) (2.7) = (13.999 \text{ m}^3) (35.32 \text{ ft}^3/\text{m}^3) = 494.46 \text{ ft}^3$$

$$V_{AE} = (494.46) (5/60) = 41.205 \text{ (ft}^3/\text{min.)}$$

$$V_{AE} \approx 45 \text{ PCM}$$

El flujo total de aire que se extraerá, se obtiene sumando las cantidades anteriores por cada nivel y este flujo se representará por V_{TE} :

2do. Nivel

$$V_{TE} = 45 + 55$$

3er. Nivel

$$V_{TE} = (45 \times 5) + 300 + 200$$

4to. Nivel

$$V_{TE} = (45 \times 3) + 230 + 300 + 200$$

2do. Nivel	$V_{TE} = 100 \text{ PCM}$
3er. Nivel	$V_{TE} = 725 \text{ PCM}$
4to. Nivel	$V_{TE} = 865 \text{ PCM}$

Con estos datos y los calculados al inicio del capítulo, podemos obtener ahora sí el flujo volumétrico total para cada nivel.

Por lo que el flujo volumétrico total esta dado por la siguiente expresión:

$$V_T = V_{EL} + V_{TE}$$

Donde:

V_T = Es el flujo volumétrico total, (PCM)

Esta expresión será válida para este trabajo de tesis y algunos similares, ya que en el caso de que no se tenga extracción como en este proyecto, el calculo del flujo volumétrico se resumirá simplemente con la primer expresión de este capítulo.

Sustituyendo valores:

2do. Nivel	$V_T = 7193.890 + 100 \text{ PCM}$
3er. Nivel	$V_T = 2287.299 + 725 \text{ PCM}$
4to. Nivel	$V_T = 4498.839 + 865 \text{ PCM}$

2do. Nivel	$V_T = 7293.890 \text{ PCM}$
3er. Nivel	$V_T = 3012.299 \text{ PCM}$
4to. Nivel	$V_T = 5363.839 \text{ PCM}$

De igual forma que en el último tema del capítulo anterior, se aplica un factor de seguridad, para prever posibles fallas en el calculo y asegurar más aún la presurización, normalmente se le aumenta un 10% del flujo obtenido. A continuación se presenta el valor real del flujo volumétrico total:

2do. Nivel	$V_T = 7293.890 \times 1.1 = 8023.279 \text{ PCM}$
3er. Nivel	$V_T = 3012.299 \times 1.1 = 3313.530 \text{ PCM}$
4to. Nivel	$V_T = 5363.839 \times 1.1 = 5900.222 \text{ PCM}$

Para no poner decimales, se puede hacer una aproximación a un número entero, como se muestra a continuación:

2do. Nivel	$V_T \approx 8100 \text{ PCM}$
3er. Nivel	$V_T \approx 3500 \text{ PCM}$
4to. Nivel	$V_T \approx 6000 \text{ PCM}$

4.2. CALCULO DE AIRE POR LOCAL

Es importante conocer la cantidad de aire que se manejará en los conductos para poder llegar al cálculo de los mismos, tanto en principales como en ramales. En esta parte, se obtendrá la cantidad de aire para cada local y con esto se puede saber que cantidad de aire tienen los tramos del conducto principal.

Se pueden calcular los PCM requeridos para cada local utilizando la siguiente expresión:

$$V_L = \frac{Q_{SL}}{Q_{ST}} V_T$$

Donde:

V_L = Flujo volumétrico por local, (PCM)

Q_{SL} = Ganancia de calor sensible por local, (Watts)

Para iniciar el calculo, primero se restarán los PCM de extracción al flujo volumétrico total, ya que estos se agregarán a él o los locales correspondientes, garantizando de esta manera la mejor distribución de aire en los locales que no se tenga algún difusor de inyección, como son los baños.

Posteriormente, la cantidad de aire que se requiera en los pasillos, se dividirá entre el número de locales colindantes con ellos, para que este flujo se sume a los mismos, ya que todos los locales cuentan con rejillas de puerta que permiten la salida o entrada de aire en los mismos, como se podrá ver en los Planos (No. 6 al 10) del Apéndice B. Al final se muestra una tabla que resume los cálculos para la cantidad de aire que se suministrará por local.

Para el caso del 2do. Nivel, es necesario obtener primero la cantidad de aire que se requiere para el Mezanine y él mismo, para que se distribuya uniformemente el flujo en estos dos niveles.

$$\text{Mezanine} \quad V_L = \frac{18,735.54}{54,897.22} 8100$$

$$\text{2do. Nivel} \quad V_L = \frac{36,170.64}{54,897.22} 8100$$

$$\text{Mezanine} \quad V_L = 2700 \text{ PCM}$$

$$\text{2do. Nivel} \quad V_L = 5400 \text{ PCM}$$

En el Mezanine, este V_L es el mismo que el V_{EL} , por lo que estos PCM serán repartidos en el único local que se encuentra en él. Para el 2do. Nivel, este V_L representa el V_T para todo el nivel, por lo que estos PCM serán repartidos en todos los locales.

A continuación se presenta el flujo volumétrico para el enfriamiento en los locales para cada nivel, corregido:

2do. Nivel	$V_{EL} = 5400 - 110$
3er. Nivel	$V_{EL} = 3500 - 800$
4to. Nivel	$V_{EL} = 6000 - 700$
Mezanine	$V_{EL} = 2700 \text{ PCM}$
2do. Nivel	$V_{EL} = 5290 \text{ PCM}$
3er. Nivel	$V_{EL} = 2700 \text{ PCM}$
4to. Nivel	$V_{EL} = 5300 \text{ PCM}$

Ahora se obtendrá la cantidad de aire que se requiere para los pasillos dividida entre el número de locales, esta cantidad se sumará a los mismos, para que sean repartidos por ellos, mediante las rejillas de puerta, hacia los pasillos:

$$\text{2do. Nivel Pasillo ejes 2-3} \quad V_L = \frac{1,593.6}{36,170.64} 5290$$

$$V_L = 233.07 \text{ PCM}$$

Este procedimiento es el que se empleará para todos los locales, pero no se mostrarán todos los cálculos, solamente un resumen de esto en una tabla como ya lo mencione anteriormente. Este flujo se repartirá entre los locales colindantes al pasillo, entonces:

$$V_{LR} = \frac{V_L}{\text{Núm. de locales}}$$

Donde:

V_{LR} = Flujo de aire que se repartirá, (PCM)

Sustituyendo:

$$V_{LR} = 233.07 / 9$$

$$V_{LR} = 25.9 \text{ PCM}$$

Estos PCM, serán repartidos entre los locales siguientes: Sala de Proyección, Servicio Médico, Radio, Sala de Juntas y Superintendente (2 rejillas de puerta), Oficina

Seguridad, Oficina Mes, Oficina Operación e IMEDI y Cuarto de Control, Instrumentación y Seguridad.

$$\text{Caseta tel. y Pasillo ejes 4-5} \quad V_L = \frac{1,384.47}{36,170.64} 5290$$

$$V_L = 202.5 \text{ PCM}$$

$$V_{LR} = 202.5 / 1$$

$$V_{LR} = 202.5 \text{ PCM}$$

Estos PCM, serán repartidos por el Comedor. Además, este local suministrará los correspondientes al Baño (Hombres), por lo que se tienen que sumar ambos:

$$V_{LR} = 202.5 + 60.5$$

$$V_{LR} = 263.0 \text{ PCM}$$

$$\text{3er. Nivel Pasillo ejes 2-3} \quad V_L = \frac{398.901}{18,744.11} 2700$$

$$V_L = 57.46 \text{ PCM}$$

Además, estos locales suministrarán el 50% de los correspondientes a los; Baños (Regaderas) y Baños (Generales), por lo que se suman ambas cantidades de los baños con la del pasillo:

$$V_{LR} = 57.46 + 110 + 165$$

$$V_{LR} = 332.46 \text{ PCM}$$

$$V_{LR} = 332.46 / 9$$

$$V_{LR} = 36.94 \text{ PCM}$$

Estos PCM, serán repartidos entre los locales siguientes: Habitación 301, Habitación 303, Habitación 305, Habitación 307, Habitación 309, Habitación 311, Habitación 313, Habitación 315 y Habitación Superintendente.

$$\text{Pasillo ejes 4-5} \quad V_L = \frac{425.05}{18,744.11} 2700$$

$$V_L = 61.23 \text{ PCM}$$

Además, estos locales suministrarán el otro 50% de los correspondientes a los; Baños (Regaderas) y Baños (Generales), por lo que se suman ambas cantidades de los baños con la del pasillo:

$$V_{LR} = 61.23 + 110 + 165$$

$$V_{LR} = 336.23 \text{ PCM}$$

$$V_{LR} = 336.23 / 10$$

$$V_{LR} = 33.62 \text{ PCM}$$

Estos PCM, serán repartidos entre los locales siguientes: Habitación Administrador, Habitación 312 A, Habitación 302, Habitación 304, Habitación 306, Habitación 308, Habitación 310, Habitación 312, Habitación 314 y Habitación 316.

4to. Nivel Pasillo ejes 2-3 $V_L = \frac{1,550.05}{30,511.12} 5300$

$$V_L = 269.255 \text{ PCM}$$

Además, estos locales suministrarán el 50% de los correspondientes a los; Baños (Regaderas) y Baños (Generales), por lo que se suman ambas cantidades de los baños con el pasillo:

$$V_{LR} = 269.255 + 110 + 165$$

$$V_{LR} = 544.255 \text{ PCM}$$

$$V_{LR} = 544.255 / 8$$

$$V_{LR} = 68.03 \text{ PCM}$$

Estos PCM, serán repartidos entre los locales siguientes: Habitación 401, Habitación 403, Habitación 405, Habitación 407, Habitación 409, Habitación 411, Habitación 415 y Telecomunicaciones.

Pasillo ejes 4-5 $V_L = \frac{1,576.12}{30,511.12} 5300$

$$V_L = 273.79 \text{ PCM}$$

Además, estos locales suministrarán el otro 50% de los correspondientes a los; Baños (Regaderas) y Baños (Generales), por lo que se suman ambas cantidades de los baños con la del pasillo:

$$V_{LR} = 273.79 + 110 + 165$$

$$V_{LR} = 548.79 \text{ PCM}$$

$$V_{LR} = 548.79 / 9$$

$$V_{LR} = 60.98 \text{ PCM}$$

Estos PCM, serán repartidos entre los locales siguientes: Habitación 418, Habitación 402, Habitación 404, Habitación 406, Habitación 408, Habitación 410, Habitación 412, Habitación 414 y Habitación 416.

Los PCM correspondientes a los baños de cada habitación, se suministrarán mediante los difusores de inyección del mismo local, por lo que se sumarán a los obtenidos anteriormente, y ese será el valor del flujo de aire que se repartirá.

A continuación se muestra una tabla que resume los cálculos realizados para la cantidad de aire que será suministrada en cada local:

Nivel	Local	Q _{SL}	Q _{ST}	V _T	V _{LR}	V _L
Mezanine	Cuarto de control	18,735.54	18,735.54	2700	0	2700
	Total por Nivel					2700
2do.	Sala de Proyección	8,975.74	36,170.64	5290	25.9	1338
	Habitación Médico	1,136.97	36,170.64	5290	49.5	217
	Servicio Médico	1,220.16	36,170.64	5290	25.9	204
	Oficina Administrador	825.15	36,170.64	5290	0	120
	Radio	601.58	36,170.64	5290	25.9	114
	Sala de Juntas y Superint.	3,939.81	36,170.64	5290	51.8	628
	Oficina Seguridad	700.27	36,170.64	5290	25.9	128
	Oficina Mes	675.08	36,170.64	5290	25.9	125
	Oficina Operación e IMEDI	1,338.36	36,170.64	5290	25.9	222
	Cuarto: Control, Inst. y Seg.	2,312.69	36,170.64	5290	25.9	364
	Comedor	11,456.78	36,170.64	5290	263.0	1940
	Total por Nivel					5400
3er.	Habitación 301	10,66.943	18,744.11	2700	36.94	190
	Habitación 303	10,31.407	18,744.11	2700	36.94	185
	Habitación 305	10,31.407	18,744.11	2700	36.94	185
	Habitación 307	10,31.407	18,744.11	2700	36.94	185
	Habitación 309	8,71.557	18,744.11	2700	36.94	162
	Habitación 311	8,71.557	18,744.11	2700	36.94	162
	Habitación 313	8,71.557	18,744.11	2700	36.94	162
	Habitación 315	9,07.093	18,744.11	2700	36.94	170
	Habitación 312 A	8,23.068	18,744.11	2700	33.62	152

Nivel	Local	Q _{SL}	Q _{ST}	V _T	V _{LR}	V _L
	Habitación Superintendente	7,82.855	18,744.11	2700	36.94	200
	Habitación Administrador	7,82.855	18,744.11	2700	83.62	200
	Habitación 302	10,64.334	18,744.11	2700	33.62	187
	Habitación 304	10,28.798	18,744.11	2700	33.62	180
	Habitación 306	10,84.509	18,744.11	2700	83.62	240
	Habitación 308	10,84.509	18,744.11	2700	83.62	240
	Habitación 310	992.19	18,744.11	2700	83.62	225
	Habitación 312	852.86	18,744.11	2700	33.62	155
	Habitación 314	852.86	18,744.11	2700	33.62	155
	Habitación 316	8,88.396	18,744.11	2700	33.62	165
	Total por Nivel					3500
4to.	Habitación 401	1,601.29	30,511.12	5300	68.03	345
	Habitación 403	1,565.75	30,511.12	5300	68.03	340
	Habitación 405	1,565.75	30,511.12	5300	68.03	340
	Habitación 407	1,565.75	30,511.12	5300	68.03	340
	Habitación 409	14,05.904	30,511.12	5300	68.03	315
	Habitación 411	14,05.904	30,511.12	5300	68.03	315
	Telecomunicaciones	2,924.70	30,511.12	5300	136.07	645
	Gimnasio	19,19.947	30,511.12	5300	0	330
	Habitación 415	12,68.711	30,511.12	5300	68.03	290
	Habitación 418	12,68.711	30,511.12	5300	60.98	280
	Habitación 402	13,61.286	30,511.12	5300	60.98	300
	Habitación 404	1,325.75	30,511.12	5300	60.98	290
	Habitación 406	1,266.98	30,511.12	5300	110.98	330
	Habitación 408	1,266.98	30,511.12	5300	110.98	330
	Habitación 410	1,266.98	30,511.12	5300	110.98	330
	Habitación 412	1,325.75	30,511.12	5300	60.98	290
	Habitación 414	1,325.75	30,511.12	5300	60.98	290
	Habitación 416	13,61.286	30,511.12	5300	60.98	300
	Total por Nivel					6000

4.3. METODOS PARA EL DIMENCIONADO DE CONDUCTOS

Se utiliza un sistema de conductos para realizar la distribución del aire desde el equipo hasta el ó los locales a acondicionar, este es el objetivo principal del sistema. Para realizar el cálculo de los conductos es preciso tener en cuenta los factores prácticos y económicos, tanto como el espacio disponible para la colocación de los conductos.

Ya que si nos enfocáramos únicamente a lo económico podemos descuidar el nivel de ruido, vibraciones, pérdidas ó ganancias de calor, velocidad del aire, entre otras cosas. Como ejemplo de esto que mencione; sería, si tomamos velocidades altas tendrían menor costo en los conductos, pero necesitaríamos mayor energía en el ventilador y viceversa.

Los sistemas de inyección y retorno están clasificados de acuerdo a la velocidad y presión del aire que esta dentro del conducto.

Los sistemas de conductos se diseñan con la velocidad, y se dividen en dos tipos; de baja velocidad y de alta velocidad, y sin ocasionar grandes pérdidas de presión. Los sistemas de distribución de aire de acuerdo a la presión del mismo, se dividen en tres tipos, baja presión, media presión y alta presión.

Existen tablas con valores aceptables de velocidad y de presión, para evitar altos niveles de ruido, vibraciones ó grandes pérdidas por fricción. De manera general, tomando como referencia el Manual de Aire Acondicionado CARRIER, el valor para el acondicionamiento en locales comerciales normalmente es de: a) baja velocidad; entre 6 y 12 (m/s), b) alta velocidad; arriba de 12 (m/s). Este último, es el que se utilizará en este proyecto para los conductos de inyección.

Los sistemas de conductos de retorno de aire, se diseñan como de baja velocidad, para los conductos de inyección se puede emplear de baja o alta velocidad. Ya que si se ocuparán velocidades más elevadas en los conductos de retorno, se necesitarían amortiguadores de sonido. Para aplicaciones comerciales la velocidad esta entre 8 y 10 (m/s).

Los ventiladores deben suministrar adecuadamente la cantidad de aire y una presión estática un poco mayor a la resistencia total obtenida en el sistema de conductos.

Hay tres métodos para calcular el sistema de conductos. Estos son para baja velocidad por lo tanto se mencionaran de manera muy breve, ya que serán de gran ayuda para llegar al cálculo de alta velocidad. Es importante destacar que algunos de estos métodos se usan para los de alta velocidad. Estos tres métodos son: a) método de velocidad supuesta, b) método de caída de presión constante o de igual fricción, y c) método de recuperación estática.

a) Método de velocidad supuesta.- Como su nombre lo indica supone la velocidad en cada sección del conducto y se suman las pérdidas parciales para obtener la pérdida total. Una modificación de este método se conoce como de reducción de velocidad con el mismo procedimiento anterior, en el cual la velocidad establecida arbitrariamente se reduce a lo largo del conducto de igual forma.

Por lo cual se tiene la máxima velocidad a la salida del ventilador, y es reducida conforme a su recorrido por los ramales de salida. La presión estática del ventilador, se calcula con el conducto de mayor longitud, incluidos en este, los codos, acoplamientos y restricciones. Esto no quiere decir que necesariamente el más grande tendrá más pérdidas de carga, ya que influye el hecho de contar con más codos y acoplamientos aún siendo más cortos los conductos. Este método se usa solamente en sistemas muy sencillos, porque la precisión con la que cuenta dependerá de la experiencia del diseñador.

b) Método de caída de presión constante o de igual fricción.- En este método se mantiene constante la perdida por fricción al dimensionar los conductos. Las pérdidas de presión por

unidad de longitud deben mantenerse constantes en todo el recorrido del sistema. La velocidad del aire del conducto principal a la salida del ventilador se supone, y con esta velocidad se calcula la pérdida de presión.

Con esta forma de dimensionamiento de conductos, se reduce automáticamente la velocidad del aire en dirección del flujo. Este método es utilizado en conductos de inyección, extracción de aire y retorno.

c) Método de recuperación estática.- Con este método se tiene una recuperación estática gracias a la reducción de velocidad del conducto principal, en cada ramal o salida de inyección, de esta forma se disminuyen las pérdidas por fricción en la siguiente sección del conducto. Con esto la presión estática es la misma en cada boca de inyección y al inicio de cada ramal.

Normalmente en el diseño de conductos de alta velocidad se usan dos métodos de baja velocidad (recuperación estática y de presión constante), pero más aún el de recuperación estática, puesto que es muy parecida la forma de calcular los conductos de baja y alta velocidad. El aire tiene una velocidad inicial la cual es reducida en cada derivación y boca de inyección. Al reducir la velocidad de esta forma se obtiene un incremento en la presión estática el cual compensa la pérdida de carga en la siguiente sección del conducto.

Esta velocidad inicial del conducto principal va a depender del tiempo de trabajo del equipo (horas de funcionamiento). Por ejemplo si el equipo tiene que trabajar las 24 horas del día, se recomiendan velocidades menores, que cuando trabaja 12 horas, para conseguir un equilibrio económico entre precio de coste y de explotación. En caso de emplear una T cónica de 90° en lugar de una T de 90° en las derivaciones del punto principal, es recomendable una mayor velocidad inicial en el ramal.

Las velocidades recomendadas para los conductos de alta velocidad son las siguientes: principales 3000 ft/min (15 m/s) y ramales 2000 ft/min (10 m/s). Estas velocidades serán utilizadas en este trabajo de tesis.

Los conductos de alta velocidad son también conocidos como sistemas conductores. Estos sistemas están diseñados para manejar velocidades altas, reducir la fricción y el ruido. Por su forma son preferibles los conductos circulares a los conductos rectangulares. Los conductos son rolados con juntas herméticas o conductos de acero comercial o tubos de acero de bajo calibre soldados.

Es también muy importante mencionar los conductos flexibles, ya que para los ramales es más conveniente usarlos para poder localizar mejor los difusores del volumen variable, como se menciona en el Capítulo 2.0. Del conducto principal al ramal lleva conducto circular hasta llegar a la caja de volumen variable (unidad de control), de aquí sale el conducto flexible hasta la ubicación adecuada del difusor.

La pérdida de carga en este tipo de conductos es mayor que en los conductos circulares, pero se recomiendan por que son mucho más manejables. Para aumentar la

velocidad se reduce el tamaño de los conductos y se ocupan ventiladores de mayor potencia.

Los cálculos de los conductos en este proyecto, se realizarán con el ductulador como se observará posteriormente en el desarrollo de los mismos. El ductulador es patentado por The Trane Company; este es de gran utilidad, ya que con él se puede ahorrar bastante tiempo en el cálculo, este, contiene un resumen de las tablas y gráficos que se emplean para realizar los cálculos por este método, tomando como referencia el "ASHRAE Handbook of Fundamentals" de 1993, por lo que su empleo es confiable, ya que se fundamenta en la ecuación de continuidad y en la fórmula de Darcys.

Una vez que se ha dimensionado el conducto, entramos a los valores que se muestran en la "Tabla 15. Construcción Recomendada para Conducto Cilíndrico de Chapa Metálica", página 2-67 del Manual de Aire Acondicionado CARRIER, para verificar los refuerzos y el calibre para cada sección del conducto.

4.4. DISEÑO DE SISTEMAS DE CONDUCTOS

En este trabajo de tesis se diseñarán los conductos de alta velocidad, puesto que para el volumen variable es recomendable usar conductos circulares por que tienen mayor rigidez que los rectangulares.

En estos se manejan velocidades y presiones más elevadas que en los sistemas convencionales. De lo contrario, si no se tiene cuidado en el diseño, se pueden tener escapes de aire que originen niveles de ruido desagradables, es por eso que se recomienda este tipo de conductos.

En general se debe hacer un trazado de los conductos lo más directo posible, deben ser evitados cambios de dirección y vueltas muy agudas, además de no tener mucha desproporcionalidad en los conductos, es decir que deben ser lo más sencillo posible, de igual manera los difusores de inyección y rejillas de retorno tienen que ser situados de tal manera que proporcione la distribución de aire correcta y adecuadamente.

Para realizar el diseño de los conductos de esta plataforma, se siguieron los pasos del procedimiento que a continuación se presenta:

- 1).- Trazar un esquema del sistema de modo que facilite la distribución y construcción de los conductos.
- 2).- Seleccionar una velocidad en la sección inicial, de 2500 a 3000 ft/min, esta puede variar hasta 5000 ft/min, teniendo en cuenta que se puede originar demasiado ruido con estas velocidades.
- 3).- De acuerdo a la carga de enfriamiento que se obtuvo anteriormente, calcular el volumen de aire en PCM (ya que para la selección del equipo, los catálogos manejan estas

unidades), para cada salida de conducto, ramal, toma ó división de la plataforma, esto se realizó en el punto 2 de este mismo capítulo.

4).- Con la velocidad y la capacidad, entrar al ductulador para obtener el diámetro correspondiente y la caída de presión en cada sección del conducto principal.

5).- Determinar el tamaño de los conductos ramales de salida, utilizando las caídas de presión o velocidades adecuadas para el suministro de aire con la cantidad necesaria de la misma manera que en el punto anterior.

6).- Los conductos flexibles que se encuentran a las salidas de las cajas de volumen variable y que llegan al difusor de inyección, se seleccionan de acuerdo al diámetro de salida de la caja mencionada, en caso de que el difusor tenga un diámetro de entrada muy grande comparado con el de la caja, se utiliza una transformación.

7).- Realizar el mismo paso 4, cambiando la velocidad y la caída de presión, estas tienen que disminuir, ya que si se disminuye una, trae como consecuencia la reducción en la otra.

8).- Hacer el paso 5 nuevamente, cambiando también la velocidad y la caída de presión de igual forma que en el paso anterior, repitiendo estos pasos hasta terminar de dimensionar todo el sistema, incluidos los conductos principales y ramales.

9).- Determinar el calibre de la lámina para cada tramo de conducto, basándose en la "Tabla 15. Construcción Recomendada para Conducto Cilíndrico de Chapa Metálica" del Manual de Aire Acondicionado CARRIER, página 2-67.

10).- Obtener la pérdida por fricción equivalente, tanto en la inyección como en el retorno, que tiene que vencer el ventilador. Este último paso se podrá comprender mejor cuando se calcule, en el tema que se encuentra al final del capítulo.

Los pasos del 1 al 9, se podrán verificar en el dimensionado que se realizará en el tema siguiente, la presión estática que se obtendrá en el último tema del capítulo será la suficiente para equilibrar el sistema.

Para las dimensiones de los conductos existen también tablas en las cuales se recomienda una velocidad para una determinada capacidad, además también hay tablas en las que se obtienen las equivalencias de los conductos, es decir que se pueden ocupar conductos rectangulares o el equivalente en conductos circulares.

Estas equivalencias también se pueden encontrar con el ductulador conociendo el caudal y la velocidad de aire.

En el ductulador también podemos encontrar las pérdidas por fricción totales del conducto, en el sistema inglés se dan para un tramo de 100 ft de largo, y en el sistema métrico las pérdidas se están dadas por 1 metro de conducto.

4.5. DIMENSIONADO DE CONDUCTOS

En este tema se dan los cálculos de los conductos de inyección y de retorno, primero serán los de inyección, siguiendo el procedimiento antes mencionado. Como se dijo antes, las dimensiones de los mismos, dependen de la máxima velocidad del aire que se puede manejar sin ocasionar ruidos, vibraciones o grandes pérdidas de fricción.

A continuación se presentan los cálculos en donde:

- V = Velocidad del aire, (ft/min.)
- ϕ = Diámetro del conducto, (in)
- P_F = Pérdida por fricción, (in H_2O)
- in = Pulgadas, (")
- Cal. = Calibre de la lámina galvanizada

Como se pudo ver, el cálculo de la carga térmica del Mezanine y del Segundo Nivel se elaboró junto, por que lleva un equipo para los dos niveles, entonces:

El conducto principal lleva 8100 PCM;

$$V_T = 8100 \text{ PCM.} \quad V = 3000 \quad \phi = 23'' \quad P_F = 0.53 \quad \text{Cal.} = 22$$

En el Mezanine se dejan 2700 PCM;

$$V_T = 2700 \text{ PCM.} \quad V = 2300 \quad \phi = 15'' \quad P_F = 0.51 \quad \text{Cal.} = 22$$

Continuando con el Mezanine. Ramales: 2 iguales con 1350 PCM cada uno;

$$V_T = 1350 \text{ PCM.} \quad V = 1900 \quad \phi = 11'' \quad P_F = 0.48 \quad \text{Cal.} = 22$$

Una vez dimensionado el conducto principal con el ductulador como hasta ahora, los ramales se calculan de igual forma, los conductos tendrán dimensiones que posiblemente en el catalogo de cajas de volumen variable no se tengan en los diámetros standard, y tampoco en el de los difusores de inyección, esto se podrá verificar en los temas correspondientes.

El conducto flexible que va de la salida de la caja a la entrada del difusor, en todos los casos tendrá el diámetro de salida de la caja.

Continuando con el Segundo Nivel. Para este, tenemos el conducto principal con las siguiente características:

El conducto principal lleva 5400 PCM;

$$V_T = 5400 \text{ PCM.} \quad V = 2750 \quad \phi = 19'' \quad P_F = 0.51 \quad \text{Cal.} = 22$$

En el pasillo Ejes: 2-3, se parte en dos, para la distribución más adecuada. Una parte se ocupará para suministrar aire a los siguientes locales: Comedor, Oficina Mes y Oficina Operación e IMEDI. Como se aclaró anteriormente, el comedor suministrará al pasillo Ejes 3-4 y al Baño (Hombres). La otra parte del conducto acondicionará a los demás locales.

La primera sección del conducto principal lleva 2287 PCM;

$$V_T = 2287 \text{ PCM.} \quad V = 2300 \quad \phi = 14'' \quad P_F = 0.50 \quad \text{Cal.} = 22$$

Hasta llegar al primer ramal, el cual suministrará a dos locales: Oficina Mes y Oficina Operación e IMEDI.

El primer ramal lleva 347 PCM;

$$V_T = 347 \text{ PCM.} \quad V = 1400 \quad \phi = 7'' \quad P_F = 0.49 \quad \text{Cal.} = 24$$

Esta dimensión es solo para un tramo del conducto, ya que el cual se divide en dos partes, una para cada caja (por local).

Para el primer local (Oficina Mes), se llevan 125 PCM;

$$V_T = 125 \text{ PCM.} \quad V = 1100 \quad \phi = 5'' \quad P_F = 0.48 \quad \text{Cal.} = 24$$

Para el siguiente local (Oficina Operación e IMEDI), 222 PCM;

$$V_T = 222 \text{ PCM.} \quad V = 1250 \quad \phi = 6'' \quad P_F = 0.47 \quad \text{Cal.} = 24$$

Del primer al segundo ramal, el conducto principal lleva al Comedor 1940 PCM;

$$V_T = 1940 \text{ PCM.} \quad V = 2100 \quad \phi = 13'' \quad P_F = 0.49 \quad \text{Cal.} = 22$$

El segundo ramal lleva 646 PCM;

$$V_T = 646 \text{ PCM.} \quad V = 1600 \quad \phi = 9'' \quad P_F = 0.47 \quad \text{Cal.} = 22$$

El último ramal de esta parte del conducto lleva 1294 PCM;

$$V_T = 1294 \text{ PCM.} \quad V = 1900 \quad \phi = 11'' \quad P_F = 0.47 \quad \text{Cal.} = 22$$

La segunda parte del conducto principal se calculará a continuación. Esta parte suministrará a los locales restantes.

La segunda parte conducto principal lleva 3113 PCM;

$$V_T = 3113 \text{ PCM.} \quad V = 2400 \quad \phi = 16'' \quad P_F = 0.50 \quad \text{Cal.} = 22$$

Estas características son hasta llegar al primer ramal.

Este primer ramal del conducto suministrará a los locales: Sala de Proyección, Habitación Médico, Servicio Médico, Oficina Administración, Radio y Sala de Juntas y Superintendente.

El primer ramal lleva 2621 PCM;

$$V_T = 2621 \text{ PCM.} \quad V = 2250 \quad \phi = 15'' \quad P_F = 0.49 \quad \text{Cal.} = 22$$

Este tramo del conducto es hasta su primer derivación, la cual suministra a la Sala de Proyección.

Esta primer derivación lleva 1338 PCM;

$$V_T = 1338 \text{ PCM.} \quad V = 1900 \quad \phi = 11'' \quad P_F = 0.48 \quad \text{Cal.} = 22$$

Continuando con la segunda parte de este ramal, (de la primer a la segunda derivación), se tiene que para:

La segunda parte del ramal lleva 1283 PCM;

$$V_T = 1283 \text{ PCM.} \quad V = 1900 \quad \phi = 11'' \quad P_F = 0.48 \quad \text{Cal.} = 22$$

Para la segunda derivación (Habitación Médico), se llevan 217 PCM;

$$V_T = 217 \text{ PCM.} \quad V = 1250 \quad \phi = 6'' \quad P_F = 0.47 \quad \text{Cal.} = 24$$

Siguiendo con la tercer parte del ramal, que va de la segunda hasta la tercera derivación, la cual servirá para suministrar a Servicio Médico.

La tercer parte del ramal lleva 1066 PCM;

$$V_T = 1066 \text{ PCM.} \quad V = 1800 \quad \phi = 11'' \quad P_F = 0.47 \quad \text{Cal.} = 22$$

Para la tercer derivación (Servicio Médico), se llevan 204 PCM;

$$V_T = 204 \text{ PCM.} \quad V = 1200 \quad \phi = 6'' \quad P_F = 0.46 \quad \text{Cal.} = 24$$

Continuando con la cuarta parte del ramal, que va de la tercera hasta la cuarta derivación, la cual servirá para suministrar a la Oficina Administrador.

La cuarta parte del ramal lleva 862 PCM;

$$V_T = 862 \text{ PCM.} \quad V = 1700 \quad \phi = 10'' \quad P_F = 0.46 \quad \text{Cal.} = 22$$

Para la cuarta derivación (Oficina Administrador), se llevan 120 PCM;

$$V_T = 120 \text{ PCM.} \quad V = 1100 \quad \phi = 6'' \quad P_F = 0.45 \quad \text{Cal.} = 24$$

Este diámetro es hasta después de la quinta derivación.

Para la quinta derivación (Radio), se llevan 114 PCM;

$$V_T = 114 \text{ PCM.} \quad V = 1100 \quad \phi = 6'' \quad P_F = 0.45 \quad \text{Cal.} = 24$$

Continuando con la última parte del ramal (quinta), que va de la quinta a la sexta derivación, la cual servirá para suministrar a la Sala de Juntas y Superintendente. La quinta parte del ramal lleva 628 PCM;

$$V_T = 628 \text{ PCM.} \quad V = 1600 \quad \phi = 9'' \quad P_F = 0.45 \quad \text{Cal.} = 22$$

Para la sexta derivación (Sala de Juntas y Superintendente), se llevan 314 PCM;

$$V_T = 314 \text{ PCM.} \quad V = 1300 \quad \phi = 7'' \quad P_F = 0.44 \quad \text{Cal.} = 24$$

Para la séptima derivación (Sala de Juntas y Superintendente), se llevan 314 PCM;

$$V_T = 314 \text{ PCM.} \quad V = 1300 \quad \phi = 7'' \quad P_F = 0.44 \quad \text{Cal.} = 24$$

Para concluir el cálculo en este Nivel, terminare con la segunda parte del conducto principal, el cual va del primer al segundo ramal, este suministrará a los dos locales restantes: Oficina de Seguridad y Cuatro de Control, Instrumentos y Seguridad.

La segunda parte del conducto principal lleva 492 PCM;

$$V_T = 492 \text{ PCM.} \quad V = 1600 \quad \phi = 8'' \quad P_F = 0.49 \quad \text{Cal.} = 24$$

La primer derivación (Oficina de Seguridad), lleva 128 PCM;

$$V_T = 128 \text{ PCM.} \quad V = 1100 \quad \phi = 6'' \quad P_F = 0.48 \quad \text{Cal.} = 24$$

La segunda derivación (Cuatro de Control, Instrumentos y Seguridad), lleva 364 PCM;

$$V_T = 364 \text{ PCM.} \quad V = 1400 \quad \phi = 7'' \quad P_F = 0.48 \quad \text{Cal.} = 24$$

A continuación se muestran los cálculos para el Tercer Nivel. Los diámetros de los conductos son los siguientes:

El conducto principal a la salida del equipo conduce 3500 PCM;

$$V_T = 3500 \text{ PCM.} \quad V = 3000 \quad \phi = 15'' \quad P_F = 0.85 \quad \text{Cal.} = 22$$

El conducto tiene cuatro ramales con derivaciones para la mejor distribución de aire. El primer ramal suministrará a cuatro locales, estos son: Habitación 301, 303, 305, 307.

El primer ramal del conducto principal conduce 745 PCM;

$$V_T = 745 \text{ PCM.} \quad V = 2000 \quad \phi = 8'' \quad P_F = 0.80 \quad \text{Cal.} = 24$$

La primer derivación (Habitación 307), lleva 185 PCM;

$$V_T = 185 \text{ PCM.} \quad V = 1000 \quad \phi = 6'' \quad P_F = 0.30 \quad \text{Cal.} = 24$$

El segundo tramo del primer ramal conduce 560 PCM;

$$V_T = 560 \text{ PCM.} \quad V = 1900 \quad \phi = 8'' \quad P_F = 0.79 \quad \text{Cal.} = 24$$

La segunda derivación (Habitación 305), lleva 185 PCM;

$$V_T = 185 \text{ PCM.} \quad V = 1000 \quad \phi = 6'' \quad P_F = 0.30 \quad \text{Cal.} = 24$$

El tercer tramo del primer ramal conduce 375 PCM;

$$V_T = 375 \text{ PCM.} \quad V = 1800 \quad \phi = 6'' \quad P_F = 0.78 \quad \text{Cal.} = 24$$

La tercer derivación (Habitación 303), lleva 185 PCM;

$$V_T = 185 \text{ PCM.} \quad V = 1000 \quad \phi = 6'' \quad P_F = 0.30 \quad \text{Cal.} = 24$$

La cuarta derivación (Habitación 301), lleva 190 PCM;

$$V_T = 190 \text{ PCM.} \quad V = 1000 \quad \phi = 6'' \quad P_F = 0.30 \quad \text{Cal.} = 24$$

Entonces el conducto principal después del primer ramal sigue con 2755 PCM;

$$V_T = 2755 \text{ PCM.} \quad V = 2900 \quad \phi = 14'' \quad P_F = 0.84 \quad \text{Cal.} = 22$$

Este diámetro es hasta el segundo ramal, el cual también tiene cuatro derivaciones. Este ramal suministrará a cuatro locales, estos son: Habitación 309, 311, 313, 315.

El segundo ramal conduce 656 PCM;

$$V_T = 656 \text{ PCM.} \quad V = 2000 \quad \phi = 8'' \quad P_F = 0.65 \quad \text{Cal.} = 24$$

La primer derivación (Habitación 309), lleva 162 PCM;

$$V_T = 162 \text{ PCM.} \quad V = 1000 \quad \phi = 6'' \quad P_F = 0.30 \quad \text{Cal.} = 24$$

El segundo tramo del segundo ramal conduce 494 PCM;

$$V_T = 494 \text{ PCM.} \quad V = 1600 \quad \phi = 8'' \quad P_F = 0.50 \quad \text{Cal.} = 24$$

La segunda derivación (Habitación 311), también lleva 162 PCM;

$$V_T = 162 \text{ PCM.} \quad V = 1000 \quad \phi = 6'' \quad P_F = 0.30 \quad \text{Cal.} = 24$$

El tercer tramo del segundo ramal conduce 332 PCM;

$$V_T = 332 \text{ PCM.} \quad V = 1300 \quad \phi = 7'' \quad P_F = 0.40 \quad \text{Cal.} = 24$$

La tercera derivación (Habitación 313), también lleva 162 PCM;

$$V_T = 162 \text{ PCM.} \quad V = 1000 \quad \phi = 6'' \quad P_F = 0.30 \quad \text{Cal.} = 24$$

La cuarta derivación (Habitación 315), lleva 170 PCM;

$$V_T = 170 \text{ PCM.} \quad V = 1000 \quad \phi = 6'' \quad P_F = 0.30 \quad \text{Cal.} = 24$$

El conducto principal sigue después del segundo ramal con 2099 PCM;

$$V_T = 2099 \text{ PCM.} \quad V = 2600 \quad \phi = 12'' \quad P_F = 0.83 \quad \text{Cal.} = 22$$

Este diámetro es hasta el tercer ramal, el cual también tiene tres derivaciones. Este ramal suministrará a tres locales, estos son: Habitación 312A, Habitación Superintendente y Habitación Administrador. El tercer ramal lleva 552 PCM;

$$V_T = 552 \text{ PCM.} \quad V = 1900 \quad \phi = 7'' \quad P_F = 0.80 \quad \text{Cal.} = 24$$

Su primera derivación (Habitación 312A), conduce 152 PCM;

$$V_T = 152 \text{ PCM.} \quad V = 1000 \quad \phi = 6'' \quad P_F = 0.30 \quad \text{Cal.} = 24$$

El segundo tramo del tercer ramal continúa con 400 PCM;

$$V_T = 400 \text{ PCM.} \quad V = 1500 \quad \phi = 7'' \quad P_F = 0.55 \quad \text{Cal.} = 24$$

La segunda derivación (Habitación Superintendente), conduce 200 PCM;

$$V_T = 200 \text{ PCM.} \quad V = 1000 \quad \phi = 6'' \quad P_F = 0.30 \quad \text{Cal.} = 24$$

La tercer derivación (Habitación Administrador), conduce 200 PCM;

$$V_T = 200 \text{ PCM.} \quad V = 1000 \quad \phi = 6'' \quad P_F = 0.30 \quad \text{Cal.} = 24$$

El conducto principal después del tercer ramal sigue con 1547 PCM;

$$V_T = 1547 \text{ PCM.} \quad V = 2400 \quad \phi = 11'' \quad P_F = 0.70 \quad \text{Cal.} = 22$$

Este diámetro es hasta el cuarto ramal, el cual también tiene cinco derivaciones. Este ramal suministrará a cinco locales, estos son: Habitación 310, 308, 306, 304, 302.

El cuarto ramal lleva 1072 PCM;

$$V_T = 1072 \text{ PCM.} \quad V = 1900 \quad \phi = 10'' \quad P_F = 0.60 \quad \text{Cal.} = 22$$

Su primera derivación (Habitación 310), conduce 225 PCM;

$$V_T = 225 \text{ PCM.} \quad V = 1150 \quad \phi = 6'' \quad P_F = 0.38 \quad \text{Cal.} = 24$$

El segundo tramo del cuarto ramal conduce 847 PCM;

$$V_T = 847 \text{ PCM.} \quad V = 1850 \quad \phi = 9'' \quad P_F = 0.58 \quad \text{Cal.} = 22$$

La segunda derivación (Habitación 308), conduce 240 PCM;

$$V_T = 240 \text{ PCM.} \quad V = 1200 \quad \phi = 6'' \quad P_F = 0.44 \quad \text{Cal.} = 24$$

El tercer tramo del cuarto ramal conduce 607 PCM;

$$V_T = 607 \text{ PCM.} \quad V = 1700 \quad \phi = 8'' \quad P_F = 0.57 \quad \text{Cal.} = 24$$

La tercer derivación (Habitación 306), conduce 240 PCM;

$$V_T = 240 \text{ PCM.} \quad V = 1200 \quad \phi = 6'' \quad P_F = 0.44 \quad \text{Cal.} = 24$$

El cuarto tramo del cuarto ramal conduce 367 PCM;

$$V_T = 367 \text{ PCM.} \quad V = 1400 \quad \phi = 7'' \quad P_F = 0.46 \quad \text{Cal.} = 24$$

La cuarta derivación (Habitación 304), conduce 180 PCM;

$$V_T = 180 \text{ PCM.} \quad V = 900 \quad \phi = 6'' \quad P_F = 0.25 \quad \text{Cal.} = 24$$

La quinta derivación conduce los últimos 187 PCM;

$$V_T = 187 \text{ PCM.} \quad V = 950 \quad \phi = 6'' \quad P_F = 0.28 \quad \text{Cal.} = 24$$

Por último, el conducto principal suministra los tres locales restantes, estos son: Habitación 312, 314, 316.

El conducto principal sigue después del cuarto ramal con 475 PCM;

$$V_T = 475 \text{ PCM.} \quad V = 1800 \quad \phi = 7'' \quad P_F = 0.69 \quad \text{Cal.} = 24$$

Este diámetro es hasta la primer derivación. Este conducto tiene tres derivaciones, que suministrarán a tres locales antes mencionados.

En la primera derivación (Habitación 312), se llevan 155 PCM;

$$V_T = 155 \text{ PCM.} \quad V = 800 \quad \phi = 6'' \quad P_F = 0.20 \quad \text{Cal.} = 24$$

El segundo tramo del conducto principal, continúa con 320 PCM;

$$V_T = 320 \text{ PCM.} \quad V = 1600 \quad \phi = 6'' \quad P_F = 0.68 \quad \text{Cal.} = 24$$

La segunda derivación (Habitación 314), conduce otros 155 PCM;

$$V_T = 155 \text{ PCM.} \quad V = 800 \quad \phi = 6'' \quad P_F = 0.20 \quad \text{Cal.} = 24$$

En la tercera y última derivación (Habitación 316), quedan los 165 PCM restantes;

$$V_T = 165 \text{ PCM.} \quad V = 850 \quad \phi = 6'' \quad P_F = 0.21 \quad \text{Cal.} = 24$$

Por último, se muestran los cálculos para el Cuarto Nivel. Los diámetros de los conductos son los siguientes:

El conducto principal a la salida del equipo conduce 6000 PCM;

$$V_T = 6000 \text{ PCM.} \quad V = 3000 \quad \phi = 19'' \quad P_F = 0.62 \quad \text{Cal.} = 22$$

El conducto tiene siete ramales con derivaciones para la mejor distribución de aire. El primer ramal suministrará a tres locales, estos son: Habitación 401, 403, 405.

El primer ramal del conducto principal conduce 1025 PCM;

$$V_T = 1025 \text{ PCM.} \quad V = 1900 \quad \phi = 10'' \quad P_F = 0.55 \quad \text{Cal.} = 22$$

La primer derivación (Habitación 405), lleva 340 PCM;

$$V_T = 340 \text{ PCM.} \quad V = 1300 \quad \phi = 7'' \quad P_F = 0.40 \quad \text{Cal.} = 24$$

El segundo tramo del primer ramal conduce 685 PCM;

$$V_T = 685 \text{ PCM.} \quad V = 1600 \quad \phi = 9'' \quad P_F = 0.42 \quad \text{Cal.} = 22$$

La segunda derivación (Habitación 403), lleva 340 PCM;

$$V_T = 340 \text{ PCM.} \quad V = 1300 \quad \phi = 7'' \quad P_F = 0.40 \quad \text{Cal.} = 24$$

La tercer derivación (Habitación 401), lleva 345 PCM;

$$V_T = 345 \text{ PCM.} \quad V = 1310 \quad \phi = 7'' \quad P_F = 0.41 \quad \text{Cal.} = 24$$

Entonces el conducto principal después del primer ramal sigue con 4975 PCM;

$$V_T = 4975 \text{ PCM.} \quad V = 2750 \quad \phi = 18'' \quad P_F = 0.56 \quad \text{Cal.} = 22$$

Este diámetro es hasta el segundo ramal, este ramal suministrará solamente a la Habitación 407.

El segundo ramal conduce 340 PCM;

$$V_T = 340 \text{ PCM.} \quad V = 1300 \quad \phi = 7'' \quad P_F = 0.40 \quad \text{Cal.} = 24$$

El conducto principal después del segundo ramal sigue con 4635 PCM;

$$V_T = 4635 \text{ PCM.} \quad V = 2600 \quad \phi = 18'' \quad P_F = 0.50 \quad \text{Cal.} = 22$$

Este diámetro es hasta el tercer ramal, el cual suministrará solamente a la Habitación 409.

El tercer ramal conduce 315 PCM;

$$V_T = 315 \text{ PCM.} \quad V = 1200 \quad \phi = 7'' \quad P_F = 0.36 \quad \text{Cal.} = 24$$

El conducto principal después del tercer ramal sigue con 4320 PCM;

$$V_T = 4320 \text{ PCM.} \quad V = 2500 \quad \phi = 17\frac{1}{2}'' \quad P_F = 0.49 \quad \text{Cal.} = 22$$

Este diámetro es hasta el cuarto ramal, el cual suministrará a dos locales, estos son: la Habitación 411 y Telecomunicaciones.

El cuatro ramal conduce 960 PCM;

$$V_T = 960 \text{ PCM.} \quad V = 1750 \quad \phi = 10'' \quad P_F = 0.47 \quad \text{Cal.} = 22$$

La primer derivación (Habitación 411), lleva 315 PCM;

$$V_T = 315 \text{ PCM.} \quad V = 1200 \quad \phi = 7'' \quad P_F = 0.32 \quad \text{Cal.} = 24$$

La segunda derivación (Telecomunicaciones), lleva 645 PCM;

$$V_T = 645 \text{ PCM.} \quad V = 1450 \quad \phi = 9'' \quad P_F = 0.38 \quad \text{Cal.} = 22$$

El conducto principal sigue después del cuarto ramal con 3360 PCM;

$$V_T = 3360 \text{ PCM.} \quad V = 2400 \quad \phi = 16'' \quad P_F = 0.48 \quad \text{Cal.} = 22$$

Este diámetro es hasta el quinto ramal, el cual tiene tres derivaciones. Este ramal suministrará a tres locales, estos son: Gimnasio, Habitación 415 y Habitación 418.

El quinto ramal lleva 900 PCM;

$$V_T = 900 \text{ PCM.} \quad V = 1650 \quad \phi = 10'' \quad P_F = 0.42 \quad \text{Cal.} = 22$$

Su primera derivación (Gimnasio), conduce 330 PCM;

$$V_T = 330 \text{ PCM.} \quad V = 1250 \quad \phi = 7'' \quad P_F = 0.36 \quad \text{Cal.} = 24$$

El segundo tramo del quinto ramal continúa con 570 PCM;

$$V_T = 570 \text{ PCM.} \quad V = 1450 \quad \phi = 8\frac{1}{2}'' \quad P_F = 0.39 \quad \text{Cal.} = 22$$

La segunda derivación (Habitación 418), lleva 280 PCM;

$$V_T = 280 \text{ PCM.} \quad V = 1100 \quad \phi = 7'' \quad P_F = 0.28 \quad \text{Cal.} = 24$$

La tercer derivación (Habitación 415), lleva 290 PCM;

$$V_T = 290 \text{ PCM.} \quad V = 1050 \quad \phi = 7'' \quad P_F = 0.27 \quad \text{Cal.} = 24$$

El conducto principal después del quinto ramal sigue con 2460 PCM;

$$V_T = 2460 \text{ PCM.} \quad V = 2200 \quad \phi = 14\frac{1}{2}'' \quad P_F = 0.44 \quad \text{Cal.} = 22$$

Este diámetro es hasta el sexto ramal, el cual también tiene tres derivaciones. Este ramal suministrará a tres locales, los cuales son: Habitación 412, 414, 416.

El sexto ramal lleva 880 PCM;

$$V_T = 880 \text{ PCM.} \quad V = 1600 \quad \phi = 10'' \quad P_F = 0.41 \quad \text{Cal.} = 22$$

Su primera derivación (Habitación 412), conduce 290 PCM;

$$V_T = 290 \text{ PCM.} \quad V = 1050 \quad \phi = 7'' \quad P_F = 0.27 \quad \text{Cal.} = 24$$

El segundo tramo del sexto ramal conduce 590 PCM;

$$V_T = 590 \text{ PCM.} \quad V = 1350 \quad \phi = 9'' \quad P_F = 0.32 \quad \text{Cal.} = 22$$

La segunda derivación (Habitación 414), conduce 290 PCM;

$$V_T = 290 \text{ PCM.} \quad V = 1050 \quad \phi = 7'' \quad P_F = 0.27 \quad \text{Cal.} = 24$$

La tercer derivación (Habitación 416), conduce 300 PCM;

$$V_T = 300 \text{ PCM.} \quad V = 1100 \quad \phi = 7'' \quad P_F = 0.30 \quad \text{Cal.} = 24$$

Por último, el conducto principal termina una o dos pulgadas después del sexto ramal, ya que para manejar los PCM restantes con una caída de presión menor a la que se tiene en la sección anterior, se obtiene una velocidad muy baja que no corresponde a los conductos principales de alta velocidad, por lo que se considera como ramal.

El séptimo ramal continúa su recorrido con cinco derivaciones, este suministra los locales restantes, que son: Habitación 402, 404, 406, 408 y 410.

El séptimo ramal sigue después del sexto, con 1580 PCM;

$$V_T = 1580 \text{ PCM.} \quad V = 1850 \quad \phi = 12\frac{1}{2}'' \quad P_F = 0.40 \quad \text{Cal.} = 22$$

Este diámetro es hasta la primer derivación.

En la primera derivación (Habitación 410), se llevan 330 PCM;

$$V_T = 330 \text{ PCM.} \quad V = 1250 \quad \phi = 7'' \quad P_F = 0.36 \quad \text{Cal.} = 24$$

El segundo tramo del séptimo ramal, continúa con 1250 PCM;

$$V_T = 1250 \text{ PCM.} \quad V = 1700 \quad \phi = 11\frac{1}{2}'' \quad P_F = 0.38 \quad \text{Cal.} = 22$$

La segunda derivación (Habitación 408), conduce otros 330 PCM;

$$V_T = 330 \text{ PCM.} \quad V = 1250 \quad \phi = 7'' \quad P_F = 0.36 \quad \text{Cal.} = 24$$

El tercer tramo del séptimo ramal, continúa con 920 PCM;

$$V_T = 920 \text{ PCM.} \quad V = 1600 \quad \phi = 10\frac{1}{2}'' \quad P_F = 0.37 \quad \text{Cal.} = 22$$

La tercer derivación (Habitación 406), conduce otros 330 PCM;

$$V_T = 330 \text{ PCM.} \quad V = 1250 \quad \phi = 7'' \quad P_F = 0.36 \quad \text{Cal.} = 24$$

El cuarto tramo del séptimo ramal, continúa con 590 PCM;

$$V_T = 590 \text{ PCM.} \quad V = 1350 \quad \phi = 9'' \quad P_F = 0.31 \quad \text{Cal.} = 22$$

La cuarta derivación (Habitación 404), lleva 290 PCM;

$$V_T = 290 \text{ PCM.} \quad V = 1050 \quad \phi = 7'' \quad P_F = 0.27 \quad \text{Cal.} = 24$$

La quinta y última derivación (Habitación 402), lleva 300 PCM;

$$V_T = 300 \text{ PCM.} \quad V = 1100 \quad \phi = 7'' \quad P_F = 0.30 \quad \text{Cal.} = 24$$

Ahora continuare los cálculos con los conductos de retorno, estos se calcularán con el método de igual fricción, en los cuales se tienen los siguientes datos.

Los conductos de retorno tendrán una pérdida por fricción constante, la cual es de 0.45 (in H₂O) para todos los niveles, por lo que en esta parte se omitirá este dato en los resultados, únicamente aparecerán cuatro de los cinco que se mostraron en los de inyección.

El volumen de aire del Mezanine que se regresara al equipo, será del 85%, o sea 2295 PCM \approx 2300 PCM.

Entonces 2300 PCM con 3 rejillas de retorno, 766.66 PCM por rejilla \approx 770 PCM.

En la primer rejilla se regresan 770 PCM;

$$V_T = 770 \text{ PCM.} \quad V = 1600 \quad \phi = 9'' \quad \text{Cal.} = 22$$

Al inicio de la segunda rejilla se tendrán \approx 1540 PCM;

$$V_T = 1540 \text{ PCM.} \quad V = 1950 \quad \phi = 12'' \quad \text{Cal.} = 22$$

Y al inicio de la tercera rejilla se tendrán 2300 PCM;

$$V_T = 2300 \text{ PCM.} \quad V = 2100 \quad \phi = 14'' \quad \text{Cal.} = 22$$

Este diámetro es hasta llegar a la intersección con el conducto de retorno del Segundo Nivel.

Continuando con los conductos de retorno para el Segundo Nivel, se empezará de atrás para adelante, es decir que del conducto más alejado al equipo hasta llegar a él.

Este conducto estará en dos partes, la primera retornará el aire del comedor y pasillo Ejes 4-5 y se interceptaran en el pasillo que se encuentra ubicado entre los pasillos Ejes 2-3 y 4-5 que baja al Mezanine para recoger los PCM de aquí y llegar del equipo.

Empezaremos con el comedor, se retornará el 85%, es decir 1424 PCM entre 4 rejillas, o sea \approx 356 PCM cada una.

En la primera rejilla del primer ramal del comedor se tienen 356 PCM;

$$V_T = 356 \text{ PCM.} \quad V = 1300 \quad \phi = 7'' \quad \text{Cal.} = 24$$

Al inicio de la segunda rejilla 712 PCM;

$$V_T = 712 \text{ PCM.} \quad V = 1600 \quad \phi = 9'' \quad \text{Cal.} = 22$$

Puesto que el segundo ramal, cuenta con la misma capacidad, entonces será igual al primero hasta un poco antes de su intersección, ya que ahí si se llevaran los 1424 PCM. Por lo que se tiene entonces:

En la primera rejilla del segundo ramal del comedor se tienen 356 PCM;

$$V_T = 356 \text{ PCM.} \quad V = 1300 \quad \phi = 7'' \quad \text{Cal.} = 24$$

Al inicio de la segunda rejilla 712 PCM;

$$V_T = 712 \text{ PCM.} \quad V = 1600 \quad \phi = 9'' \quad \text{Cal.} = 22$$

En el conducto principal antes de la intersección se tienen 1424 PCM;

$$V_T = 1424 \text{ PCM.} \quad V = 1800 \quad \phi = 12'' \quad \text{Cal.} = 22$$

La siguiente sección de esta parte del conducto se encuentra en el pasillo Ejes 4-5 con una rejilla de retorno.

En este conducto se retornarán 172 PCM;

$$V_T = 172 \text{ PCM.} \quad V = 900 \quad \phi = 6'' \quad \text{Cal.} = 24$$

La rejilla de retorno esta casi al final del pasillo para que se arrastre con más facilidad el aire a lo largo de él, de lo contrario es posible que no se acondicione bien.

Para complementar el dimensionamiento de la primer parte del conducto, se sumará los PCM del Comedor con los del Pasillo, en total son ≈ 1600 PCM. El diámetro estará antes de la intersección del ramal del pasillo con este.

En esta primer parte del conducto se retornarán 1600 PCM;

$$V_T = 1600 \text{ PCM.} \quad V = 1700 \quad \phi = 13'' \quad \text{Cal.} = 22$$

La segunda parte del conducto, a su vez se divide en dos ramales que se reparten a lo largo del pasillo Ejes 2-3, los cuales tienen una derivación cada uno. Iniciando con las tres rejillas de retorno que se encuentran en la Sala de Proyección.

Entonces tenemos $(1313 \times 0.85) \approx 1116$ PCM entre tres rejillas; por lo que son 372 PCM para cada una.

La primer rejilla de la primer derivación regresa 372 PCM;

$$V_T = 372 \text{ PCM.} \quad V = 1600 \quad \phi = 7'' \quad \text{Cal.} = 24$$

En la segunda rejilla de esta derivación se llevan 744 PCM;

$$V_T = 744 \text{ PCM.} \quad V = 1700 \quad \phi = 9'' \quad \text{Cal.} = 22$$

Del otro lado, en la otra parte de esta derivación se tiene una rejilla con 372 PCM;

$$V_T = 372 \text{ PCM.} \quad V = 1600 \quad \phi = 7'' \quad \text{Cal.} = 24$$

Y antes de la intersección de estas dos partes de la primer derivación del conducto, se tiene lo siguiente:

En la primer derivación se llevan 1116 PCM;

$$V_T = 1116 \text{ PCM.} \quad V = 1600 \quad \phi = 11'' \quad \text{Cal.} = 22$$

Este se une con el primer ramal (de la segunda parte del conducto), que está a lo largo del pasillo Ejes 2-3, el cual tiene dos rejillas al igual que el segundo ramal del mismo. Estos ramales retornan 1492 PCM entre los dos, con cuatro rejillas de retorno, es decir que en cada una ≈ 373 PCM.

La primer rejilla de la primer parte del ramal entonces lleva 373 PCM;

$$V_T = 373 \text{ PCM.} \quad V = 1400 \quad \phi = 7'' \quad \text{Cal.} = 24$$

Esta parte del conducto aumenta su diámetro para $1116 + 373 = 1489$ PCM, en la segunda parte de este ramal, un poco antes de la intersección con el que retorna el aire de la Sala de Proyección.

En la segunda parte de este ramal antes de la intersección, lleva 1489 PCM;

$$V_T = 1489 \text{ PCM.} \quad V = 1900 \quad \phi = 12'' \quad \text{Cal.} = 22$$

Este diámetro esta un poco antes de llegar a la segunda rejilla de este primer ramal, entonces para este tercer tramo del ramal lleva $(373 + 1489) = 1862$ PCM.

En la segunda rejilla este ramal, lleva 1862 PCM;

$$V_T = 1862 \text{ PCM.} \quad V = 2000 \quad \phi = 13'' \quad \text{Cal.} = 22$$

El segundo ramal de la segunda parte del conducto, estará del otro lado del pasillo Ejes 2-3. Este, tiene dos rejillas de retorno y una derivación con una rejilla para el Servicio Médico y Habitación Médico.

Primero calcularemos la derivación de este ramal, la cual lleva 294 PCM, 142 de la Habitación Médico, más 152 del Servicio Médico.

En la derivación de este ramal, se llevan 294 PCM;

$$V_T = 294 \text{ PCM.} \quad V = 1050 \quad \phi = 7'' \quad \text{Cal.} = 24$$

En la primer rejilla del ramal para el pasillo se tendrá que retirar 373 PCM;

$$V_T = 373 \text{ PCM.} \quad V = 1400 \quad \phi = 7'' \quad \text{Cal.} = 24$$

Este diámetro esta hasta un poco antes de llegar a la segunda rejilla.

La segunda parte del segundo ramal retornará el aire de las dos rejillas 746 PCM;

$$V_T = 746 \text{ PCM.} \quad V = 1700 \quad \phi = 9'' \quad \text{Cal.} = 22$$

Antes de llegar a la intersección con la derivación, se llevan $(746 + 294) = 1040$ PCM;

$$V_T = 1040 \text{ PCM.} \quad V = 1600 \quad \phi = 11'' \quad \text{Cal.} = 22$$

Para terminar la segunda parte del conducto, calculare desde un poco antes de la intersección de los dos ramales, hasta la unión de las dos partes del conducto principal $(1040 + 1862) = 2902$ PCM;

$$V_T = 2902 \text{ PCM.} \quad V = 2100 \quad \phi = 16'' \quad \text{Cal.} = 22$$

Por último en este Segundo Nivel, el conducto que esta un poco antes de la intersección de las dos partes del conducto, hasta llegar un poco antes de la intersección con el de retorno del Mezanine, regresa $(1600 + 2902) = 4502$ PCM;

$$V_T = 4502 \text{ PCM.} \quad V = 2000 \quad \phi = 20'' \quad \text{Cal.} = 22$$

Posteriormente, aumentan los PCM por los que se regresan del Mezanine, entonces $(4502 + 2300) = 6802$ PCM;

$$V_T = 6802 \text{ PCM.} \quad V = 2100 \quad \phi = 24'' \quad \text{Cal.} = 20$$

Continuando ahora con los conductos de retorno del Tercer Nivel, se tiene que el conducto principal va desde el equipo hasta el pasillo que encuentra en medio de los pasillos Ejes 2-3 y 4-5, el cual se divide en dos partes, las cuales son ubicadas en los pasillos antes mencionados (una cada uno). Cada parte, a su vez se divide en dos ramales, para su mejor funcionamiento. Cada parte del conducto principal tendrá cinco rejillas de retorno distribuidas en todo lo largo de cada pasillo. Iniciare el dimensionado con la primer parte, que se encuentra ubicada en el pasillo Ejes 2-3, la cual retornara 1020 PCM entre las cinco rejillas, 204 PCM cada una.

En la primer rejilla del ramal para este pasillo, se tendrá que retirar 204 PCM;

$$V_T = 204 \text{ PCM.} \quad V = 1200 \quad \phi = 6'' \quad \text{Cal.} = 24$$

En el inicio de la segunda rejilla, el conducto retorna 408 PCM;

$$V_T = 408 \text{ PCM.} \quad V = 1600 \quad \phi = 7'' \quad \text{Cal.} = 24$$

Al inicio de la tercer rejilla se llevan 612 PCM;

$$V_T = 612 \text{ PCM.} \quad V = 1600 \quad \phi = 8\frac{1}{2}'' \quad \text{Cal.} = 22$$

El segundo ramal de esta parte, tiene los mismos diámetros que en la primera y segunda rejilla del primer ramal, que completarían las cinco antes mencionadas, entonces:

En la primer rejilla del segundo ramal, se tendrá que retirar 204 PCM;

$$V_T = 204 \text{ PCM.} \quad V = 1200 \quad \phi = 6'' \quad \text{Cal.} = 24$$

En el inicio de la segunda rejilla, el conducto retorna 408 PCM;

$$V_T = 408 \text{ PCM.} \quad V = 1600 \quad \phi = 7'' \quad \text{Cal.} = 24$$

En la intersección de los dos ramales, se regresan 1020 PCM;

$$V_T = 1020 \text{ PCM.} \quad V = 1700 \quad \phi = 10\frac{1}{2}'' \quad \text{Cal.} = 22$$

En la segunda parte, ubicada en el pasillo Ejes 4-5 se retornan 1140 PCM entre cinco rejillas de retorno con dos ramales, es decir, 228 PCM cada una.

En la primer rejilla del primer ramal, se retornan 228 PCM;

$$V_T = 228 \text{ PCM.} \quad V = 1150 \quad \phi = 6'' \quad \text{Cal.} = 24$$

En el inicio de la segunda rejilla, el ramal retorna 456 PCM;

$$V_T = 456 \text{ PCM.} \quad V = 1300 \quad \phi = 8'' \quad \text{Cal.} = 24$$

Al inicio de la tercera rejilla se llevan 684 PCM;

$$V_T = 684 \text{ PCM.} \quad V = 1600 \quad \phi = 9'' \quad \text{Cal.} = 22$$

El segundo ramal de esta parte, tiene los mismos diámetros que en la primera y segunda rejilla del primer ramal, que completarían las cinco antes mencionadas, entonces:

En la primer rejilla del primer ramal, se retornan 228 PCM;

$$V_T = 228 \text{ PCM.} \quad V = 1150 \quad \phi = 6'' \quad \text{Cal.} = 24$$

En el inicio de la segunda rejilla, el ramal retorna 456 PCM;

$$V_T = 456 \text{ PCM.} \quad V = 1300 \quad \phi = 8'' \quad \text{Cal.} = 24$$

En la intersección de los dos ramales se regresan 1140 PCM;

$$V_T = 1140 \text{ PCM.} \quad V = 1700 \quad \phi = 11'' \quad \text{Cal.} = 22$$

En la intersección de las dos partes del conducto principal, se regresan 2160 PCM;

$$V_T = 2160 \text{ PCM.} \quad V = 2000 \quad \phi = 14'' \quad \text{Cal.} = 22$$

Este diámetro es hasta llegar al equipo.

Por último, calcularé los diámetros de los conductos de retorno del Cuarto Nivel. La ubicación de los conductos de este nivel será exactamente igual al anterior, por lo que empezare de la misma forma el dimensionado.

Se tiene que el conducto principal va desde el equipo hasta el pasillo que encuentra en medio de los pasillos Ejes 2-3 y 4-5, el cual se divide en dos partes, las cuales son ubicadas en los pasillos antes mencionados (una cada uno). Cada parte del conducto principal tendrá cinco rejillas de retorno distribuidas en todo lo largo de cada pasillo.

Iniciando el dimensionado con la primer parte, que se encuentra ubicada en el pasillo Ejes 2-3, la cual retornara 2065 PCM entre las cinco rejillas, 413 PCM cada una.

Esta primer rejilla del primer ramal, retorna 413 PCM;

$$V_T = 413 \text{ PCM.} \quad V = 1600 \quad \phi = 7'' \quad \text{Cal.} = 24$$

Al inicio de la segunda rejilla, se retornara 826 PCM;

$$V_T = 826 \text{ PCM.} \quad V = 1600 \quad \phi = 10'' \quad \text{Cal.} = 22$$

Al inicio de la tercer rejilla, se llevan 1239 PCM;

$$V_T = 1239 \text{ PCM.} \quad V = 1850 \quad \phi = 11'' \quad \text{Cal.} = 22$$

El segundo ramal de esta parte, tiene los mismos diámetros que en la primera y segunda rejilla del primer ramal, que completarían las cinco antes mencionadas, entonces:

En la primer rejilla del segundo ramal, se tendrá que retirar 413 PCM;

$$V_T = 413 \text{ PCM.} \quad V = 1600 \quad \phi = 7'' \quad \text{Cal.} = 24$$

Al inicio de la segunda rejilla, se retornara 826 PCM;

$$V_T = 826 \text{ PCM.} \quad V = 1600 \quad \phi = 10'' \quad \text{Cal.} = 22$$

En la intersección de los dos ramalés se regresan 2065 PCM;

$$V_T = 2065 \text{ PCM.} \quad V = 1900 \quad \phi = 14'' \quad \text{Cal.} = 22$$

En la segunda parte del conducto principal ubicada en el pasillo Ejes 4-5, se retornarán 1855 PCM entre cinco rejillas, es decir, 371 PCM cada una.

En la primer rejilla del primer ramal, se regresan 371 PCM;

$$V_T = 371 \text{ PCM.} \quad V = 1350 \quad \phi = 7'' \quad \text{Cal.} = 24$$

En el inicio de la segunda rejilla se retornarán 742 PCM;

$$V_T = 742 \text{ PCM.} \quad V = 1700 \quad \phi = 9'' \quad \text{Cal.} = 22$$

Al inicio de la tercera rejilla se regresan 1113 PCM;

$$V_T = 1113 \text{ PCM.} \quad V = 1600 \quad \phi = 11'' \quad \text{Cal.} = 22$$

El segundo ramal de esta parte, tiene los mismos diámetros que en la primera y segunda rejilla del primer ramal, que completarían las cinco antes mencionadas, entonces:

En la primer rejilla del primer ramal, se regresan 371 PCM;

$$V_T = 371 \text{ PCM.} \quad V = 1350 \quad \phi = 7'' \quad \text{Cal.} = 24$$

En el inicio de la segunda rejilla se retornarán 742 PCM;

$$V_T = 742 \text{ PCM.} \quad V = 1700 \quad \phi = 9'' \quad \text{Cal.} = 22$$

En la intersección de los dos ramales se regresan 1855 PCM;

$$V_T = 1855 \text{ PCM.} \quad V = 2000 \quad \phi = 13'' \quad \text{Cal.} = 22$$

En la intersección de las dos partes del conducto principal, se regresan 3929 PCM;

$$V_T = 3920 \text{ PCM.} \quad V = 2100 \quad \phi = 18'' \quad \text{Cal.} = 22$$

Hasta el momento se tienen todos los cálculos de los conductos para el Aire Acondicionado únicamente, por lo que faltaría el cálculo de los conductos para Ventilación y Extracción. Por lo que continuare con estos, primero para los locales de Lavandería y Taller en el Primer Nivel.

Al igual que los conductos de retorno de aire se calculan con caída de presión constante, la cual será de 0.10 (in H₂O), los conductos serán Rectangulares. Primero se dimensionarán para la Lavandería.

En el inicio del ventilador de extracción se tienen 1012 PCM;

$$V_T = 1012 \text{ PCM.} \quad V = 950 \quad \text{Dimensiones} = 19'' \times 9'' \quad \text{Cal.} = 24$$

Después de la primer rejilla de extracción, continúan 506 PCM;

$$V_T = 506 \text{ PCM.} \quad V = 800 \quad \text{Dimensiones} = 14'' \times 7'' \quad \text{Cal.} = 24$$

Los conductos para el Taller, se calculan de igual forma que los anteriores.

Al inicio del ventilador de extracción se tienen 700 PCM;

$$V_T = 700 \text{ PCM.} \quad V = 850 \quad \text{Dimensiones} = 16'' \times 8'' \quad \text{Cal.} = 24$$

Después de la primera rejilla de extracción siguen 350 PCM;

$$V_T = 350 \text{ PCM.} \quad V = 750 \quad \text{Dimensiones} = 13'' \times 6'' \quad \text{Cal.} = 24$$

Para el Segundo Nivel se va a extraer el aire de los dos Baños, pero se hará con conductos circulares. que tendrá una caída de presión contante de 0.20 (in H₂O), esta caída será para los otros dos niveles restantes.

El diámetro del conducto para el Baño (Habitación Médico), con 50 PCM;

$$V_T = 50 \text{ PCM.} \quad V = 600 \quad \phi = 4'' \quad \text{Cal.} = 24$$

Al inicio de la rejilla de extracción del Baño (Hombres), con 100 PCM;

$$V_T = 110 \text{ PCM.} \quad V = 750 \quad \phi = 5'' \quad \text{Cal.} = 24$$

Para el Tercer Nivel se extraerá el aire de Baños: Generales, Regaderas, Habitación 306, 308, 310, Superintendente y Administrador.

En el Baño (General) se tienen dos rejillas de extracción, en los dos tramos de conducto se extraerán 165 PCM;

$$V_T = 165 \text{ PCM.} \quad V = 850 \quad \phi = 6'' \quad \text{Cal.} = 24$$

Por lo tanto son dos conductos iguales.

En la intersección de los dos ramales, 330 PCM;

$$V_T = 330 \text{ PCM.} \quad V = 950 \quad \phi = 8'' \quad \text{Cal.} = 24$$

Este diámetro es hasta la intersección de los Baños: 306, 308, 310.

Los conductos para las Regaderas también tienen dos rejillas para 110 PCM;

$$V_T = 110 \text{ PCM.} \quad V = 800 \quad \phi = 5'' \quad \text{Cal.} = 24$$

EL conducto del Baño de la Habitación 310, para 50 PCM;

$$V_T = 50 \text{ PCM.} \quad V = 950 \quad \phi = 4'' \quad \text{Cal.} = 24$$

Hasta la rejilla de extracción del Baño de la Habitación 308, con 50 PCM;

$$V_T = 50 \text{ PCM.} \quad V = 950 \quad \phi = 4'' \quad \text{Cal.} = 24$$

Hasta la rejilla de extracción del Baño 306 también para 50 PCM;

$$V_T = 50 \text{ PCM.} \quad V = 950 \quad \phi = 4'' \quad \text{Cal.} = 24$$

Hasta la intersección con el conducto que extrae el aire de los Baños Generales, 480 PCM;

$$V_T = 480 \text{ PCM.} \quad V = 1100 \quad \phi = 9'' \quad \text{Cal.} = 22$$

Hasta la intersección con el conducto de las Regaderas, 700 PCM;

$$V_T = 700 \text{ PCM.} \quad V = 1200 \quad \phi = 10\frac{1}{2}'' \quad \text{Cal.} = 22$$

En los Baños de las Habitaciones Superintendente y Administrador, se extraen en cada uno 50 PCM;

$$V_T = 50 \text{ PCM.} \quad V = 950 \quad \phi = 4'' \quad \text{Cal.} = 24$$

Por lo que los dos conductos son iguales.

En la intersección de los dos ramales se llevan 100 PCM;

$$V_T = 100 \text{ PCM.} \quad V = 750 \quad \phi = 5'' \quad \text{Cal.} = 24$$

El sistema de extracción del Cuarto Nivel, es muy parecido al del Tercer Nivel, se va a extraer el aire de los Baños: Generales, Regaderas, Habitación 406, 408, 410, Gimnasio y Baterías.

En los Baños Generales se tienen dos rejillas de extracción en dos tramos de conductos, cada uno extraerá 165 PCM;

$$V_T = 165 \text{ PCM.} \quad V = 850 \quad \phi = 6'' \quad \text{Cal.} = 24$$

Por lo tanto son dos conductos iguales.

En la intersección de los dos ramales, 330 PCM;

$$V_T = 330 \text{ PCM.} \quad V = 950 \quad \phi = 8'' \quad \text{Cal.} = 24$$

Este diámetro es hasta la intersección de los Baños: 406, 408, 410.

Los conductos para las Regaderas también tienen dos rejillas para 110 PCM;

$$V_T = 110 \text{ PCM.} \quad V = 800 \quad \phi = 5'' \quad \text{Cal.} = 24$$

EL conducto del Baño de la Habitación 410, para 50 PCM;

$$V_T = 50 \text{ PCM.} \quad V = 950 \quad \phi = 4'' \quad \text{Cal.} = 24$$

Hasta la rejilla de extracción del Baño de la Habitación 408, con 50 PCM;

$$V_T = 50 \text{ PCM.} \quad V = 950 \quad \phi = 4'' \quad \text{Cal.} = 24$$

Hasta la rejilla de extracción del Baño 406 también para 50 PCM;

$$V_T = 50 \text{ PCM.} \quad V = 950 \quad \phi = 4'' \quad \text{Cal.} = 24$$

Hasta la intersección con el conducto que extrae el aire de los Baños Generales, 480 PCM;

$$V_T = 480 \text{ PCM.} \quad V = 1100 \quad \phi = 9'' \quad \text{Cal.} = 22$$

Hasta la intersección con el conducto de las Regaderas, 700 PCM;

$$V_T = 700 \text{ PCM.} \quad V = 1200 \quad \phi = 10\frac{1}{2}'' \quad \text{Cal.} = 22$$

Para el Gimnasio se tendrán dos ramales con una rejilla de extracción cada uno, con 334 PCM entre las dos rejillas, por lo que se tienen 127 PCM en cada una;

$$V_T = 127 \text{ PCM.} \quad V = 800 \quad \phi = 5'' \quad \text{Cal.} = 24$$

Los dos ramales son iguales por consiguiente.

En la intersección de los dos ramales se tienen los 334 PCM;

$$V_T = 334 \text{ PCM.} \quad V = 950 \quad \phi = 8'' \quad \text{Cal.} = 24$$

En el conducto de Baterías se extraen 68 PCM;

$$V_T = 68 \text{ PCM.} \quad V = 500 \quad \phi = 5'' \quad \text{Cal.} = 24$$

4.6. SELECCION Y ESPECIFICACION DE CAJAS DE VOLUMEN VARIABLE

Las unidades terminales de volumen variable de aire, son controladas para variar la cantidad del suministro de aire acondicionado a un espacio en respuesta a un termostato de cuarto.

Cuando se usan en aplicaciones de enfriamiento, el aire frío es suministrado a la unidad terminal (caja de volumen variable), cuando la temperatura del cuarto se incrementa sobre el punto fijo del termostato, una señal es enviada para abrir la compuerta de la caja de volumen variable. Esto permite más aire frío para ser distribuido al espacio. Cuando la temperatura del cuarto desciende menos del punto fijo del termostato, una señal es enviada para cerrar la compuerta de la caja, disminuyendo la cantidad de aire frío distribuido al espacio.

Para seleccionar las cajas de volumen variable, es necesario apoyarse en catálogos, ya que allí se encuentran las dimensiones y capacidades para cada caso en particular, en general se debe seguir lo siguiente:

- a) El código (arreglo) de salida del aire es determinado por lo siguiente; cuantos difusores se tienen a la derecha de la caja, al centro o a la izquierda, para poder conducir el aire a la boca de inyección.
- b) Tamaño máximo y cantidad de descarga en las salidas de las unidades.
- c) Alcanzar el diámetro redondo de salida deseado, a la dimensión del óvalo (la altura por el ancho), de la tabla para dimensiones de salida, para los requerimientos.
- d) Adicionar 2" al diámetro redondo o al ancho de la dimensión del óvalo.
- e) Multiplicar el resultado por el número de salidas requeridas en una superficie.
- f) El diámetro de salida o la altura de la dimensión del óvalo, más 2", debe ser menor que o igual a la altura de la unidad.
- g) En caso de que se tengan dos salidas hacia el frente, se da una separación de 2" entre los dos óvalos o diámetros redondos.
- h) El óvalo o diámetro redondo, debe estar separado por lo menos 1" de la terminación de la caja, es decir, en cada esquina o borde del revestimiento.

Estos datos se obtienen del catalogo de cajas de volumen variable como se menciono anteriormente, el que se utilizo para esta plataforma fue el de "Tempmaster York International, Variable Air Volume Single and Double Duct Terminal Units", páginas 34 y 35, y se empleo el modelo S.

La siguiente tabla, muestra un resumen de las cajas de volumen variable para todos los locales, en donde:

Núm. = Se refiere al número que se le asigno a la caja para identificarla

PCM = Es la capacidad que se requiere manejar por la caja, (ft³/min.)

Arreglo = Es el código del arreglo de salida en la caja

ϕ_E = Es el diámetro a la entrada de la caja, (pulgadas)

ϕ_S = Es el diámetro de salida de la caja, (pulgadas)

Local	Núm.	PCM	Arreglo	ϕ_E	ϕ_S
Cuarto de control	214, 215	1350	E110	10	8
Sala de Proyección	207	1338	F222	10	6
Habitación Médico	208	217	B001	6	7
Servicio Médico	209	204	B010	6	7
Oficina Administrador	210	120	B010	6	6
Radio	211	114	B010	6	6
Sala de Juntas y Superintendente	212, 213	314	B010	6	7
Oficina Seguridad	205	128	B010	6	6
Oficina Mes	201	125	A010	5	6
Oficina Operación e IMEDI	202	222	A010	5	7
Cuarto de Control, Inst. y Seg.	206	364	B101	6	7
Comedor	203, 204	646, 1294	C101, E121	7, 10	8
Habitación 301	301	190	A001	5	7
Habitación 303	303	185	A001	5	7
Habitación 305	305	185	B001	6	7
Habitación 307	307	185	B001	6	7
Habitación 309	309	162	B100	6	7
Habitación 311	311	162	B100	6	7
Habitación 313	313	162	A100	5	7
Habitación 315	315	170	A100	5	7
Habitación 312 A	319	152	B010	6	7
Habitación Superintendente	317	200	A100	5	7
Habitación Administrador	318	200	A001	5	7
Habitación 302	302	187	A100	5	7
Habitación 304	304	180	A100	5	7
Habitación 306	306	240	B010	6	7
Habitación 308	308	240	B010	6	7
Habitación 310	310	225	B010	6	7
Habitación 312	312	155	B001	6	7
Habitación 314	314	155	A001	5	7
Habitación 316	316	165	A001	5	7
Habitación 401	401	345	B001	6	8
Habitación 403	403	340	B001	6	8
Habitación 405	405	340	B001	6	8
Habitación 407	407	340	B100	6	8
Habitación 409	409	315	B001	6	8
Habitación 411	411	315	B100	6	8
Telecomunicaciones	413	645	C101	7	8

Local	Núm.	PCM	Arreglo	ϕ_E	ϕ_S
Gimnasio	417	330	B100	6	8
Habitación 415	415	290	B001	6	8
Habitación 418	418	280	B001	6	8
Habitación 402	402	300	B100	6	8
Habitación 404	404	290	B100	6	8
Habitación 406	406	330	B010	6	8
Habitación 408	408	330	B010	6	8
Habitación 410	410	330	B010	6	8
Habitación 412	412	290	B001	6	8
Habitación 414	414	290	B001	6	8
Habitación 416	416	300	B001	6	8

4.7. SELECCION Y ESPECIFICACION DE DIFUSORES DE INYECCION

Los difusores de aire se seleccionaron conforme al catalogo "Tempmaster Engineering Guide. Variable Air Volume", para difusores de ranura, y se empleo el modelo TLD-2.

El collar de entrada será construido para ser suministrado por la conexión del conducto flexible sin requerir adhesivos o atornillar la lámina de metal. La sección del difusor de aire de ensamble TLD-2 es fabricada de aluminio extruido con aplicación de un acabado en pintura horneada.

La sección de los difusores de ensamble TLD-2 será equipada con sujetadores secundarios de acero por encima, para prevenir alargamiento del plafón de barras T y desalineación del difusor en la malla del plafón.

Para seleccionar los difusores, es necesario consultar los catálogos, ya que allí se encuentra toda la información necesaria para poder realizar el pedido a los fabricantes, en general se debe seguir lo siguiente:

- a) Verificar el flujo volumétrico que va a manejar.
- b) Ver la ubicación del difusor, para asignarle el número de ranuras de descarga (arreglo) que debe tener tanto para un lado como para el otro, para la mejor distribución del aire.
- c) Se debe tener en cuenta el alcance del tiro, para garantizar el acondicionamiento completo en el cuarto en todas las direcciones.
- d) El centro del diámetro de entrada debe estar a 5" de los bordes del difusor.
- e) Tomar en cuenta el valor para los criterios de ruido aceptables en difusores.

Los difusores de aire serán de los tamaños mostrados en la siguiente tabla, esta muestra un resumen de los difusores de volumen variable para todos los locales, en donde:

Cant. = Se refiere al número difusores que se requieren por local

Slots = Es el número de ranuras que tiene cada difusor

Arreglo = Cantidad de ranuras que se tienen a la derecha o a la izquierda del difusor

L = Es el largo que tiene el difusor

A = Es el ancho del mismo

Local	Cant.	PCM	Slots	Arreglo	L	A	ϕ_E
Cuarto de control	4	675	4	13	60	6 ¹ / ₈	12
Sala de Proyección	6	223	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Habitación Médico	1	217	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Servicio Médico	1	204	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Oficina Administrador	1	120	3	21	24	4 ⁷ / ₈	8
Radio	1	114	2	11	24	3 ⁵ / ₈	7
Sala de Juntas y Superintendente	2	314	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Oficina Seguridad	1	128	2	11	24	3 ⁵ / ₈	7
Oficina Mes	1	125	2	11	24	3 ⁵ / ₈	7
Oficina Operación e IMEDI	1	222	2	11	24	3 ⁵ / ₈	7
Cuarto de Control, Inst. y Seg.	2	182	2	11	24	3 ⁵ / ₈	7
Comedor	6	323	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Habitación 301	1	190	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Habitación 303	1	185	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Habitación 305	1	185	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Habitación 307	1	185	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Habitación 309	1	162	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Habitación 311	1	162	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Habitación 313	1	162	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Habitación 315	1	170	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Habitación 312 A	1	152	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Habitación Superintendente	1	200	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Habitación Administrador	1	200	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Habitación 302	1	187	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Habitación 304	1	180	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Habitación 306	1	240	4	40	24	6 ¹ / ₈	9
Habitación 308	1	240	4	40	24	6 ¹ / ₈	9
Habitación 310	1	225	4	40	24	6 ¹ / ₈	9
Habitación 312	1	155	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Habitación 314	1	155	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Habitación 316	1	165	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Habitación 401	1	345	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Habitación 403	1	340	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Habitación 405	1	340	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Habitación 407	1	340	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Habitación 409	1	315	4	22	24	6 ¹ / ₈	9

Local	Cant.	PCM	Slots	Arreglo	L	A	ϕ_E
Habitación 411	1	315	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Telecomunicaciones	2	323	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Gimnasio	1	330	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Habitación 415	1	290	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Habitación 418	1	280	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Habitación 402	1	300	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Habitación 404	1	290	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Habitación 406	1	330	4	40	48	6 ¹ / ₈	9
Habitación 408	1	330	4	40	48	6 ¹ / ₈	9
Habitación 410	1	330	4	40	48	6 ¹ / ₈	9
Habitación 412	1	290	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Habitación 414	1	290	4	22	24	6 ¹ / ₈	9
Habitación 416	1	300	4	22	24	6 ¹ / ₈	9

El conducto flexible que se tiene a la salida de la caja y que llega al difusor, en todos los casos tendrá el diámetro de salida de la caja, con una transformación en forma de óvalo para llegar a la entrada del difusor.

4.8. SELECCION Y ESPECIFICACION DE REJILLAS

Las rejillas consisten de un marco y barras paralelas fijas. Las barras sirven para desviar el suministro de aire en la dirección en la que se dispongan.

En este tema se seleccionarán las rejillas de: Retorno, Extracción, Puerta y Toma de Aire Exterior.

Iniciare con las rejillas de Retorno de Aire, estas son seleccionadas con el catálogo T91 "TITUS, The Air Management Company", se obtienen de las páginas E29 y E33, y se empleo el modelo; 4FL o 4FS.

Se aconseja ubicar las entradas de retorno de aire lejos de las salidas y si ello no es posible, verificar la posibilidad de corto circuitos.

Son construidas de aluminio y se seleccionan con 400 (ft/min.) de velocidad, esta, es la recomendable para la aplicación, ya que se garantiza que no se va a generar un nivel de ruido elevado.

En general es muy sencilla la selección de estas rejillas, se entra al catalogo antes mencionado con la capacidad que va a manejar (PCM), buscando la que mejor se acomode a nuestros requerimientos con la velocidad recomendada, de esta forma se obtienen las dimensiones de cada rejilla, tratando en lo mayor posible que el valor seleccionado no sea ni el primero ni el último de los datos que se presentan en el catalogo, es decir que las dimensiones que se hayan seleccionado deben quedar de ser posible al centro de las varias

opciones que se tengan, para que se garantice que el área que va a cubrir esa rejilla es la que se necesita de a cuerdo a nuestras necesidades y no quede sobredimensionada.

A continuación se presenta una tabla con las rejillas de Retorno que se requieren para esta plataforma.

Nivel	Local	Cantidad	PCM	Dimensiones
Mezanine	Cuarto de control	3	770	24 x 14
2do.	Sala de Proyección	3	372	18 x 8
	Caseta Tel. - Pasillo: Ejes 4-5	1	172	20 x 4
	Servicio Médico	1	300	22 x 6
	Pasillo: Ejes 2-3	4	373	18 x 8
	Comedor	4	356	18 x 8
3er.	Pasillo: Ejes 2-3	5	204	24 x 4
	Pasillo: Ejes 4-5	5	228	20 x 5
4to.	Pasillo: Ejes 2-3	5	413	48 x 4
	Pasillo: Ejes 4-5	5	371	40 x 4

Las rejillas de Extracción son las mismas que se emplearon para retorno, por lo que se seleccionan igual, tomando el mismo procedimiento y usando el mismo catálogo y de las mismas páginas.

La siguiente tabla muestra las rejillas de Extracción para la plataforma.

Nivel	Local	Cantidad	PCM	Dimensiones
1 er.	Lavandería	2	506	24 x 10
	Taller	2	350	18 x 8
2do.	Baño Habitación Médico	1	50	6 x 6
	Baños Hombres	1	60	6 x 6
3er.	Baño Hab. Superintendente	1	50	6 x 6
	Baño Hab. Administrador	1	50	6 x 6
	Baños Generales	2	165	12 x 6
	Baños Regaderas	2	110	8 x 6
	Baño Habitación 306	1	50	6 x 6
	Baño Habitación 308	1	50	6 x 6
	Baño Habitación 310	1	50	6 x 6
	4to.	Baterías de Telecomunicaciones	1	68
Gimnasio		2	127	8 x 6
Baños Generales		2	165	12 x 6
Baños Regaderas		2	110	8 x 6
Baño Habitación 406		1	50	6 x 6
Baño Habitación 408		1	50	6 x 6
Baño Habitación 410		1	50	6 x 6

Una vez que se han seleccionado las rejillas de Retorno y de Extracción en todos los niveles, procederé con la selección de las rejillas de Puerta.

Las rejillas de Puerta son obtenidas de las páginas E38 y E41 del mismo catálogo, se utilizo el modelo CT-700, también construidas de aluminio. Estas, son seleccionadas con 400 (ft/min.) de velocidad, al igual que las rejillas de Retorno.

En general, la selección es similar al de las rejillas de Retorno, además de que se debe cuidar la simetría en los locales, para que no se vean desproporcionadas las dimensiones de las mismas. Estas se colocan en la puerta de cada local, en los que se quiera suministrar aire a otro que colinde con el, sin necesidad de colocar un difusor de inyección.

A continuación se presenta una tabla con las rejillas de Puerta requeridas en esta plataforma.

Nivel	Local	Cantidad	PCM	Dimensiones
1er.	Lavandería	1	1012	24 x 18
	Taller	1	700	24 x 12
2do.	Sala de Proyección	1	26	6 x 6
	Habitación Médico	1	142	12 x 6
	Baño Habitación Médico	1	50	6 x 6
	Servicio Médico	1	98	8 x 6
	Oficina Administrador	1	103	8 x 6
	Radio	1	204	16 x 6
	Sala de Juntas y Superint.	2	271	20 x 6
	Oficina Seguridad	1	113	8 x 6
	Baños Hombres	1	61	6 x 6
	Oficina Mes	1	110	8 x 6
	Oficina Operación e IMEDI	1	193	16 x 6
	Cuarto: Control, Inst. y Seg.	1	315	22 x 6
	Comedor	2	132	10 x 6
3er.	Habitación 301	1	160	12 x 6
	Habitación 303	1	156	12 x 6
	Habitación 305	1	156	12 x 6
	Habitación 307	1	156	12 x 6
	Habitación 309	1	137	10 x 6
	Habitación 311	1	137	10 x 6
	Habitación 313	1	137	10 x 6
	Habitación 315	1	142	10 x 6
	Habitación 312 A	1	129	10 x 6
	Habitación Superintendente	1	127	10 x 6
	Baño Hab. Superintendente	1	50	6 x 6
	Habitación Administrador	1	124	10 x 6
	Baño Hab. Administrador	1	50	6 x 6
Baños Generales	2	275	20 x 6	
Baños Regaderas	2	110	8 x 6	

Nivel	Local	Cantidad	PCM	Dimensiones
	Habitación 302	1	156	12 x 6
	Habitación 304	1	152	12 x 6
	Habitación 306	1	159	12 x 6
	Baño Habitación 306	1	50	6 x 6
	Habitación 308	1	159	12 x 6
	Baño Habitación 308	1	50	6 x 6
	Habitación 310	1	148	12 x 6
	Baño Habitación 310	1	50	6 x 6
	Habitación 312	1	132	10 x 6
	Habitación 314	1	132	10 x 6
	Habitación 316	1	136	10 x 6
4to.	Habitación 401	1	290	20 x 6
	Habitación 403	1	286	20 x 6
	Habitación 405	1	286	20 x 6
	Habitación 407	1	286	20 x 6
	Habitación 409	1	263	20 x 6
	Habitación 411	1	263	20 x 6
	Baterías de Telecomunicaciones	1	55	6 x 6
	Telecomunicaciones	1	475	20 x 10
	Baños Generales	2	275	20 x 6
	Baños Regaderas	2	110	8 x 6
	Habitación 415	1	245	18 x 6
	Habitación 418	1	237	18 x 6
	Habitación 402	1	250	18 x 6
	Habitación 404	1	245	18 x 6
	Habitación 406	1	237	18 x 6
	Baño Habitación 406	1	50	6 x 6
	Habitación 408	1	237	18 x 6
	Baño Habitación 408	1	50	6 x 6
	Habitación 410	1	237	18 x 6
	Baño Habitación 410	1	50	6 x 6
	Habitación 412	1	245	18 x 6
	Habitación 414	1	245	18 x 6
	Habitación 416	1	250	18 x 6

Por último seleccionare las rejillas de Toma de Aire Exterior, estas son las mismas que se emplearon para las rejillas de Retorno, por lo que el catálogo y el procedimiento son los mismos.

Se requiere conocer el flujo volumétrico que va a suministrarse en cada nivel, por lo que al total del porcentaje de aire exterior, se le tiene que agregar la cantidad de aire que se va a tirar, por ejemplo la de los baños.

Primero realizare los cálculos del flujo total que va a ser manejado por las rejillas y posteriormente las seleccionare con la misma velocidad (400 ft/min.).

La siguiente expresión nos sirve para obtener el flujo volumétrico en la rejilla de Toma de Aire Exterior:

$$V_{TAE} = (\% V_{AE}) + (PCM_E)$$

Donde:

V_{TAE} = Flujo volumétrico total de aire exterior, (ft³/min.)

$\% V_{AE}$ = Porcentaje de aire exterior del flujo volumétrico total, (%)

PCM_E = Flujo volumétrico de extracción, (ft³/min.)

Mezanine y Segundo Nivel, 15% de aire exterior:

$$\% V_{AE} = (7990) (0.15) = 1198.5 \text{ (ft}^3\text{/min.)}$$

$$V_{TAE} = 1198.5 + 110 = 1308.5 \text{ (ft}^3\text{/min.)}$$

$$V_{TAE} \approx 1310 \text{ PCM}$$

Tercer Nivel, 20% de aire exterior:

$$\% V_{AE} = (2700) (0.20) = 540 \text{ (ft}^3\text{/min.)}$$

$$V_{TAE} = 540 + 800 = 1340 \text{ (ft}^3\text{/min.)}$$

$$V_{TAE} = 1340 \text{ PCM}$$

Cuarto Nivel, 20% de aire exterior:

$$\% V_{AE} = (5300) (0.20) = 1060 \text{ (ft}^3\text{/min.)}$$

$$V_{TAE} = 1060 + 998 = 2058 \text{ (ft}^3\text{/min.)}$$

$$V_{TAE} \approx 2060 \text{ PCM}$$

A continuación se presenta la tabla de rejillas de Toma de Aire Exterior, que se requieren para esta plataforma.

Nivel	Cantidad	PCM	Dimensiones
Mezanine y 2do.	1	1310	24 x 24
3er.	1	1340	24 x 24
4to.	1	2060	36 x 24

4.9. CALCULO DE PERDIDAS POR FRICCION EN CONDUCTOS

En este último tema del capítulo se obtendrán las pérdidas por fricción para los conductos, tanto de inyección como de retorno, esta pérdida es la que tiene que vencer el ventilador de cada unidad manejadora.

No se puede calcular todavía la caída de presión total, puesto que aún no se han seleccionado los equipos, serpentines, filtros, etc. Esta, se calculará en el siguiente capítulo, ya que se tengan todos los datos necesarios.

La pérdida por fricción en los conductos se calcula siguiendo las rutas más largas o críticas, la de inyección sumada a la de retorno, estas van desde la salida del equipo hasta el ramal y se toman en cuenta los dos tipos de conductos por que se considera como circuito cerrado. También se deben considerar los codos y transformaciones, estos datos los podemos encontrar en la "Tabla 9. Rozamiento en los Elementos de un Sistema de Conductos Cilíndricos", página 2-47 del Manual de Aire Acondicionado CARRIER y en la "Tabla 11. Rozamiento en Codos Sección Circular", página 2-48 del mismo manual.

Para realizar el cálculo de las pérdidas en los conductos, se toma la pérdida por fricción del conducto que se encuentra a la salida del equipo, ya que esta es la máxima en todo el sistema de conductos de inyección, posteriormente se calcula la longitud equivalente de todo el sistema incluidas las longitudes de los codos. Para obtener las longitudes de las transformaciones es muy sencillo, ya que si se reduce el diámetro del conducto, de cinco en cinco centímetros, se le puede anexar una medida considerable (dependiendo de que tan grande es la reducción), a la dimensión del tramo del conducto más grande. para compensar esa longitud equivalente. Finalmente se utiliza la siguiente expresión para calcular la pérdida por fricción en los conductos:

$$P_{FT} = P_F \times L_{eq}$$

Donde:

P_{FT} = Pérdida total por fricción en conductos, (in H₂O)

L_{eq} = Longitud equivalente, (ft)

A continuación se presenta el resumen de las pérdidas debidas a la fricción en los conductos de inyección para cada nivel, estas están dadas por cada 100 ft de longitud. Para los conductos de retorno y de extracción, las pérdidas son constantes como se menciono anteriormente en el dimensionado de los mismos.

Nivel	P_F (Inyección)	P_F (Flexible)	P_F (Retorno)	P_F (Extracción)
1er.				0.10
Mezanine y 2do.	0.53	0.225	0.45	0.20
3er.	0.85	0.163	0.45	0.20
4to.	0.62	0.200	0.45	0.20

Ahora se presenta un resumen de las longitudes equivalentes para cada sistema, siguiendo la ruta más larga o crítica. Las letras y números que se les asigno a cada tramo se muestran en los Planos 6 al 10 del Apéndice B, con eso se pueden identificar fácilmente los tramos a los que se refiere. Entonces para los de inyección se tiene lo siguiente:

Nivel	Conducto	Tramo	L_{eq} (m)	
Mezanine y 2do.	Principal	A	29.7	
	Principal	B	18.9	
	Principal	C	12.5	
	Principal	D	11.7	
	Ramal	4	5.0	
	Flexible	CF	6.0	
	Longitud Equivalente Total			83.8
3er.	Principal	A	49.3	
	Principal	B	5.9	
	Principal	C	5.9	
	Principal	D	7.2	
	Ramal	23	4.2	
	Ramal	25	3.1	
	Ramal	27	3.1	
	Ramal	29	3.6	
	Ramal	31	6.2	
	Flexible	CF	3.8	
	Longitud Equivalente Total			92.3
4to.	Principal	A	66.2	
	Principal	B	7.8	
	Principal	C	1.0	
	Principal	D	1.1	
	Principal	E	12.4	
	Principal	F	2.5	
	Ramal	19	6.4	
	Ramal	21	3.1	
	Ramal	23	3.1	
	Ramal	25	3.4	
	Ramal	27	6.2	
	Flexible	CF	3.5	
	Longitud Equivalente Total			116.7

Con la siguiente expresión se realiza la conversión de las unidades correspondientes para que la longitud equivalente quede en pies (ft):

$$L_{eq} = L_{eq} \text{ (m)} \times 3.281 \text{ (ft/m)}$$

Sustituyendo valores:

Mezanine y Segundo Nivel;

$$L_{eq} = (83.8) \times (3.281) = 274.948 \text{ (ft)}$$

$$L_{eq} \approx 275 \text{ ft}$$

Tercer Nivel;

$$L_{eq} = (92.3) \times (3.281) = 302.836 \text{ (ft)}$$

$$L_{eq} \approx 305 \text{ ft}$$

Cuarto Nivel;

$$L_{eq} = (116.7) \times (3.281) = 382.893 \text{ (ft)}$$

$$L_{eq} \approx 385 \text{ ft}$$

Para los conductos de retorno se tiene lo siguiente:

Nivel	Conducto	Tramo	L_{eq} (m)
Mezanine y 2do.	Principal	a	30.5
	Principal	b	19.1
	Principal	c	9.5
	Ramal	d	10.1
	Ramal	e	4.0
	Ramal	f	5.8
	Ramal	g	1.5
	Ramal	h	4.7
	Longitud Equivalente Total		85.2
3er.	Principal	a	51.1
	Principal	b	7.9
	Ramal	c	2.4
	Ramal	d	4.0
	Ramal	e	6.5
	Longitud Equivalente Total		71.9
4to.	Principal	a	67.7
	Principal	b	15.0
	Ramal	c	2.5
	Ramal	d	4.0
	Ramal	e	6.8
	Longitud Equivalente Total		96.0

Como es necesario tener las mismas unidades se realiza la conversión del caso anterior;

Sustituyendo valores:

Mezanine y Segundo Nivel;

$$L_{eq} = (85.2) \times (3.281) = 279.34 \text{ (ft)}$$

$$L_{eq} \approx 280 \text{ ft}$$

Tercer Nivel;

$$L_{eq} = (71.9) \times (3.281) = 235.91 \text{ (ft)}$$

$$L_{eq} \approx 240 \text{ ft}$$

Cuarto Nivel;

$$L_{eq} = (96.0) \times (3.281) = 314.97 \text{ (ft)}$$

$$L_{eq} \approx 320 \text{ ft}$$

En los conductos de extracción se tiene que: para el Primer Nivel son conductos rectangulares, por lo que en ese nivel si se tienen que calcular las transformaciones, estas se obtienen de la “Tabla 10. Rozamiento en los Elementos de un Sistema de Conductos Rectangulares”, página 2-46 del Manual de Aire Acondicionado CARRIER y de la “Tabla 12. Rozamiento en Codos Rectangulares”, página 2-49 del mismo manual. Para los otros niveles como son circulares se toma el mismo criterio que el caso anterior, entonces se tiene lo siguiente:

Nivel	Local	Conducto	Tramo	L_{eq} (m)
1er.	Lavandería	Principal	a	2.5
		Transformación	b	5.5
		Principal	c	1.5
		Codo	d	2.0
		Principal	e	0.8
		Codo	f	2.0
		Principal	g	0.8
Longitud Equivalente Total				15.1
Taller		Principal	a	2.5
		Transformación	b	4.5
		Principal	c	1.5
		Codo	d	1.5
		Principal	e	0.8

Nivel	Local	Conducto	Tramo	L_{eq} (m)
		Codo	f	1.5
		Principal	g	0.8
	Longitud Equivalente Total			13.1
2do.	Baños: Hombres - Medico	Principal	1	8.2
		Principal	2	12.6
	Longitud Equivalente Total			20.8
3er.	Baños: Administrador – Superintendente	Principal	1	6.0
		Ramal	3	4.0
	Longitud Equivalente Total			10.0
	Baños: Generales – Regaderas – Hab. 306 - Hab. 308 - Hab. 310	Principal	4	3.5
		Principal	7	10.2
		Ramal	8	9.5
		Ramal	9	1.8
		Ramal	10	4.0
	Longitud Equivalente Total			29.0
4to.	Baterías de Telecomunicaciones	Principal	1	3.5
	Longitud Equivalente Total			3.5
	Gimnasio	Principal	2	6.0
		Ramal	4	6.1
	Longitud Equivalente Total			12.1
	Baños: Generales – Regaderas – Hab. 406 - Hab. 408 - Hab. 410	Principal	5	3.8
		Ramal	8	10.0
		Ramal	9	9.5
		Ramal	10	1.8
		Ramal	11	4.0
	Longitud Equivalente Total			29.1

Realizando la conversión para tener las mismas unidades, se tiene que para el Primer Nivel las longitudes equivalentes son:

Lavandería;

$$L_{eq} = (15.1) \times (3.281) = 49.54 \text{ (ft)}$$

$$L_{eq} \approx 50 \text{ ft}$$

Taller

$$L_{eq} = (13.1) \times (3.281) = 42.98 \text{ (ft)}$$

$$L_{eq} \approx 45 \text{ ft}$$

Segundo Nivel, (Baños: Hombres – Medico);

$$L_{eq} = (20.8) \times (3.281) = 68.24 \text{ (ft)}$$

$$L_{eq} \approx 70 \text{ ft}$$

Tercer Nivel, (Baños: Administrador – Superintendente);

$$L_{eq} = (10.0) \times (3.281) = 32.81 \text{ (ft)}$$

$$L_{eq} \approx 35 \text{ ft}$$

Baños: Generales – Regaderas – Hab. 306 - Hab. 308 - Hab. 310;

$$L_{eq} = (29.0) \times (3.281) = 95.15 \text{ (ft)}$$

$$L_{eq} \approx 100 \text{ ft}$$

Cuarto Nivel, (Baterías de Telecomunicaciones);

$$L_{eq} = (3.5) \times (3.281) = 11.484 \text{ (ft)}$$

$$L_{eq} \approx 15 \text{ ft}$$

Gimnasio;

$$L_{eq} = (12.1) \times (3.281) = 39.70 \text{ (ft)}$$

$$L_{eq} \approx 40 \text{ ft}$$

Baños: Generales – Regaderas – Hab. 406 - Hab. 408 - Hab. 410;

$$L_{eq} = () \times (3.281) = 95.48 \text{ (ft)}$$

$$L_{eq} \approx 100 \text{ ft}$$

Finalmente, con estos datos se pueden calcular las pérdidas por fricción en los conductos para todos los niveles.

Se debe tomar en cuenta que la pérdida máxima que se tiene el inicio del conducto principal, es para un tramo de 100 (ft) de longitud, lo que significa que se tiene que dividir

entre cien para obtener estas pérdidas en pulgada de agua (in H₂O), como se podrá ver los cálculos siguientes. Además, la pérdida que se tiene en los conductos flexibles es mucho menor a la antes mencionada, por lo que también será superada con la que a continuación se calcula.

Mezanine y Segundo Nivel (Inyección);

$$P_{FT} = (0.53) \left(\frac{275}{100} \right) = 1.457 \text{ (in H}_2\text{O)}$$

$$P_{FT} = 1.457 \text{ in H}_2\text{O}$$

Tercer Nivel (Inyección);

$$P_{FT} = (0.85) \left(\frac{305}{100} \right) = 2.593 \text{ (in H}_2\text{O)}$$

$$P_{FT} = 2.593 \text{ in H}_2\text{O}$$

Cuarto Nivel (Inyección);

$$P_{FT} = (0.62) \left(\frac{385}{100} \right) = 2.387 \text{ (in H}_2\text{O)}$$

$$P_{FT} = 2.387 \text{ in H}_2\text{O}$$

Las pérdidas por fricción en los conductos de retorno son las siguientes:

Mezanine y Segundo Nivel (Retorno);

$$P_{FT} = (0.45) \left(\frac{280}{100} \right) = 1.260 \text{ (in H}_2\text{O)}$$

$$P_{FT} = 1.260 \text{ in H}_2\text{O}$$

Tercer Nivel (Retorno);

$$P_{FT} = (0.45) \left(\frac{240}{100} \right) = 1.080 \text{ (in H}_2\text{O)}$$

$$P_{FT} = 1.080 \text{ in H}_2\text{O}$$

Cuarto Nivel (Retorno);

$$P_{FT} = (0.45) \left(\frac{320}{100} \right) = 1.440 \text{ (in H}_2\text{O)}$$

$$P_{FT} = 1.440 \text{ in H}_2\text{O}$$

Las pérdidas por fricción en los conductos de extracción son las siguientes:

Primer Nivel, Lavandería (Extracción);

$$P_{FT} = (0.10) \left(\frac{50}{100} \right) = 0.050 \text{ (in H}_2\text{O)}$$

$$P_{FT} = 0.050 \text{ in H}_2\text{O}$$

Taller (Extracción);

$$P_{FT} = (0.10) \left(\frac{45}{100} \right) = 0.045 \text{ (in H}_2\text{O)}$$

$$P_{FT} = 0.045 \text{ in H}_2\text{O}$$

Segundo Nivel, Baños: Hombres – Medico (Extracción);

$$P_{FT} = (0.20) \left(\frac{70}{100} \right) = 0.140 \text{ (in H}_2\text{O)}$$

$$P_{FT} = 0.140 \text{ in H}_2\text{O}$$

Tercer Nivel, Baños: Administrador – Superintendente (Extracción);

$$P_{FT} = (0.20) \left(\frac{35}{100} \right) = 0.070 \text{ (in H}_2\text{O)}$$

$$P_{FT} = 0.070 \text{ in H}_2\text{O}$$

Baños: Generales – Regaderas - Hab. 306 - Hab. 308 - Hab. 310 (Extracción);

$$P_{FT} = (0.20) \left(\frac{100}{100} \right) = 0.200 \text{ (in H}_2\text{O)}$$

$$P_{FT} = 0.200 \text{ in H}_2\text{O}$$

Cuarto Nivel, Baterías de Telecomunicaciones (Extracción);

$$P_{FT} = (0.20) \left(\frac{15}{100} \right) = 0.030 \text{ (in H}_2\text{O)}$$

$$P_{FT} = 0.030 \text{ in H}_2\text{O}$$

Gimnasio (Extracción);

$$P_{FT} = (0.20) \left(\frac{40}{100} \right) = 0.080 \text{ (in H}_2\text{O)}$$

$$P_{FT} = 0.080 \text{ in H}_2\text{O}$$

Baños: Generales – Regaderas – Hab. 406 - Hab. 408 - Hab. 410 (Extracción);

$$P_{FT} = (0.20) \left(\frac{100}{100} \right) = 0.200 \text{ (in H}_2\text{O)}$$

$$P_{FT} = 0.200 \text{ in H}_2\text{O}$$

CAPITULO 5.0. SELECCIÓN DEL EQUIPO

5.1. CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE AIRE

La selección de un sistema para acondicionar ciertos locales es muy difícil, ya que de esta decisión dependerá la satisfacción del ocupante, así como la adaptación del sistema al edificio al que servirá, y la conveniencia del mismo. Los aspectos más importantes que se deben considerar son; el económico y los deseos del cliente, por lo que se debe considerar lo siguiente:

- 1) Con cuanto capital se cuenta y cual es el objetivo de esta inversión, por parte del inversor.
- 2) El espacio de los locales o edificios tomando en cuenta su localización, situación geográfica, uso y su forma.
- 3) El sistema debe tener la capacidad para satisfacer las condiciones exteriores y la carga interna. estas se obtuvieron en el capítulo 3.
- 4) Que tiempo estarán encendidas las luces y se tendrá ocupantes simultáneamente.
- 5) La caída de presión total que debe vencer el ventilador, incluyendo los conductos, filtros, caja de mezcla, etc.
- 6) Cual es el tipo de refrigerante que se empleará.
- 7) Capacidad del equipo.
- 8) Espacio disponible para el equipo y sistema.
- 9) Energía disponible.

Como se menciona en el capítulo 1, en este trabajo de tesis se emplearán sistemas solo aire, los cuales son enfriados por aire y emplean aire para enfriar los locales.

Los sistemas de refrigeración para enfriamiento de aire que se emplearán en este proyecto son de expansión directa. Dentro del sistema de expansión directa se encuentra el sistema dividido, que es el que se empleo en este proyecto, esta unidad tiene todos los elementos para producir el enfriamiento de aire. Este consta de una unidad manejadora de aire y de una unidad condensadora de aire.

Estos sistemas cuentan con: una toma de aire exterior, una toma de aire de retorno, filtros, ventilador, rejillas para distribuir el aire en cada espacio acondicionado y el aparato de refrigeración que consta de; compresor, condensador, enfriador y tuberías.

5.2. UNIDADES MANEJADORAS DE AIRE

La unidad manejadora de aire designa la combinación de serpentines, ventilador, filtros, compuertas y caja. Hay básicamente dos disposiciones: unidades unizona y unidades multizona. En capacidades pequeñas y medianas, las unidades manejadoras de aire se arman en la fabrica por secciones: sección del ventilador, sección de serpentín, sección de filtros, caja de mezcla. En los sistemas grandes, estas partes que se necesitan seleccionar por separado.

Para seleccionar la Unidad Manejadora de Aire, solamente se necesita saber cuantos PCM va a manejar (este dato lo encontramos en el capítulo anterior), y la capacidad requerida en TR (del capítulo tres), entonces:

2do. Nivel	$V_T \approx 8100$ PCM
3er. Nivel	$V_T \approx 3500$ PCM
4to. Nivel	$V_T \approx 6000$ PCM
2do. Nivel	$Q_T \approx 37$ TR
3er. Nivel	$Q_T \approx 14$ TR
4to. Nivel	$Q_T \approx 25$ TR

La selección se realizo con el catálogo “York, Curbpak Rooftop Air Handling Units, Roof Mounted Single Zone”. Las que más se adaptaron a nuestras necesidades son las siguientes:

Para el Mezanine y Segundo Nivel únicamente se empleo un equipo (una Unidad Manejadora y una Unidad Condensadora), como se menciono anteriormente. Entonces se tiene:

Unidad Manejadora de Aire	
Tipo:	Unizona Horizontal
Servicio:	Mezanine y Segundo Nivel
Localización:	Mezanine
Marca:	York
Flujo:	$V_T \approx 8100$ PCM
Capacidad:	$Q_T \approx 37$ TR
Modelo:	YCP45-AF
Tipo de Ventilador:	Air Foil
Velocidad:	2688 r.p.m.
Potencia:	14.55 BHP
Motor eléctrico:	20 HP, 460 V, 3 F, 60 Hz, 3600 r.p.m.
Area del serpentín:	18.85 ft ²
Número de hileras:	8
Número de aletas:	8 por pulgada
Area para filtros:	20 ft ²

Para el Tercer Nivel se empleo un equipo (una Unidad Manejadora y una Unidad Condensadora). Entonces se tiene:

Unidad Manejadora de Aire

Tipo:	Unizona Horizontal
Servicio:	Tercer Nivel
Localización:	Primer Nivel
Marca:	York
Flujo:	$V_T \approx 3500$ PCM
Capacidad:	$Q_T \approx 14$ TR
Modelo:	YCP25-AF
Tipo de Ventilador:	Air Foil
Velocidad:	3652 r.p.m.
Potencia:	7.88 BHP
Motor eléctrico:	10 HP, 460 V, 3 F, 60 Hz, 3600 r.p.m.
Area del serpentín:	8.85 ft ²
Número de hileras:	6
Número de aletas:	8 por pulgada
Area para filtros:	10 ft ²

Para el Cuarto Nivel se empleo un equipo (una Unidad Manejadora y una Unidad Condensadora). Entonces se tiene:

Unidad Manejadora de Aire

Tipo:	Unizona Horizontal
Servicio:	Cuarto Nivel
Localización:	Primer Nivel
Marca:	York
Flujo:	$V_T \approx 6000$ PCM
Capacidad:	$Q_T \approx 25$ TR
Modelo:	YCP44-AF
Tipo de Ventilador:	Air Foil
Velocidad:	3054 r.p.m.
Potencia:	13.01 BHP
Motor eléctrico:	20 HP, 460 V, 3 F, 60 Hz, 3600 r.p.m.
Area del serpentín:	15.08 ft ²
Número de hileras:	6
Número de aletas:	8 por pulgada
Area para filtros:	16 ft ²

5.3. SERPENTIN DE EXPANSION DIRECTA

Los serpentines de enfriamiento pueden ser de agua helada o de un refrigerante que se evapora. Estos últimos son los que emplearemos en este proyecto.

Los serpentines se fabrican en general de tubing de cobre con aletas de aluminio o de cobre. Las aletas aumentan la superficie efectiva del tubing, aumentando con ello la transferencia de calor para una longitud dada de tubo.

El aire se enfría al hacerlo pasar por un serpentín de tubos que contiene un fluido enfriado por el refrigerante. Cuando el aire enfriado de suministro entra al local, se enfría este.

La selección del serpentín se hacen con la ayuda de tablas o gráficas de los fabricantes, basadas en el funcionamiento deseado. El funcionamiento de un serpentín de enfriamiento depende de los siguientes factores:

- 1) La cantidad de calor sensible y latente que debe transmitir el aire, (este dato se dará en cada selección).
- 2) El estado del aire que entra y sale, sus temperaturas de bulbo seco y bulbo húmedo, (estas se mencionarán también en cada selección).
- 3) La construcción del serpentín: el número de aletas, el tamaño y el espaciamiento del tubo, y el número de hileras, (esto será determinado del catálogo).
- 4) La velocidad del refrigerante, (450 ft/min.).
- 5) La velocidad superficial del aire. Esta velocidad es el flujo volumétrico en PCM, dividido entre el área superficial proyectada del serpentín, (este calculo se realizará en cada selección).

A continuación se presentan las selecciones para cada nivel:

Con la siguiente expresión se obtiene la velocidad en el serpentín:

$$V = \frac{V_T}{A}$$

Donde:

V = Velocidad del aire en el serpentín, (ft/min.)

A = Area de paso del serpentín, (ft²)

Sustituyendo los datos del Mezanine y Segundo Nivel:

$$V = (8100/18.85)$$

$$V = 429.7 \text{ (ft/min.)}$$

Para el Tercer Nivel:

$$V = (3500 / 8.85)$$

$$V = 395.5 \text{ (ft/min.)}$$

Para el Cuarto Nivel:

$$V = (6000 / 15.08)$$

$$V = 397.88 \text{ (ft/min.)}$$

Con la siguiente expresión se obtiene la capacidad requerida en (Btu/hr):

$$Q_T = (TR) (12000) \left(\frac{\text{Btu/hr}}{TR} \right)$$

Sustituyendo los datos del Mezanine y Segundo Nivel:

$$Q_T = (37) (12000)$$

$$V = 444000 \text{ (Btu/hr)}$$

Para el Tercer Nivel:

$$Q_T = (14) (12000)$$

$$V = 168000 \text{ (Btu/hr)}$$

Para el Cuarto Nivel:

$$Q_T = (25) (12000)$$

$$V = 300000 \text{ (Btu/hr)}$$

Con la siguiente expresión se obtiene la carga térmica total por área de paso del serpentín en (Btu hr/ft²):

$$Q_{\text{T SER}} = \frac{Q_T}{A}$$

Donde:

$Q_{T\text{SER}}$ = Carga térmica total por área de paso del serpentín, (Btu/hr ft²)

Q_T = Carga térmica total, (Btu/hr)

Sustituyendo los datos del Mezanine y Segundo Nivel:

$$Q_T = 444000/18.85$$

$$V = 23554.377 \text{ (Btu hr/ft}^2\text{)}$$

Para el Tercer Nivel:

$$Q_T = 168000/8.85$$

$$V = 18983.051 \text{ (Btu hr/ft}^2\text{)}$$

Para el Cuarto Nivel:

$$Q_T = 300000 /15.08$$

$$V = 19893.899 \text{ (Btu hr/ft}^2\text{)}$$

Condiciones del refrigerante R-22:

Temperatura de Evaporación del refrigerante R-22 se toma de la siguiente forma:

$$T_E = T_{iny} - 10 \text{ }^\circ\text{F}$$

Donde:

T_E = Temperatura de Evaporación, (°F)

T_{iny} = Temperatura de Inyección del aire, (°F)

Sustituyendo los datos para el Mezanine y Segundo Nivel:

$$T_E = 55.13 - 10 = 45.13 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$T_E = 7.29 \text{ }^\circ\text{C} \approx 7.3 \text{ }^\circ\text{C}$$

Para el Tercer Nivel:

$$T_E = 54.05 - 10 = 44.05 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$T_E = 6.7 \text{ }^\circ\text{C}$$

Para el Cuarto Nivel:

$$T_E = 56.3 - 10 = 46.3 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$T_E = 7.94 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Temperatura de Condensación del refrigerante R-22:

$$T_C = T \text{ calculo (Tbs)}$$

Donde:

T_C = Temperatura de condensación, ($^\circ\text{C}$)

Para todos los Niveles:

$$T_C = 36^\circ\text{C}$$

Condiciones del aire en el serpentín:

La Temperatura de la Mezcla:

$$T_{bsM} = T_{bsSI}$$

$$T_{bhM} = T_{bhSI}$$

Donde:

T_{bsM} = Temperatura de bulbo seco de la mezcla, ($^\circ\text{C}$)

T_{bsSI} = Temperatura de bulbo seco al inicio del serpentín, ($^\circ\text{C}$)

T_{bhM} = Temperatura de bulbo húmedo de la mezcla, ($^\circ\text{C}$)

T_{bhSI} = Temperatura de bulbo húmedo al inicio del serpentín, ($^\circ\text{C}$)

Sustituyendo los datos para el Mezanine y Segundo Nivel:

$$T_{bsSI} = 25.90 \text{ } ^\circ\text{C} \quad ; \quad T_{bsSI} = 78.62 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$T_{bhSI} = 20.90 \text{ } ^\circ\text{C} \quad ; \quad T_{bhSI} = 69.62 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Para el Tercer Nivel:

$$T_{bsSI} = 26.5 \text{ } ^\circ\text{C} \quad ; \quad T_{bsSI} = 79.70 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$T_{bhSI} = 22.2 \text{ } ^\circ\text{C} \quad ; \quad T_{bhSI} = 71.96 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Para el Cuarto Nivel:

$$T_{bsSI} = 26.5 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad ; \quad T_{bsSI} = 79.70 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

$$T_{bhSI} = 22.2 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad ; \quad T_{bhSI} = 71.96 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

La Temperatura de Inyección:

$$T_{bsiny} = T_{bsSF}$$

$$T_{bhiny} = T_{bhSF}$$

Donde:

T_{bsiny} = Temperatura de bulbo seco de inyección, ($^{\circ}\text{C}$)

T_{bsSF} = Temperatura de bulbo seco al final del serpentín, ($^{\circ}\text{C}$)

T_{bhiny} = Temperatura de bulbo húmedo de inyección, ($^{\circ}\text{C}$)

T_{bhSF} = Temperatura de bulbo húmedo al final del serpentín, ($^{\circ}\text{C}$)

Sustituyendo los datos para el Mezanine y Segundo Nivel:

$$T_{bsSF} = 12.85 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad ; \quad T_{bsSF} = 55.13 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

$$T_{bhSF} = 12.00 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad ; \quad T_{bhSF} = 53.60 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

Para el Tercer Nivel:

$$T_{bsSF} = 12.25 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad ; \quad T_{bsSF} = 54.05 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

$$T_{bhSF} = 11.60 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad ; \quad T_{bhSF} = 52.88 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

Para el Cuarto Nivel:

$$T_{bsSF} = 13.50 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad ; \quad T_{bsSF} = 56.30 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

$$T_{bhSF} = 12.50 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad ; \quad T_{bhSF} = 54.50 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

Con todos estos datos se pueden seleccionar los serpentines. En el catálogo "Swirfin Cooling Coils, Chilled Water – Direct Expansion York International" se obtiene la información que se presenta enseguida. Y con estos datos entramos al catálogo "York Recold, Modelos AH, AV, MH y MV, Manejadoras de Aire, Instructivo de Aplicación y Selección", para encontrar la caída de presión en (in. H_2O).

Mezanine y Segundo Nivel:

Tipo:	Series MC (Mediana Capacidad)
Número de hileras:	8
Número de aletas:	8
Q_{TSE} =	25110 (Btu hr/ft ²)
T_{bSI} =	25.90 °C; (78.62 °F)
T_{bSI} =	20.90 °C; (69.62 °F)
T_{bSF} =	12.85 °C; (55.13 °F)
T_{bSF} =	12.00 °C; (53.60 °F)

Tercer Nivel:

Tipo:	Series MC (Mediana Capacidad)
Número de hileras:	6
Número de aletas:	8
Q_{TSE} =	22510 (Btu hr/ft ²)
T_{bSI} =	26.50 °C; (79.70 °F)
T_{bSI} =	22.20 °C; (71.96 °F)
T_{bSF} =	12.25 °C; (54.05 °F)
T_{bSF} =	11.60 °C; (52.88 °F)

Cuarto Nivel:

Tipo:	Series MC (Mediana Capacidad)
Número de hileras:	6
Número de aletas:	8
Q_{TSE} =	22510 (Btu hr/ft ²)
T_{bSI} =	26.50 °C; (79.70 °F)
T_{bSI} =	22.20 °C; (71.96 °F)
T_{bSF} =	13.50 °C; (56.30 °F)
T_{bSF} =	12.50 °C; (54.50 °F)

La caída de presión en (in. H₂O) para estos serpentines es la siguiente:

Mezanine y Segundo Nivel:

Para 8 hileras ⇒ C_p = 0.55 in H₂O

Tercer Nivel y Cuarto Nivel:

Para 6 hileras ⇒ C_p = 0.34 in H₂O

5.4. SISTEMAS DE FILTRACION

Los sistemas que hacen circular aire en general tienen la posibilidad de eliminar algunos contaminantes. La mayor parte de los sistemas cuentan con dispositivos que eliminan las partículas de polvo y tierra. A veces también se eliminan gases cuyo olor es desagradable. Es necesaria la limpieza adecuada del aire por las siguientes razones:

- a) Protección de la salud, las partículas de polvo se relacionan con serios padecimientos respiratorios.
- b) Mantenimiento de la limpieza de las superficies y muebles del local.
- c) Protección del equipo de acondicionamiento de aire. Algunos equipos no trabajan correctamente o se gastan con mayor rapidez sin la limpieza adecuada.
- d) Protección de la maquinaria de acondicionamiento de aire. El polvo que se acumula en los serpentines aumenta su resistencia a la transferencia de calor.

Existen varios tipos de filtros, pero por la ubicación de la plataforma y la aplicación que se le va a dar, solamente se utilizarán los siguientes: 1) Filtros metálicos, 2) Filtros fibra de vidrio y 3) Filtros de bolsa (fibra de vidrio).

Los primeros, se usan principalmente para retener la humedad contenida en el aire.

Los siguientes eliminan satisfactoriamente partículas mayores de polvo pero no las pequeñas.

Los últimos se utilizan para retener las partículas pequeñas de polvo, se les llaman de bolsa por su forma, estos son de fibra de vidrio.

Del catálogo "Riga Flo, Rigid Air Filters for Medium and High Efficiency Applications, Farr Bulletin B-1306-1J", se seleccionan los siguientes filtros:

Para la Unidad Manejadora del Mezanine y Segundo Nivel:

- a) Cantidad: 4 – Filtros
- b) Fibra de vidrio
- c) Capacidad: 2000 PCM
- d) Caída de presión: 1.5 in H₂O
- e) Marca: Farr
- f) Modelo: Riga – Flo 15
- g) Eficiencia: 60 – 65 %
- h) Dimensiones: 24" x 24" x 12"
- i) Area media: 58 ft²

- a) Cantidad: 2 – Filtros
- b) Fibra de vidrio
- c) Capacidad: 1000 PCM
- d) Caída de presión: 1.5 in H₂O
- e) Marca: Farr
- f) Modelo: Riga – Flo 15
- g) Eficiencia: 60 – 65 %
- h) Dimensiones: 24” x 12” x 12”
- i) Area media: 28 ft²

Del catálogo “Eco, Moisture Separator, Specifications Moisture Separator System – Water and Oil Mist Elimination, Farr Bulletin A-2200-5E”, se seleccionan los siguientes filtros:

- a) Cantidad: 4 – Filtros
- b) Tipo: ECO
- c) Filtro metálico separador de humedad
- d) Capacidad: 2000 PCM
- e) Caída de presión: 0.5 in H₂O
- f) Marca: Farr
- g) Modelo: 64649 – 001
- h) Eficiencia: 98 %
- i) Dimensiones: 24” x 24” x 2”
- j) Peso: 8.7 kg.

- a) Cantidad: 2 – Filtros
- b) Tipo: ECO
- c) Filtro metálico separador de humedad
- d) Capacidad: 1000 PCM
- e) Caída de presión: 0.5 in H₂O
- f) Marca: Farr
- g) Modelo: 64649 – 003
- h) Eficiencia: 98 %
- i) Dimensiones: 24” x 12” x 2”
- j) Peso: 4.5 kg.

Del catálogo “30/30, Medium Efficiency, Pleated Air Filters, Farr HVAC Products, Bulletin B-1305-5S”, se seleccionan los siguientes filtros:

- a) Cantidad: 4 – Filtros
- b) Fibra de vidrio
- c) Capacidad: 1000 PCM
- d) Caída de presión: 1.0 in H₂O
- e) Marca: Farr
- f) Modelo: 30/30
- g) Eficiencia: 30 %
- h) Dimensiones: 24” x 24” x 2”

- a) Cantidad: 2 – Filtros
- b) Fibra de vidrio
- c) Capacidad: 500 PCM
- d) Caída de presión: 1.0 in H₂O
- e) Marca: Farr
- f) Modelo: 30/30
- g) Eficiencia: 30 %
- h) Dimensiones: 24” x 12” x 2”

Del catálogo “Eco, Moisture Separator, Specifications Moisture Separator System – Water and Oil Mist Elimination, Farr Bulletin A-2200-5E”, se selecciono el siguiente filtro para la rejilla de Toma de Aire Exterior:

- a) Cantidad: 1 – Filtro
- b) Tipo: ECO
- c) Filtro metálico separador de humedad
- d) Capacidad: 2000 PCM
- e) Caída de presión: 0.5 in H₂O
- f) Marca: Farr
- g) Modelo: 64649 – 001
- h) Eficiencia: 98 %
- i) Dimensiones: 24” x 24” x 2”
- j) Peso: 8.7 kg.

Del catálogo “Riga Flo, Rigid Air Filters for Medium and High Efficiency Applications, Farr Bulletin B-1306-1J”, se seleccionan los siguientes filtros para la Unidad Manejadora del Tercer Nivel:

- a) Cantidad: 2 – Filtros
 - b) Fibra de vidrio
 - c) Capacidad: 2000 PCM
 - d) Caída de presión: 1.5 in H₂O
 - e) Marca: Farr
 - f) Modelo: Riga – Flo 15
 - g) Eficiencia: 60 – 65 %
 - h) Dimensiones: 24” x 24” x 12”
 - i) Area media: 58 ft²
-
- a) Cantidad: 1 – Filtro
 - b) Fibra de vidrio
 - c) Capacidad: 1000 PCM
 - d) Caída de presión: 1.5 in H₂O
 - e) Marca: Farr
 - f) Modelo: Riga – Flo 15
 - g) Eficiencia: 60 – 65 %
 - h) Dimensiones: 24” x 12” x 12”
 - i) Area media: 28 ft²

Del catálogo "Eco, Moisture Separator, Specifications Moisture Separator System – Water and Oil Mist Elimination, Farr Bulletin A-2200-5E", se seleccionan los siguientes filtros:

- a) Cantidad: 2 – Filtros
- b) Tipo: ECO
- c) Filtro metálico separador de humedad
- d) Capacidad: 2000 PCM
- e) Caída de presión: 0.5 in H₂O
- f) Marca: Farr
- g) Modelo: 64649 – 001
- h) Eficiencia: 98 %
- i) Dimensiones: 24" x 24" x 2"
- j) Peso: 8.7 kg.

- a) Cantidad: 1 – Filtro
- b) Tipo: ECO
- c) Filtro metálico separador de humedad
- d) Capacidad: 1000 PCM
- e) Caída de presión: 0.5 in H₂O
- f) Marca: Farr
- g) Modelo: 64649 – 003
- h) Eficiencia: 98 %
- i) Dimensiones: 24" x 12" x 2"
- j) Peso: 4.5 kg.

Del catálogo "30/30, Medium Efficiency, Pleated Air Filters, Farr HVAC Products, Bulletin B-1305-5S", se seleccionan los siguientes filtros:

- a) Cantidad: 2 – Filtros
- b) Fibra de vidrio
- c) Capacidad: 1000 PCM
- d) Caída de presión: 1.0 in H₂O
- e) Marca: Farr
- f) Modelo: 30/30
- g) Eficiencia: 30 %
- h) Dimensiones: 24" x 24" x 2"

- a) Cantidad: 1 – Filtro
- b) Fibra de vidrio
- c) Capacidad: 500 PCM
- d) Caída de presión: 1.0 in H₂O
- e) Marca: Farr
- f) Modelo: 30/30
- g) Eficiencia: 30 %
- h) Dimensiones: 24" x 12" x 2"

Del catálogo “Eco, Moisture Separator, Specifications Moisture Separator System – Water and Oil Mist Elimination, Farr Bulletin A-2200-5E”, se selecciono el siguiente filtro para la rejilla de Toma de Aire Exterior:

- a) Cantidad: 1 – Filtro
- b) Tipo: ECO
- c) Filtro metálico separador de humedad
- d) Capacidad: 2000 PCM
- e) Caída de presión: 0.5 in H₂O
- f) Marca: Farr
- g) Modelo: 64649 – 001
- h) Eficiencia: 98 %
- i) Dimensiones: 24” x 24” x 2”
- j) Peso: 8.7 kg.

Del catálogo “Riga Flo, Rigid Air Filters for Medium and Hight Efficiency Applications, Farr Bulletin B-1306-1J”, se seleccionan los siguientes filtros para la Unidad Manejadora del Cuarto Nivel:

- a) Cantidad: 4 – Filtros
- b) Fibra de vidrio
- c) Capacidad: 2000 PCM
- d) Caída de presión: 1.5 in H₂O
- e) Marca: Farr
- f) Modelo: Riga – Flo 15
- g) Eficiencia: 60 – 65 %
- h) Dimensiones: 24” x 24” x 12”
- i) Area media: 58 ft²

Del catálogo “Eco, Moisture Separator, Specifications Moisture Separator System – Water and Oil Mist Elimination, Farr Bulletin A-2200-5E”, se seleccionan los siguientes filtros:

- a) Cantidad: 4 – Filtros
- b) Tipo: ECO
- c) Filtro metálico separador de humedad
- d) Capacidad: 2000 PCM
- e) Caída de presión: 0.5 in H₂O
- f) Marca: Farr
- g) Modelo: 64649 – 001
- h) Eficiencia: 98 %
- i) Dimensiones: 24” x 24” x 2”
- j) Peso: 8.7 kg.

Del catálogo “30/30, Medium Efficiency, Pleated Air Filters, Farr HVAC Products, Bulletin B-1305-5S”, se seleccionan los siguientes filtros:

- a) Cantidad: 4 – Filtros
- b) Fibra de vidrio
- c) Capacidad: 1000 PCM
- d) Caída de presión: 1.0 in H₂O
- e) Marca: Farr
- f) Modelo: 30/30
- g) Eficiencia: 30 %
- h) Dimensiones: 24” x 24” x 2”

Del catálogo “Eco, Moisture Separator, Specifications Moisture Separator System – Water and Oil Mist Elimination, Farr Bulletin A-2200-5E”, se selecciono el siguiente filtro para la rejilla de Toma de Aire Exterior:

- a) Cantidad: 1 – Filtro
- b) Tipo: ECO
- c) Filtro metálico separador de humedad
- d) Capacidad: 2000 PCM
- e) Caída de presión: 0.5 in H₂O
- f) Marca: Farr
- g) Modelo: 64649 – 001
- h) Eficiencia: 98 %
- i) Dimensiones: 24” x 24” x 2”
- j) Peso: 8.7 kg.

- a) Cantidad: 1 – Filtro
- b) Tipo: ECO
- c) Filtro metálico separador de humedad
- d) Capacidad: 1000 PCM
- e) Caída de presión: 0.5 in H₂O
- f) Marca: Farr
- g) Modelo: 64649 – 002
- h) Eficiencia: 98 %
- i) Dimensiones: 12” x 24” x 2”
- j) Peso: 4.5 kg.

La caída de presión en la caja de mezcla se encuentra en el catalogo “York, Curbpak Rooftop Air Handling Units, Roof Mounted Single Zone”, página 26;

$$CP_E = 0.07 \text{ in H}_2\text{O}$$

Donde:

CP_E = Caída de presión Estática, (in H₂O)

5.5. CAIDA DE PRESION TOTAL

Ahora si se pueden obtener las pérdidas totales debidas a la fricción en cada sistema que debe vencer el ventilador. Esta será representada por CP_T y esta dada en (in H₂O).

Para el Mezanine y Segundo Nivel es:

Conductos de Inyección:	1.457
Conductos de Retorno:	1.260
Caja de Volumen Variable:	0.010
Difusores:	0.370
Rejilla de Retorno:	0.066
Rejilla de Toma de Aire Exterior:	0.066
Filtros Metálicos:	0.500
Filtros de Fibra de Vidrio:	1.000
Filtros de Bolsa:	1.500
Filtro de rejilla de Toma de Aire Exterior:	0.500
Serpentín:	0.550
Caja de Mezcla:	0.070
	$CP_T = 7.349$ in H ₂ O

$$CP_T \approx 7.5 \text{ in H}_2\text{O}$$

Para el Tercer Nivel es:

Conductos de Inyección:	2.593
Conductos de Retorno:	1.080
Caja de Volumen Variable:	0.010
Difusores:	0.370
Rejilla de Retorno:	0.066
Rejilla de Toma de Aire Exterior:	0.066
Filtros Metálicos:	0.500
Filtros de Fibra de Vidrio:	1.000
Filtros de Bolsa:	1.500
Filtro de rejilla de Toma de Aire Exterior:	0.500
Serpentín:	0.550
Caja de Mezcla:	0.070
	$CP_T = 8.305$ in H ₂ O

$$CP_T \approx 8.5 \text{ in H}_2\text{O}$$

Para el Cuarto Nivel es:

Conductos de Inyección:	2.387
Conductos de Retorno:	1.440
Caja de Volumen Variable:	0.010
Difusores:	0.370
Rejilla de Retorno:	0.066
Rejilla de Toma de Aire Exterior:	0.066
Filtros Metálicos:	0.500
Filtros de Fibra de Vidrio:	1.000
Filtros de Bolsa:	1.500
Filtro de rejilla de Toma de Aire Exterior:	0.500
Serpentín:	0.550
Caja de Mezcla:	0.070
	$CP_T = 8.459 \text{ in H}_2\text{O}$

$$CP_T \approx 8.5 \text{ in H}_2\text{O}$$

Para el Primer Nivel (Lavandería) es:

Conductos de Extracción:	0.050
Rejilla de Retorno:	0.066
Rejilla de Puerta:	0.232
	$CP_T = 0.348 \text{ in H}_2\text{O}$

$$CP_T \approx 0.5 \text{ in H}_2\text{O}$$

Para el Primer Nivel (Taller) es:

Conductos de Extracción:	0.045
Rejilla de Retorno:	0.066
Rejilla de Puerta:	0.232
	$CP_T = 0.343 \text{ in H}_2\text{O}$

$$CP_T \approx 0.5 \text{ in H}_2\text{O}$$

Para el Segundo Nivel (Baño: Hombres - Medico) es:

Conductos de Extracción:	0.473
Rejilla de Retorno:	0.066
Rejilla de Puerta:	0.232
	$CP_T = 0.771 \text{ in H}_2\text{O}$

$$CP_T \approx 1.0 \text{ in H}_2\text{O}$$

Para el Tercer Nivel (Baños: Administrador - Superintendente) es:

Conductos de Extracción:	0.050
Rejilla de Retorno:	0.066
Rejilla de Puerta:	0.232
	$CP_T = 0.517 \text{ in H}_2\text{O}$

$$CP_T \approx 0.5 \text{ in H}_2\text{O}$$

Para el Tercer Nivel (Baños: Generales, Regaderas, Habitación 306,308,310) es:

Conductos de Extracción:	0.436
Rejilla de Retorno:	0.066
Rejilla de Puerta:	0.232
	$CP_T = 0.734 \text{ in H}_2\text{O}$

$$CP_T \approx 1.0 \text{ in H}_2\text{O}$$

Para el Cuarto Nivel (Baterías de Telecomunicaciones) es:

Conductos de Extracción:	0.045
Rejilla de Retorno:	0.066
Rejilla de Puerta:	0.232
	$CP_T = 0.343 \text{ in H}_2\text{O}$

$$CP_T \approx 0.5 \text{ in H}_2\text{O}$$

Para el Cuarto Nivel (Gimnasio) es:

Conductos de Extracción:	0.172
Rejilla de Retorno:	0.066
Rejilla de Puerta:	0.232
	$CP_T = 0.470 \text{ in H}_2\text{O}$

$$CP_T \approx 0.5 \text{ in H}_2\text{O}$$

Para el Cuarto Nivel (Baños: Generales, Regaderas, Habitación 306,308,310) es:

Conductos de Extracción:	0.436
Rejilla de Retorno:	0.066
Rejilla de Puerta:	0.232
	$CP_T = 0.734 \text{ in H}_2\text{O}$

$$CP_T \approx 1.0 \text{ in H}_2\text{O}$$

5.6. UNIDADES CONDENSADORAS

Las Unidades Condensadoras eliminan del sistema la energía ganada en el evaporador y el compresor. El aire atmosférico o agua son los sumideros de calor más convenientes para desecharlo. Para nuestro caso se utilizará el primero que mencione.

En las Unidades Condensadoras enfriadas por aire el refrigerante circula a través de un serpentín y el aire pasa por el exterior de los tubos. El movimiento del aire se origina mediante efectos de convección natural, cuando se calienta el aire, o bien la condensadora puede tener un ventilador para aumentar la velocidad de este, con lo cual se obtiene mayor capacidad. En general, las condensadoras enfriadas por aire se instalan en el exterior. Este equipo se compone de un compresor recíprocante y un condensador, este último que mencione es el intercambiador de calor.

Para seleccionar estas unidades, es necesario seguir lo siguiente:

- a) El cálculo de la carga térmica se debe desglosar en carga térmica total y en sensible.
- b) Se requiere conocer el flujo volumétrico total en PCM
- c) Se deben conocer sus temperaturas de bulbo seco y bulbo húmedo ó el porcentaje de humedad relativa.
- d) Con los datos de volumen y las condiciones de diseño se calcula la calidad de aire de la mezcla del aire a la entrada del serpentín evaporador, (T_{bs} , T_{bh} , HR).
- e) Deben ser consideradas las localizaciones relativas entre la condensadora y la manejadora, ya que las tablas de capacidades, solamente incluyen tolerancia por caída de presión en las líneas de refrigerante hasta 12 metros de longitud y no más de 5 codos o dobleces.
- f) Cantidad de aire exterior.
- g) Corriente disponible.

A continuación se presenta la selección de las Unidades Condensadoras, una para cada Unidad Manejadora de Aire.

Primero daré los datos requeridos para la selección.

Para el Mezanine y Segundo Nivel:

- | | |
|------------------------------|------------------------|
| 1.- Carga térmica total: | $Q_T = 444,000$ Btu hr |
| 2.- Carga térmica sensible: | $Q_S = 394,000$ Btu hr |
| 3.- Flujo volumétrico total: | $V_T = 8,100$ PCM |

- 4.- Temperatura interior: $T_{bs_{Int.}} = 24.0\text{ }^{\circ}\text{C}$; $T_{bs_{Int.}} = 75.20\text{ }^{\circ}\text{F}$
 $T_{bh_{Int.}} = 17.1\text{ }^{\circ}\text{C}$; $T_{bh_{Int.}} = 62.78\text{ }^{\circ}\text{F}$
- 5.- Humedad relativa: HR = 50 %
- 6.- Cantidad de aire exterior: AE = 15 %
- 7.- Temperatura exterior: $T_{bs_{Ext.}} = 36.0\text{ }^{\circ}\text{C}$; $T_{bs_{Ext.}} = 96.8\text{ }^{\circ}\text{F}$
 $T_{bh_{Ext.}} = 34.0\text{ }^{\circ}\text{C}$; $T_{bh_{Ext.}} = 93.2\text{ }^{\circ}\text{F}$
- 8.- Humedad relativa: HR = 90 %
- 9.- Corriente disponible: Voltaje = 460 Volts ; Fases = 3 ; Frecuencia = 60 Hertz

Para el Tercer Nivel:

- 1.- Carga térmica total: $Q_T = 168,000\text{ Btu hr}$
- 2.- Carga térmica total: $Q_S = 150,000\text{ Btu hr}$
- 3.- Flujo volumétrico total: $V_T = 3,500\text{ PCM}$
- 4.- Temperatura interior: $T_{bs_{Int.}} = 24.0\text{ }^{\circ}\text{C}$; $T_{bs_{Int.}} = 75.20\text{ }^{\circ}\text{F}$
 $T_{bh_{Int.}} = 17.1\text{ }^{\circ}\text{C}$; $T_{bh_{Int.}} = 62.78\text{ }^{\circ}\text{F}$
- 5.- Humedad relativa: HR = 50 %
- 6.- Cantidad de aire exterior: AE = 20 %
- 7.- Temperatura exterior: $T_{bs_{Ext.}} = 36.0\text{ }^{\circ}\text{C}$; $T_{bs_{Ext.}} = 96.8\text{ }^{\circ}\text{F}$
 $T_{bh_{Ext.}} = 34.0\text{ }^{\circ}\text{C}$; $T_{bh_{Ext.}} = 93.2\text{ }^{\circ}\text{F}$
- 8.- Humedad relativa: HR = 90 %
- 9.- Corriente disponible: Voltaje = 460 Volts ; Fases = 3 ; Frecuencia = 60 Hertz

Para el Cuarto Nivel:

- 1.- Carga térmica total: $Q_T = 300,000\text{ Btu hr}$
- 2.- Carga térmica total: $Q_S = 271,000\text{ Btu hr}$
- 3.- Flujo volumétrico total: $V_T = 6,000\text{ PCM}$
- 4.- Temperatura interior: $T_{bs_{Int.}} = 24.0\text{ }^{\circ}\text{C}$; $T_{bs_{Int.}} = 75.20\text{ }^{\circ}\text{F}$
 $T_{bh_{Int.}} = 17.1\text{ }^{\circ}\text{C}$; $T_{bh_{Int.}} = 62.78\text{ }^{\circ}\text{F}$
- 5.- Humedad relativa: HR = 50 %
- 6.- Cantidad de aire exterior: AE = 20 %
- 7.- Temperatura exterior: $T_{bs_{Ext.}} = 36.0\text{ }^{\circ}\text{C}$; $T_{bs_{Ext.}} = 96.8\text{ }^{\circ}\text{F}$
 $T_{bh_{Ext.}} = 34.0\text{ }^{\circ}\text{C}$; $T_{bh_{Ext.}} = 93.2\text{ }^{\circ}\text{F}$
- 8.- Humedad relativa: HR = 90 %
- 9.- Corriente disponible: Voltaje = 460 Volts ; Fases = 3 ; Frecuencia = 60 Hertz

Con estos datos se puede realizar la selección de las Unidades Condensadoras correspondientes.

Esta, se efectuó tomando el catálogo "York, Unidades Condensadoras Champion Enfriadas por Aire de Sistema Dividido, 20, 30, 40 y 50 Toneladas de Refrigeración Nominales", forma 550.13 SA(0490).

Primero seleccionare la del Mezanine y Segundo Nivel:

Modelo: H1CA 480
Capacidad: 42.7 Tons. de Ref. Nominal
En Watts = 150,405 Watts
Compresor:
Energía absorbida: 50.5 KW
Condensador:
Capacidad: 42.7 Tons. de Ref.
En Miles de Btu hr.: 513.182 MBtu hr.
Ventilador:
Cantidad: 6
Diámetro: 24"
Potencia: ¾ HP
Velocidad: 1075 r.p.m.

Para el Tercer Nivel:

Modelo: H1CA 240
Capacidad: 22.2 Tons. de Ref. Nominal
En Watts = 78,077 Watts
Compresor:
Energía absorbida: 24.636 KW
Condensador:
Capacidad: 22.2 Tons. de Ref.
En Miles de Btu hr.: 266.182 MBtu hr.
Ventilador:
Cantidad: 3
Diámetro: 24"
Potencia: ¾ HP
Velocidad: 1075 r.p.m.

Para el Cuarto Nivel:

Modelo: H1CA 360
Capacidad: 31.878 Tons. de Ref. Nominal
En Watts = 112,118 Watts
Compresor:
Energía absorbida: 37.664 KW
Condensador:
Capacidad: 31.878 Tons. de Ref.
En Miles de Btu hr.: 382.546 MBtu hr.
Ventilador:
Cantidad: 4
Diámetro: 24"
Potencia: ¾ HP
Velocidad: 1075 r.p.m.

5.7. VENTILADORES EXTRACTORES DE AIRE

Estos ventiladores se emplearán para ventilación y extracción de aire únicamente, ya que en los locales en los que se utilizarán no se cuenta directamente con suministro de aire acondicionado, como se menciono anteriormente, como es el caso de los baños. Por lo que estos, están encargados de hacer circular y retirar aire en esos locales.

Estos ventiladores tendrán que vencer la pérdidas por fricción de las rejillas de puerta primero que nada, ya que el aire acondicionado llegará a los locales sin acondicionar por estas, como se menciono anteriormente. Posteriormente las pérdidas en la rejilla de retorno, y finalmente la de los conductos, esto se pudo visualizar en el calculo de la caída de presión total.

Para seleccionar los ventiladores se necesita conocer el flujo volumétrico que se va a manejar (esto se realizo en capitulo 4), y la caída de presión que deberá vencer (este calculo se hizo en el tema 5.5 de este capitulo). A continuación se presentan los datos requeridos, la letra V seguida de un guión y un número, es para identificar al ventilador.

Para el Primer Nivel (Lavandería; V – 101):

$$V_{AE} = 1012 \text{ PCM} \quad ; \quad CP_T = 0.348 \text{ in H}_2\text{O}$$

Taller; V – 102:

$$V_{AE} = 700 \text{ PCM} \quad ; \quad CP_T = 0.343 \text{ in H}_2\text{O}$$

Para el Segundo Nivel (Baños: Hombres – Medico; VE – 201):

$$V_{AE} = 110 \text{ PCM} \quad ; \quad CP_T = 0.771 \text{ in H}_2\text{O}$$

Para el Tercer Nivel (Baños: Administrador y Superintendente; VE – 301):

$$V_{AE} = 100 \text{ PCM} \quad ; \quad CP_T = 0.517 \text{ in H}_2\text{O}$$

Baños: Generales; Regaderas; Habitaciones: 306, 308, 310; VE – 302:

$$V_{AE} = 700 \text{ PCM} \quad ; \quad CP_T = 0.734 \text{ in H}_2\text{O}$$

Para el Cuarto Nivel (Baterías de Telecomunicaciones; VE – 401):

$$V_{AE} = 70 \text{ PCM} \quad ; \quad CP_T = 0.343 \text{ in H}_2\text{O}$$

Gimnasio; VE – 402:

$$V_{AE} = 260 \text{ PCM} \quad ; \quad CP_T = 0.470 \text{ in H}_2\text{O}$$

Baños: Generales; Regaderas; Habitaciones: 406, 408, 410; VE – 403:

$$V_{AE} = 700 \text{ PCM} \quad ; \quad CP_T = 0.734 \text{ in H}_2\text{O}$$

Por último se realizó la selección de los ventiladores extractores de aire con el catálogo "Inline Fans, Models SQ and BSQ Greenheck", January 1994. De donde se obtuvo lo siguiente:

Nivel	Local	PCM	CP _T	HP	ft/min.	Modelo
1er.	Lavandería	1012	0.348	½	1985	BSQ90-5
	Taller	700	0.343	¼	1520	BSQ90-4
2do.	Baños: Hombres – Medico	110	0.771	¼	1595	BSQ70-4
3er.	Baños: Administrador y Superintendente	100	0.517	¼	1320	BSQ70-4
	Baños: Generales; Regaderas; Habitaciones: 306, 308, 310	700	0.734	½	2185	BSQ80-5
4to.	Baterías de Telecomunicaciones	70	0.343	¼	1115	BSQ70-4
	Gimnasio	260	0.470	¼	1730	BSQ70-4
	Baños: Generales; Regaderas; Habitaciones: 406, 408, 410	700	0.734	½	2185	BSQ80-5

Donde:

PCM = Capacidad del ventilador, (ft³/min.)

CP_T = Caída de presión que superará el ventilador, (in H₂O)

HP = Potencia del motor

ft/min. = Velocidad del ventilador

CAPITULO 6.0. DISEÑO DEL DIAGRAMA DE CONTROL

6.1. FUNCIONES DE LOS CONTROLES

En el Capítulo 2.0 se hablo sobre los controles del volumen variable, sus elementos y su funcionamiento para el acondicionamiento de aire. En este capítulo se explicarán y seleccionarán los controles que se emplearán en el proyecto.

Los sistemas de control que se seleccionaron en este trabajo de tesis serán eléctricos. Estos, tienen los siguientes elementos:

1. Una variable controlada (temperatura, presión).
2. Un controlador (termostatos).
3. Una fuente de energía (energía eléctrica).
4. Un dispositivo controlado (compuerta, válvula, ventilador, compresor de refrigeración).
5. Un agente de control (refrigerante que pasa por una válvula, la corriente eléctrica a través de un motor).
6. Una planta de proceso (serpentín de enfriamiento, ventilador, conducto).

Los controles pueden cumplir cuatro diferentes funciones, estas son:

- a) Mantener las condiciones de diseño en el local, como es la temperatura. Si se produce carga máxima, los locales se calentarán demasiado. Los controles deben regular la cantidad de enfriamiento para que coincida con la carga. La carga varía principalmente debido a los cambios en la temperatura exterior, en la radiación, en el número de ocupantes y las luces que se encienden y se apagan.
- b) Reducir la mano de obra necesaria para el funcionamiento y servicio del sistema, y con ello se reducen los costos correspondientes y las posibilidades de errores. Por ejemplo, los controles se pueden diseñar para abrir una compuerta exterior y admitir aire fresco, en lugar de tener personal de operación que lo realice.
- c) Reducir al mínimo el uso de energía y sus costos. Una de las consideraciones más importantes en la planificación y funcionamiento de un sistema de control se basa en su capacidad para reducir el uso de energía. Por ejemplo, los controles pueden cambiar la cantidad de aire que entra a los locales mediante un sensor de presión y un variador de velocidades.

A los controles que cumplen con estas funciones, se les llaman controles de funcionamiento o de operación.

- d) Mantener el funcionamiento del equipo a niveles seguros, evitando daños a las instalaciones o a las personas. El interruptor de flujo de aire es uno de estos.

A este tipo se le llama control de seguridad.

6.2. SISTEMAS DE CONTROL ELECTRICO

Se emplea energía eléctrica para accionar los dispositivos controlados. El controlador regula la cantidad de energía que se transmite al dispositivo controlado.

Los sistemas eléctricos de control se usan con frecuencia en instalaciones pequeñas porque son económicos, sencillos y fáciles de instalar.

Estos sistemas de control emplean la electricidad al voltaje de suministro, en general a 110 volts. Los sistemas de bajo voltaje transforman el suministro de corriente a voltajes bajos para uso en el control. La selección depende del costo, comodidad y seguridad.

El controlador realiza dos funciones, estas son: percibir la señal de la variable controlada y transmitir una acción al dispositivo controlado, como resultado de esa señal.

Las variables que requieren control en los sistemas de acondicionamiento de aire de este proyecto son la temperatura, la presión y el flujo.

Los controladores de temperatura se les llaman termostatos. Estos, se encargan de mantener las condiciones de diseño en el local.

Para controlar la presión en los conductos de este proyecto se empleara un sensor de presión por cada sistema de inyección.

Para regular la presión en la línea de refrigerante se utilizo la válvula termóstatica de expansión.

Para controlar el flujo del líquido refrigerante se utilizará la válvula de solenoide de dos posiciones.

Para verificar el flujo de aire en los conductos se empleará un interruptor de flujo de aire.

Además se contará con un arrancador termomagnético para la puesta en marcha del equipo.

Para cortar la corriente del motor se empleará un interruptor termomagnético.

Para que la temperatura de inyección del aire se encuentre dentro de un rango determinado se contará con un termostato límite. En caso de que esta se encuentre fuera del rango, el termostato accionará una alarma audible.

Se contará con luces indicadoras de color verde para verificar que estén en operación las Unidades Manejadoras y luces indicadoras de color rojo para las Unidades Condensadoras.

6.3. SECUENCIA DE OPERACIÓN DE LOS DIAGRAMAS DE CONTROL

Los diagramas de control se muestran en los Planos (15 al 17) del Apéndice B, en estos se representa la operación de cada Unidad Manejadora con su respectiva Unidad Condensadora.

A continuación se presenta la secuencia de operación:

- 1) Con el botón de arranque se energiza la bobina m de la Unidad Manejadora, cerrándose los contactos auxiliares CAM1-1 y CAM1-2.
- 2) Con la Unidad Manejadora en operación, el flujo de aire cierra la protección IFA.
- 3) Cuando la temperatura del local sea mayor que la temperatura de diseño, T cierra y energiza la bobina de la Unidad Condensadora C, el sistema entra en operación.
- 4) Con un aumento o disminución de temperatura en el local fuera del rango establecido, cerrara el TL y operará la alarma audible (A - A).
- 5) Si T o c abren, m permanecerá energizado, manteniéndose la presión positiva.

6.4. SELECCIÓN Y ESPECIFICACION DE LOS ELEMENTOS DE CONTROL

Ya se menciona la función de cada elemento anteriormente, por lo continuare con la selección de los elementos de control que se utilizarán en este proyecto.

Primero haré la selección de las válvulas termostáticas de expansión:

Válvula Termostática de Expansión;

- 1).- Para la tubería del liquido refrigerante de la UM-B y EC-B.

Datos requeridos:

- | | |
|--|----------|
| 1.- Fluido a manejar = | R-22 |
| 2.- Capacidad = | 37 T.R. |
| 3.- Temperatura de evaporación del refrigerante = | 7.3 °C |
| 4.- Diámetro de la tubería de liquido refrigerante = | 1½" |
| 5.- Tipo de conexión = | soldable |

Especificación:

Válvula termostática de expansión para refrigerante R-22 y 37 T.R. de capacidad, inserto soldable, diámetro de 1 ½ pulg. Cantidad = 1

2).- Para la tubería del líquido refrigerante de la UM-C y EC-C.

Datos requeridos:

1.- Fluido a manejar =	R-22
2.- Capacidad =	14 T.R.
3.- Temperatura de evaporación del refrigerante =	6.7 °C
4.- Diámetro de la tubería de líquido refrigerante =	1"
5.- Tipo de conexión =	soldable

Especificación:

Válvula termostática de expansión para refrigerante R-22 y 14 T.R. de capacidad, inserto soldable, diámetro de 1 pulg. Cantidad = 1

3).- Para la tubería del líquido refrigerante de la UM-A y EC-A.

Datos requeridos:

1.- Fluido a manejar =	R-22
2.- Capacidad =	25 T.R.
3.- Temperatura de evaporación del refrigerante =	7.94 °C
4.- Diámetro de la tubería de líquido refrigerante =	1"
5.- Tipo de conexión =	soldable

Especificación:

Válvula termostática de expansión para refrigerante R-22 y 25 T.R. de capacidad, inserto soldable, diámetro de 1 pulg. Cantidad = 1

Continuando con las válvulas solenoide:

Válvula Solenoide:

1).- Para la tubería del líquido refrigerante de la UM-B y EC-B.

Datos requeridos:

1.- Fluido a manejar =	R-22
2.- Presión de operación =	21.08 Kg/cm ² (300 psi)
3.- Temperatura de operación del sistema =	24 °C (75.2 °F)
4.- Diámetro de la tubería de líquido refrigerante =	1½"
5.- Tipo de conexión =	soldable
6.- Características eléctricas =	120 V. 1 F, 60 Hz
7.- Tipo de operación =	normalmente cerrado

Especificación:

Válvula solenoide para refrigerante R-22 y 37 T.R., de capacidad, injerto soldable 300 psi, 120 V, 1 F, 60 Hz de 1½ pulgada de diámetro. Cantidad = 1

2).- Para la tubería del líquido refrigerante de la UM-C y EC-C.

Datos requeridos:

1.- Fluido a manejar =	R-22
2.- Presión de operación =	21.08 Kg/cm ² (300 psi)
3.- Temperatura de operación del sistema =	24 °C (75.2 °F)
4.- Diámetro de la tubería de líquido refrigerante =	1"
5.- Tipo de conexión =	soldable
6.- Características eléctricas =	120 V. 1 F, 60 Hz
7.- Tipo de operación =	normalmente cerrado

Especificación:

Válvula solenoide para refrigerante R-22 y 14 T.R., de capacidad, injerto soldable 300 psi, 120 V, 1 F, 60 Hz de 1 pulgada de diámetro. Cantidad = 1

3).- Para la tubería del líquido refrigerante de la UM-A y EC-A.

Datos requeridos:

1.- Fluido a manejar =	R-22
2.- Presión de operación =	21.08 Kg/cm ² (300 psi)
3.- Temperatura de operación del sistema =	24 °C (75.2 °F)
4.- Diámetro de la tubería de líquido refrigerante =	1"
5.- Tipo de conexión =	soldable
6.- Características eléctricas =	120 V, 1 F, 60 Hz
7.- Tipo de operación =	normalmente cerrado

Especificación:

Válvula solenoide para refrigerante R-22 y 25 T.R., de capacidad, injerto soldable 300 psi, 120 V, 1 F, 60 Hz de 1 pulgada de diámetro. Cantidad = 1

Continuando con las válvulas de globo:

Válvula de Globo;

1).- Para la tubería del líquido refrigerante de la UM-B y EC-B.

Datos requeridos:

1.- Presión de operación =	21.08 Kg/cm ² (300 psi)
2.- Diámetro de la tubería de líquido refrigerante =	1½"
3.- Tipo de conexión =	soldable

Especificación:

Válvula de Globo, de bronce, 300 psi, conexión soldable, marca Nacobre o equivalente de 1½" de diámetro. Cantidad = 3 piezas.

2).- Para la tubería del líquido refrigerante de la UM-C y EC-C.

Datos requeridos:

- | | |
|--|------------------------------------|
| 1.- Presión de operación = | 21.08 Kg/cm ² (300 psi) |
| 2.- Diámetro de la tubería de liquido refrigerante = | 1" |
| 3.- Tipo de conexión = | soldable |

Especificación:

Válvula de Globo, de bronce, 300 psi, conexión soldable, marca Nacobre o equivalente de 1" de diámetro. Cantidad = 3 piezas.

3).- Para la tubería del liquido refrigerante de la UM-A y EC-A.

Datos requeridos:

- | | |
|--|------------------------------------|
| 1.- Presión de operación = | 21.08 Kg/cm ² (300 psi) |
| 2.- Diámetro de la tubería de liquido refrigerante = | 1" |
| 3.- Tipo de conexión = | soldable |

Especificación:

Válvula de Globo, de bronce, 300 psi, conexión soldable, marca Nacobre o equivalente de 1" de diámetro. Cantidad = 3 piezas.

Continuando con los termostatos, estos se seleccionaron del catálogo "Johnson Controls HVAC/Refrigeration Controls Catalog, 6th edition", de donde se obtuvo lo siguiente:

1).- Termostato Limite para conducto de Bulbo Remoto;

Datos requeridos:

- | | |
|--|----------------------------|
| 1.- Temperatura de operación del Sistema = | 24°C (75.2 °F) |
| 2.- Rango de operación = | -34 a 38 °C (-30 a 100 °F) |
| 3.- Longitud del tubo capilar = | 0.1 m (mínimo) (4") |
| 4.- Elemento a controlar = | alarma audible |

Especificación:

Termostato limite de bulbo remoto para conducto, marca Johnson Controls o equivalente, modelo A19ABC-24 con longitud capilar de 8 pulg. y termopozo modelo WEL-144-602R, rango de operación de -34 a 38 °C (-30 a 100 °F), 125 V, 1 F, 60 Hz, C.A.

2).- Termostato Proporcional;

Datos requeridos:

- | | |
|--|------------------------|
| 1.- Temperatura de operación del Sistema = | 24°C (75.2 °F) |
| 2.- Rango de operación = | 15a 25 °C (59 a 77 °F) |

Especificación:

Termostato proporcional para enfriamiento, marca Johnson Controls o equivalente, modelo T80ABA-1, rango ajustable de 15 a 25 °C, a 24 V, C.A.

3).- Termostato de Cuarto;

Datos requeridos:

- | | |
|--|-------------------------|
| 1.- Temperatura de operación del Sistema = | 24°C (75.2 °F) |
| 2.- Rango de operación = | 5 a 30 °C (41 a 86 °F) |
| 3.- Elemento a controlar = | válvula solenoide |
| 4.- Características eléctricas = | 125 V, 1 F, 60 Hz, C.A. |

Especificación:

Termostato para cuarto, marca Johnson Controls o equivalente, modelo T265-18 con interruptor 1P2T, rango de operación de 5 a 30 °C, 125 V, 1 F, 60 Hz, C.A., incluye protector de metal y placa para montarse en la pared.

Ahora seleccionare los interruptores.

1).- Interruptor de Flujo de Aire;

Datos requeridos:

- | | |
|----------------------------------|-------------------------|
| 1.- Temperatura del aire = | 12.80 °C |
| 2.- Velocidad del aire = | 2.03 m/s |
| 3.- Características Eléctricas = | 120 V, 1 F, 60 Hz, C.A. |
| 4.- Posición del interruptor = | normalmente abierto |

Especificación:

Interruptor de flujo de aire, marca Johnson Controls o equivalente, modelo F62AA-9, temperatura máxima del aire de 82 °C, velocidad máxima del aire de 10 m/s, con interruptor 1P2T, 120 V, 1 F, 60 Hz. C.A.

2).- Interruptor de Flujo de Aire;

Datos requeridos:

1.- Temperatura del aire =	12.25 °C
2.- Velocidad del aire =	2.03 m/s
3.- Características Eléctricas =	120 V, 1 F, 60 Hz, C.A.
4.- Posición del interruptor =	normalmente abierto

Especificación:

Interruptor de flujo de aire, marca Johnson Controls o equivalente, modelo F62AA-9, temperatura máxima del aire de 82 °C, velocidad máxima del aire de 10 m/s, con interruptor 1P2T, 120 V, 1 F, 60 Hz, C.A.

3).- Interruptor de Flujo de Aire;

Datos requeridos:

1.- Temperatura del aire =	13.50 °C
2.- Velocidad del aire =	2.03 m/s
3.- Características Eléctricas =	120 V, 1 F, 60 Hz, C.A.
4.- Posición del interruptor =	normalmente abierto

Especificación:

Interruptor de flujo de aire, marca Johnson Controls o equivalente, modelo F62AA-9, temperatura máxima del aire de 82 °C, velocidad máxima del aire de 10 m/s, con interruptor 1P2T, 120 V, 1 F, 60 Hz, C.A.

Del "Catalogo Condensado Nema, Square D, Groupe Schneider" y del catálogo "Compendiado N°21, Equipos de Distribución Eléctrica Square D, Groupe Schneider, 1993", se obtuvieron las siguientes especificaciones:

1).- Interruptor termomagnético

Para el motor de la Unidad Manejadora de Aire UM-B;

Datos requeridos:

1.- Tipo de caja moldeada

2.- Potencia = 20 HP

3.- Nema 4

4.- Características eléctricas = 440 V, 3 F, 60 Hz

Especificación:

Interruptor termomagnético en caja moldeada, clase 650, tipo FA, modelo FAL34060, 3 polos, 60 Amp., Nema 4, marca Square D o equivalente.

Para el motor de la Unidad Condensadora EC-B;

Datos requeridos:

1.- Tipo de caja moldeada

2.- Potencia = 75 HP

3.- Nema 4

4.- Características eléctricas = 440 V, 3 F, 60 Hz

Especificación:

Interruptor termomagnético en caja moldeada, clase 655, tipo KA, modelo KAL36125, 3 polos, 125 Amp., Nema 4, marca Square D o equivalente.

Para el motor de la Unidad Manejadora de Aire UM-C;

Datos requeridos:

1.- Tipo de caja moldeada

2.- Potencia = 10 HP

3.- Nema 4

4.- Características eléctricas = 440 V, 3 F, 60 Hz

Especificación:

Interruptor termomagnético en caja moldeada, clase 650, tipo FA, modelo FAL34025, 3 polos, 25 Amp., Nema 4, marca Square D o equivalente.

Para el motor de la Unidad Condensadora EC-C;

Datos requeridos:

- 1.- Tipo de caja moldeada
- 2.- Potencia = 40 HP
- 3.- Nema 4
- 4.- Características eléctricas = 440 V, 3 F, 60 Hz

Especificación:

Interruptor termomagnético en caja moldeada, clase 655, tipo FA, modelo FAL34090, 3 polos, 90 Amp., Nema 4, marca Square D o equivalente.

Para el motor de la Unidad Manejadora de Aire UM-A;

Datos requeridos:

- 1.- Tipo de caja moldeada
- 2.- Potencia = 20 HP
- 3.- Nema 4
- 4.- Características eléctricas = 440 V, 3 F, 60 Hz

Especificación:

Interruptor termomagnético en caja moldeada, clase 650, tipo FA, modelo FAL34060, 3 polos, 90 Amp., Nema 4, marca Square D o equivalente.

Para el motor de la Unidad Condensadora EC-A;

Datos requeridos:

- 1.- Tipo de caja moldeada
- 2.- Potencia = 50 HP
- 3.- Nema 4
- 4.- Características eléctricas = 440 V, 3 F, 60 Hz

Especificación:

Interruptor termomagnético en caja moldeada, clase 650, tipo FA, modelo FAL34100, 3 polos, 100 Amp., Nema 4, marca Square D o equivalente.

Principal de la Unidad Manejadora de Aire UM-B y Unidad Condensadora EC-B;

Datos requeridos:

- 1.- Tipo de caja moldeada
- 2.- Potencia = 100 HP
- 3.- Nema 4
- 4.- Características eléctricas = 440 V, 3 F, 60 Hz

Especificación:

Interruptor termomagnético en caja moldeada, clase 655, tipo KA, modelo KAL36200, 3 polos, 200 Amp., Nema 4, marca Square D o equivalente.

Principal de la Unidad Manejadora de Aire UM-C y Unidad Condensadora EC-C;

Datos requeridos:

- 1.- Tipo de caja moldeada
- 2.- Potencia = 50 HP
- 3.- Nema 4
- 4.- Características eléctricas = 440 V, 3 F, 60 Hz

Especificación:

Interruptor termomagnético en caja moldeada, clase 650, tipo FA, modelo FAL34100, 3 polos, 100 Amp., Nema 4, marca Square D o equivalente.

Principal de la Unidad Manejadora de Aire UM-A y Unidad Condensadora EC-A;

Datos requeridos:

- 1.- Tipo de caja moldeada
- 2.- Potencia = 75 HP
- 3.- Nema 4
- 4.- Características eléctricas = 440 V, 3 F, 60 Hz

Especificación:

Interruptor termomagnético en caja moldeada, clase 655, tipo KA, modelo KAL36125, 3 polos. 125 Amp., Nema 4, marca Square D o equivalente.

Para el Transformador de control de la UM-B y EC-B;

Datos requeridos:

- 1.- Tipo de caja moldeada
- 2.- Corriente a plena carga = 20 Amp.
- 3.- Nema 4
- 4.- Características eléctricas = 440 V, 3 F, 60 Hz

Especificación:

Interruptor termomagnético en caja moldeada, clase 650, tipo FA, modelo FAL34020, 3 polos, 20 Amp., Nema 4, marca Square D o equivalente.

Para el Transformador de control de la UM-C y EC-C;

Datos requeridos:

- 1.- Tipo de caja moldeada
- 2.- Corriente a plena carga = 20 Amp.
- 3.- Nema 4
- 4.- Características eléctricas = 440 V, 3 F, 60 Hz

Especificación:

Interruptor termomagnético en caja moldeada, clase 650, tipo FA, modelo FAL34020, 3 polos, 20 Amp., Nema 4, marca Square D o equivalente.

Para el Transformador de control de la UM-A y EC-A;

Datos requeridos:

- 1.- Tipo de caja moldeada
- 2.- Corriente a plena carga = 20 Amp.

3.- Nema 4

4.- Características eléctricas = 440 V, 3 F, 60 Hz

Especificación:

Interruptor termomagnético en caja moldeada, clase 650, tipo FA, modelo FAL34020, 3 polos, 20 Amp., Nema 4, marca Square D o equivalente.

Para los Ventiladores Extractores (VE-101, 102, 201, 301, 302, 401, 402 y 403);

Datos requeridos:

1.- Tipo de caja moldeada

2.- Corriente a plena carga = 15 Amp.

3.- Nema 4

4.- Características eléctricas = 127 V, 1 F, 60 Hz

Especificación:

Interruptor termomagnético en caja moldeada, clase 730, tipo QOB, modelo QOB-115, 1 polos, 15 Amp., Nema 4, marca Square D o equivalente.

Continuare la selección con el arrancador magnético

2).- Arrancador magnético

Para el motor de la UM-B;

Datos requeridos:

1.- Potencia = 20 HP

2.- Nema 4

3.- Características eléctricas = 440 V, 3 F, 60 Hz

Especificación:

Arrancador magnético a tensión plena de C.A., clase 8536, tamaño 2, tipo SDW11, 3 polos, Nema 4, marca Square D o equivalente.

Para el motor de la EC-B;

Datos requeridos:

- 1.- Potencia = 75 HP
- 2.- Nema 4
- 3.- Características eléctricas = 440 V, 3 F, 60 Hz

Especificación:

El proveedor lo suministra como parte del equipo.

Para el motor de la UM-C;

Datos requeridos:

- 1.- Potencia = 10 HP
- 2.- Nema 4
- 3.- Características eléctricas = 440 V, 3 F, 60 Hz

Especificación:

Arrancador magnético a tensión plena de C.A., clase 8536, tamaño 1, tipo SDW13, 3 polos, Nema 4, marca Square D o equivalente.

Para el motor de la EC-C;

Datos requeridos:

- 1.- Potencia = 40 HP
- 2.- Nema 4
- 3.- Características eléctricas = 440 V, 3 F, 60 Hz

Especificación:

El proveedor lo suministra como parte del equipo.

Para el motor de la UM-A;

Datos requeridos:

- 1.- Potencia = 20 HP

2.- Nema 4

3.- Características eléctricas = 440 V, 3 F, 60 Hz

Especificación:

Arrancador magnético a tensión plena de C.A., clase 8536, tamaño 2, tipo SDW11, 3 polos, Nema 4, marca Square D o equivalente.

Para el motor de la EC-A;

Datos requeridos:

1.- Potencia = 50 HP

2.- Nema 4

3.- Características eléctricas = 440 V, 3 F, 60 Hz

Especificación:

El proveedor lo suministra como parte del equipo.

Ahora seleccionare los elementos de protección contra sobrecarga para motores eléctricos.

3).- Elementos Térmicos;

Para arrancadores de UM-B

Datos requeridos:

1.- Corriente a plena carga = 27 Amp.

2.- Clase = 8536

3.- Tamaño = 2

4.- Número del elemento = B45

Especificación:

Elemento térmico de aleación fusible, clase 8536, tipo LD, tamaño 2, N° de elemento B45, marca Square D o equivalente.

Para arrancadores de EC-B

Datos requeridos:

1.- Corriente a plena carga =	96 Amp.
2.- Clase =	8536
3.- Tamaño =	4
4.- Número del elemento =	CC156

Especificación:

El proveedor lo suministra como parte del equipo.

Para arrancadores de UM-C

Datos requeridos:

1.- Corriente a plena carga =	14 Amp.
2.- Clase =	8536
3.- Tamaño =	1
4.- Número del elemento =	B25

Especificación:

Elemento térmico de aleación fusible, clase 8536, tipo LD, tamaño 1, N° de elemento B45, marca Square D o equivalente.

Para arrancadores de EC-C

Datos requeridos:

1.- Corriente a plena carga =	52 Amp.
2.- Clase =	8536
3.- Tamaño =	3
4.- Número del elemento =	CC81.5

Especificación:

El proveedor lo suministra como parte del equipo

Para arrancadores de UM-A

Datos requeridos:

1.- Corriente a plena carga =	27 Amp.
2.- Clase =	8536
3.- Tamaño =	2
4.- Número del elemento =	B45

Especificación:

Elemento térmico de aleación fusible, clase 8536, tipo LD, tamaño 2, N° de elemento B45, marca Square D o equivalente.

Para arrancadores de EC-A

Datos requeridos:

1.- Corriente a plena carga =	65 Amp.
2.- Clase =	8536
3.- Tamaño =	3
4.- Número del elemento =	CC103

Especificación:

El proveedor lo suministra como parte del equipo

Realizare la selección de los transformadores de control.

Transformador de control para UM-B, UM-C y UM-A

Datos requeridos:

1.- Tensión de entrada =	480 Volts
2.- Tensión de salida =	127 Volts
3.- Corriente a plena carga =	20 Amp.

4.- Número del elemento =

B45

Especificación:

Transformador de control de 480 Volts a 127 V, de 50 V.A., tipo K50, clase 9070, marca Square D o equivalente.

Por último seleccionare los sensores de presión.

Sensor de Presión para los conductos de: 2do., 3er, y 4to. Nivel, ya que la caída de presión mas alta es de 8.459 in H₂O.

Datos requeridos:

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| 1.- Caída de presión = | 8.459 in H ₂ O |
| 2.- Temperatura mínima ambiente = | - 40 °C |
| 3.- Temperatura máxima ambiente = | 75 °C |

Especificación:

Sensor de presión, marca Johnson Controls o equivalente, N° de catálogo P32AC-1, con rango de operación de 0.15 a 12 in H₂O, sensibilidad de 0.07 in H₂O, ajustable y carátula con escala.

CAPITULO 7.0. ESTIMACION DE COSTOS

7.1. METODO DEL VALOR PRESENTE

Para tener una estimación de los costos del proyecto, es necesario realizar un análisis económico, el cual lo obtendremos mediante el método del valor presente.

Valor presente ó (actual) es una cantidad de dinero en una fecha inicial que equivale a una programación particular de ingresos y/o desembolsos

Este método es uno de los más usuales para la evaluación económica de un proyecto, ya que se consideran los siguientes costos:

- a) De inversión inicial
- b) De operación
- c) De partes de repuesto

Este método requiere cálculos en que se aplique la tasa mínima aceptable de rendimiento como tipo de interés, sobre el capital invertido. Existen dos tipos de intereses, los cuales son: simple y compuesto.

El interés simple es cuando el cargo por concepto de intereses de algún periodo se basa solo en la cantidad principal y no en alguna acumulación de intereses.

El interés compuesto es cuando el cargo por intereses en algún periodo se basa en la cantidad principal restante más los intereses acumulados. Este tipo es el que empleare durante el análisis económico, ya que en la práctica es más frecuente su uso.

Algunas de las fórmulas de interés que relacionan, sumas actuales y futuras de dinero de este método las menciono más adelante, ya que con la ayuda de estas realizaremos los cálculos pertinentes.

En esas formulas se encuentran las siguientes formas de representar los cálculos de interés compuesto:

- P = Cantidad actual de dinero, (\$)
- F = Cantidad futura de dinero, (\$)
- N = Número de periodos a interés compuesto
- A = Flujo de dinero al final del periodo en una serie uniforme que se prolonga por un número específico de periodos, (\$)
- i = Tipo de interés por cada periodo de intereses, (%)

Es aconsejable el uso diagramas para visualizar mejor los movimientos de dinero, se recomienda marcar las entradas con flechas ascendentes y las salidas con flechas descendentes.

7.2. COSTO DE INVERSIÓN INICIAL

En el costo de inversión inicial se considera lo siguiente:

- 1) Suministro de equipos y materiales
- 2) Libre a bordo al lugar de instalación
- 3) Mano de obra, instalación y montaje
- 4) Pruebas y puesta en operación del sistema

Los costos son los siguientes:

1) Suministro de equipos y materiales	\$ 1'595,141.10
2) Libre a bordo al lugar de instalación	\$ 56,000.00
3) Mano de obra, instalación y montaje	\$ 214,200.00
4) Pruebas y puesta en operación del sistema	\$ 72,000.00

La lista de equipos y materiales con sus precios se muestra al final de este capítulo.

Para obtener el costo de inversión inicial se tienen que sumar estas cantidades, entonces este costo es el siguiente:

$$C_I = 1'595,141.10 + 56,000.00 + 214,200.00 + 72,000.00$$

$$C_I = \$ 1'937,341.10$$

Donde:

C_I = Representa el costo de inversión inicial, (\$)

7.3. COSTO DE OPERACIÓN

Es muy importante seleccionar el equipo con un costo de operación bajo, que se logra cuando tiene un rendimiento alto.

Este costo se calcula para la operación del equipo en forma anual, tomando el costo por (KW hr), empleando la siguiente expresión:

$$C_{OA} = (KW) (hrs) (\$/KW hr)$$

Donde:

C_{OA} = Es el costo de operación anual, (\$)

KW = Potencia requerida por el equipo en kilo-watts

$\$/KW hr$ = Es el costo del kilo-watt en una hora, (\$ 0.46)

hrs = Representa la cantidad de horas de operación en un año

Tomando en cuenta la aplicación, es necesario que los equipos trabajen los 365 días del año, además, las Unidades Manejadoras de Aire y las Unidades Compensadoras trabajarán las 24 horas del día, los Ventiladores de Extracción solo 16 horas al día. Tenemos entonces que las UM's estarán funcionando 8760 horas al año al igual que las EC's, y los Ventiladores 5840 horas al año.

Considerando que el tiempo de vida promedio para los equipos aproximadamente es de 8 años (ya que va a depender de las condiciones de operación y mantenimiento), empleare este valor.

La siguiente tabla nos muestra los datos que se requieren para calcular el costo de operación anual.

Equipo	HP	KW	hrs	Tiempo de vida útil (años)
UM-A	20.00	14.920	8760	8
UM-B	20.00	14.920	8760	8
UM-C	10.00	7.460	8760	8
EC-A	50.50	37.664	8760	8
EC-B	67.72	50.500	8760	8
EC-C	33.04	24.636	8760	8
VE-101	0.50	0.373	5840	8
VE-102	0.25	0.187	5840	8
VE-201	0.25	0.187	5840	8
VE-301	0.25	0.187	5840	8
VE-302	0.50	0.373	5840	8
VE-401	0.25	0.187	5840	8
VE-402	0.25	0.187	5840	8
VE-403	0.50	0.373	5840	8

Donde:

HP = Potencia del equipo en caballos de fuerza

KW = Potencia requerida por el equipo en kilo-watts

hrs = Tiempo de operación en un año, (horas)

UM, UC, VE = Representan al equipo, esta especificación se muestra en la tabla que esta al final del capítulo

Con esta información se pueden obtener los costos de operación de cada equipo, por lo que a continuación se sustituyen los valores correspondientes para cada equipo.

Para la UM-A se tiene lo siguiente:

$$C_{OA} = (14.920) (8760) (0.46)$$

$$C_{OA} = \$ 60,121.63$$

Para la UM-B se tiene lo siguiente:

$$C_{OA} = (14.920) (8760) (0.46)$$

$$C_{OA} = \$ 60,121.63$$

Para la UM-C se tiene lo siguiente:

$$C_{OA} = (7.460) (8760) (0.46)$$

$$C_{OA} = \$ 30,060.82$$

Para la EC-A se tiene lo siguiente:

$$C_{OA} = (37.664) (8760) (0.46)$$

$$C_{OA} = \$ 151,770.85$$

Para la EC-B se tiene lo siguiente:

$$C_{OA} = (50.500) (8760) (0.46)$$

$$C_{OA} = \$ 203,494.80$$

Para la EC-C se tiene lo siguiente:

$$C_{OA} = (24.636) (8760) (0.46)$$

$$C_{OA} = \$ 99,273.23$$

Para la VE-101 se tiene lo siguiente:

$$C_{OA} = (0.373) (5840) (0.46)$$

$$C_{OA} = \$ 1,002.03$$

Para la VE-102 se tiene lo siguiente:

$$C_{OA} = (0.187) (5840) (0.46)$$

$$C_{OA} = \$ 502.36$$

Para la VE-201 se tiene lo siguiente:

$$C_{OA} = (0.187) (5840) (0.46)$$

$$C_{OA} = \$ 502.36$$

Para la VE-301 se tiene lo siguiente:

$$C_{OA} = (0.187) (5840) (0.46)$$

$$C_{OA} = \$ 502.36$$

Para la VE-302 se tiene lo siguiente:

$$C_{OA} = (0.373) (5840) (0.46)$$

$$C_{OA} = \$ 1,002.03$$

Para la VE-401 se tiene lo siguiente:

$$C_{OA} = (0.187) (5840) (0.46)$$

$$C_{OA} = \$ 502.36$$

Para la VE-402 se tiene lo siguiente:

$$C_{OA} = (0.187) (5840) (0.46)$$

$$C_{OA} = \$ 502.36$$

Para la VE-403 se tiene lo siguiente:

$$C_{OA} = (0.373) (5840) (0.46)$$

$$C_{OA} = \$ 1,002.03$$

Para obtener el costo total de operación anual, solamente se suman las cantidades antes obtenidas en cada equipo, como a continuación se presenta.

$$C_{TOA} = (60121.63 \times 2) + 30060.82 + 151770.85 + 203494.8 + 99273.23 + (1002.03 \times 3) + (502.36 \times 5)$$

$$C_{TOA} = \$ 610,360.85$$

Donde:

C_{TOA} = Es el costo total de operación anual, (\$)

7.4. COSTO DE PARTES DE REPUESTO

Las refacciones que se consideran son las de los equipos principales, ya que sus partes de repuesto son las más costosas y significativas, estos equipos son las:

- 1) Unidades Manejadoras de Aire
- 2) Unidades Condensadoras

Los costos de las refacciones se hacen de manera global, los lotes de las partes de repuesto son los siguientes:

- | | |
|---------------------------------|--------------|
| 1) Unidades Manejadoras de Aire | \$ 74,790.00 |
| 2) Unidades Condensadoras | \$ 30,856.00 |

Para obtener el costo total de las partes de repuesto se suman ambas cantidades como se muestra enseguida:

$$C_{\text{TPR}} = 74,790.00 + 30,856.00$$

$$C_{\text{TPR}} = \$ 105,646.00$$

Donde:

C_{TPR} = Es el costo total de partes de repuesto, (\$)

Este es el costo de las refacciones requeridas en dos años de operación de los equipos.

7.5. ANALISIS DE COSTOS

En el análisis de costos empleare las formulas de interés compuesto, de las cuales hice referencia en el primer tema de este capitulo, estas son:

Para hallar el valor presente conociendo el valor futuro;

$$P = F \frac{1}{(1+i)^N}$$

En este caso el valor futuro será el costo de las partes de repuesto, como se podrá ver más adelante.

La otra formula es la siguiente:

Para hallar el valor presente conociendo las cantidades en series uniformes, (cada dos años);

$$P = A \frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N}$$

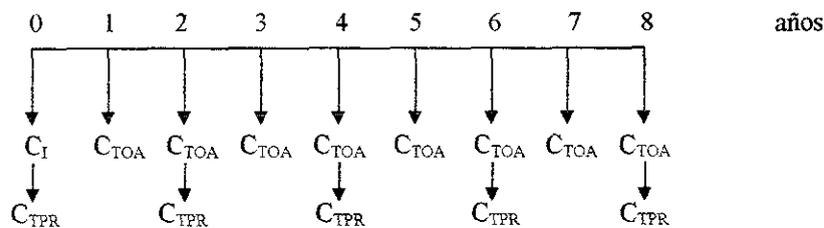
En este caso el valor de A será el costo de operación como se podrá ver más adelante.

El tipo de interés por periodo será del 15%, ($i = 15\%$).

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los resultados anteriores, para poder calcular el valor presente.

Costo de inversión inicial	$C_I =$	\$ 1'937,341.10
Costo total de operación anual	$C_{TOA} =$	\$ 610,360.85
Costo total de partes de repuesto	$C_{TPR} =$	\$ 105,646.00

Para tener una mejor visión de los costos del proyecto durante la vida útil del equipo, empleare un diagrama de flujo, en el cual solamente estarán representadas las salidas ya que no existen entradas en este tipo de proyectos.



Como se puede ver en este diagrama, en el costo de inversión inicial también se contempla la primer etapa del costo de las partes de repuesto. Posteriormente se tendrán costos de operación anuales y cada dos años el cambio de las refacciones.

Para obtener el costo inicial del proyecto solamente sumamos costo de inversión inicial y el costo de las partes de repuesto, como se indica:

$$C_{INI} = C_I + C_{TPR}$$

Donde:

C_{INI} = Costo inicial del proyecto, (\$)

Sustituyendo valores:

$$C_{INI} = 1'937,341.10 + 105,646.00$$

$$C_{INI} = \$ 2'042,987.10$$

Para obtener el costo de operación durante los ocho años se emplea la segunda formula mencionada al inicio de este tema, entonces sustituyendo valores se tiene que:

$$P_O = (610,360.85) \frac{(1+0.15)^8 - 1}{(0.15)(1+0.15)^8}$$

$$P_O = \$ 2'738,885.37$$

Donde.

P_O = Valor presente de los costos de operación, (\$)

Para obtener el costo de las partes de repuesto por periodo se emplea la primer formula que mencione al inicio de este tema, el periodo es de dos años como lo indique anteriormente, entonces sustituyendo valores se tiene lo siguiente:

$$P_{R2} = (105,646) \frac{1}{(1+0.15)^2}$$

$$P_{R2} = \$ 79,883.55$$

Donde:

P_{R2} = Es el valor presente de las partes de repuesto en dos años, (\$)

Para obtener el costo de las partes de repuesto para el periodo de cuatro años, se tiene lo siguiente:

$$P_{R4} = (105,646) \frac{1}{(1+0.15)^4}$$

$$P_{R4} = \$ 60,403.44$$

Donde:

P_{R4} = Es el valor presente de las partes de repuesto en cuatro años, (\$)

Para obtener el costo de las partes de repuesto para el periodo de seis años, se tiene lo siguiente:

$$P_{R6} = (105,646) \frac{1}{(1+0.15)^6}$$

$$P_{R6} = \$ 45,673.68$$

Donde:

P_{R6} = Es el valor presente de las partes de repuesto en cuatro años, (\$)

Para obtener el costo de las partes de repuesto para el periodo de ocho años, se tiene lo siguiente:

$$P_{R8} = (105,646) \frac{1}{(1+0.15)^8}$$

$$P_{R8} = \$ 34,535.86$$

Donde:

P_{R8} = Es el valor presente de las partes de repuesto en cuatro años, (\$)

Finalmente el valor presente total para el proyecto será la suma de todos los costos anteriores, es decir:

$$P_T = C_{INI} + P_O + P_{R2} + P_{R4} + P_{R6} + P_{R8}$$

Donde:

P_T = Valor presente total del proyecto, (\$)

Sustituyendo valores:

$$P_T = 2'042,987.10 + 2'738,885.37 + 79,883.55 + 60,403.44 + 45,673.68 + 34,535.86$$

$$P_T = \$ 5'002,369.00$$

Tabla 7.1. Costos de Equipos y Materiales

No	Cant.	Unidad	Descripción	P.U.	Importe
01	1.00	Pza	<p>Unidad Manejadora de Aire Roof Top (UM-A) tipo unizona marca York o equivalente, modelo YCP44 Curbpak, arreglo horizontal, que incluye lo siguiente:</p> <p>A) Ventiladores tipo AF para manejar 6000 PCM, contra una presión estática de 8.5 in C.A., Transmisión por poleas y bandas de sección trapezoidal para dar 3054 r.p.m., con motor eléctrico de 20.0 HP, 3600 r.p.m., 460 V, 3 F, 60 Hz.</p> <p>B) Variador de velocidad, marca York o equivalente, modelo AM 15-46, para operar un motor eléctrico de 20 HP, 3600 r.p.m., 460 V, 3 F, 60 Hz. Deberá incluir gabinete tipo nema 1 y accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.</p> <p>C) Las chumaceras de los ventiladores serán del tipo de rodillos lubricados con grasa y para al menos 50.000 horas de servicio continuo.</p> <p>D) Un serpentín de enfriamiento con R-22, marca York o equivalente para 25.0 T.R., 6 hileras, 8 aletas por pulgada, área de 15.08 ft² velocidad de 398 PPM, aire a la entrada con Tbs/Tbh: 26.5/22.2 °C y aire a la salida Tbs/Tbh: 13.5/12.5.</p> <p>E) Sección de filtros: filtros de separación de humedad 4 de 24x24x2, marca Farr o equivalente, modelo 64649-001, filtros de fibra de vidrio 4 de 24x24x2 pulg., Marca Farr o equivalente modelo 30/30, filtros de bolsa 4 de 24x24x12 pulg. Marca Farr o equivalente, modelo Riga-Flo 15.</p> <p>F) Caja de mezcla y base guardacople (Roof Curb) de acero galvanizado.</p> <p>G) Tablero de control nema 4.</p> <p>H) Toma de aire exterior al 100% de capacidad.</p> <p>I) Charola de condensados en sección del serpentín y en sección de filtros de separación de humedad.</p> <p>J) Dos manómetros diferenciales DWYER MARK II, marca Vamsa, modelo 25 de plástico moldeado. Rango de operación 0-3 pulgadas de columna de agua.</p> <p>K) Un filtro separador de humedad de 24x24x2". Marca Farr o equivalente, modelo 64649-001 y un filtro separador de humedad de 12x24x2". Marca Farr o equivalente, modelo 64649-002 en rejilla de toma de aire exterior.</p> <p>L) El acabado del gabinete como el del serpentín de enfriamiento serán contra ambiente marino de acuerdo a las especificaciones de PEMEX No. 2.411.01, 3.411.011 y 4.411.01</p>		\$ 122,875.00 \$ 122,875.00
02	1.00	Pza	<p>Unidad Manejadora de aire Roof Top (UM-B) tipo unizona marca York o equivalente, modelo YCP45 Curbpak, arreglo horizontal, que incluye</p>		

Tabla 7.1. Costos de Equipos y Materiales, continuación

No.	Cant.	Unidad	Descripción	P.U.	Importe
			lo siguiente:		
			A) Ventiladores tipo AF para manejar 8100 PCM. contra una presión estática de 7.5 in C.A., Transmisión por poleas y bandas de sección trapezoidal para dar 2688 r.p.m. con motor eléctrico de 20.0 HP, 3600 r.p.m., 480 V. 3 F, 60 Hz.		
			B) Variador de velocidad, marca York o equivalente, modelo AM 20-46, para operar un motor eléctrico de 20 HP. 3600 r.p.m., 480 V.3 F, 60 Hz. Deberá incluir gabinete tipo nema 1 y accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.		
			C) Las chumaceras de los ventiladores serán del tipo de rodillos lubricados con grasa y para al menos 50,000 horas de servicio continuo.		
			D) Un serpentín de enfriamiento dividido con R-22, marca York o equivalente para 37.0 T.R., 8 hileras, 8 aletas por pulgada, área de 18.85 ft ² , velocidad de 460 PPM, aire a la entrada con Tbs/Tbh 25.9/20.9 °C y aire a la salida Tbs/Tbh: 12.85/12.0.		
			E) Sección de filtros: filtros de separación de humedad, 4 de 24x24x2 y 2 de 24x12x2 pulg. marca Farr o equivalente, modelo 64649-001 y 64649-003 respectivamente, filtros de fibra de vidrio 4 de 24x24x2 y 2 de 24x12x2 pulg., marca Farr o equivalente modelo 30/30, filtros de bolsa 4 de 24x24x12 pulg. y 2 de 24x12x12 pulg. marca Farr o equivalente, modelo Riga-Flo 15.		
			F) Caja de mezcla y base guardacople (Roof Curb) de acero galvanizado.		
			G) Tablero de control nema 4.		
			H) Toma de aire exterior al 100% de capacidad.		
			I) Charola de condensados en sección del serpentín y en sección de filtros de separación de humedad.		
			J) Dos manómetros diferenciales DWYER MARK II, marca Vamsa, modelo 25 de plástico moldeado. Rango de operación 0-3 pulgadas de columna de agua.		
			K) Filtro separador de humedad, 1 de 24x24x2", marca Farr o equivalente, modelo 64649-001 en rejilla de toma de aire exterior.		
			L) El acabado del gabinete como el del serpentín de enfriamiento serán contra ambiente marino de acuerdo a las especificaciones de PEMEX No. 2.411.01, 3.411.011 y 4.411.01	\$ 130,281.00	\$ 130,281.00
03	1.00	Pza	Unidad Manejadora de aire Roof Top (UM-C) tipo unizona marca York o equivalente, modelo YCP25 Curbpak, arreglo horizontal, que incluye lo siguiente: A) Ventiladores tipo AF para manejar 3500 PCM. contra una presión estática de 8.5 in C.A., Transmisión por poleas y bandas de sección		

Tabla 7.1. Costos de Equipos y Materiales. continuación

No.	Cant.	Unidad	Descripción	P.U.	Importe
			<p>trapezoidal para dar 3652 r.p.m., con motor eléctrico de 10.0 HP., 3600 r.p.m., 480 v, 3 f. 60 Hz.</p> <p>B) Variador de velocidad marca York o equivalente, modelo AM 10-46, para operar un motor eléctrico de 10 HP. 3600 r.p.m., 480 v. 3 f y 60 Hz. Deberá incluir gabinete tipo nema 1 y accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.</p> <p>C) Un serpentín de enfriamiento R-22, marca York o equivalente para 14.0 T.R., 6 hileras, 8 aletas por pulgada, área de 8.85 ft², velocidad de 371 PPM, aire a la entrada con Tbs/Tbh: 26.5/22.2 °C y aire a la salida Tbs/Tbh: 12.25/11.6 °C.</p> <p>D) Las chumaceras de los ventiladores serán del tipo de rodillos lubricados con grasa y para al menos 50.000 horas de servicio continuo.</p> <p>E) Sección de filtros: filtros de separación de humedad 2 de 24x24x2, marca Farr o equivalente, modelo 64649-001 y 1 de 24x12x2, marca Farr o equivalente, modelo 64649-003, filtros de fibra de vidrio 2 de 24x24x2 y 1 de 24x12x2 pulg., marca Farr o equivalente modelo 30/30, filtros de bolsa 2 de 24x24x12 y 1 de 24x12x12 pulg., marca Farr o equivalente, modelo Riga-Flo 15.</p> <p>F) Caja de mezcla y base guardaborde (Roof Curb) de acero galvanizado.</p> <p>G) Tablero de control nema 4.</p> <p>H) Toma de aire exterior al 100% de capacidad.</p> <p>I) Charola de condensados en sección del serpentín y en sección de filtros de separación de humedad.</p> <p>J) Dos manómetros diferenciales DWYER MARK II, marca Vamsa, modelo 25 de plástico moldeado. Rango de operación 0-3 pulgadas de columna de agua.</p> <p>L) Filtro separador de humedad, 1 de 24x24x2", marca Farr o equivalente, modelo 64649-001 en rejilla de toma de aire exterior.</p> <p>L) El acabado del gabinete como el del serpentín de enfriamiento serán contra ambiente marino de acuerdo a las especificaciones de PEMEX No. 2.411.01, 3.411.011 y 4.411.01</p>		
				\$ 117,960.00	\$ 117,960.00
04	1 00	Pieza	<p>Unidad Condensadora enfriada por aire (EC-A), capacidad nominal de 31.878 T.R. (382,546 Btu/hr), marca York o similar, modelo H1CA-360, que incluye lo siguiente:</p> <p>A) Ensamblada, alambrada y todas las conexiones de tubería interna.</p> <p>B) Un compresor semihermetico y su accionador (motor eléctrico).</p> <p>C) Una sección de condensación que consta de 4 ventiladores con accionador incluido y un serpentín</p>		

Tabla 7.1 Costos de Equipos y Materiales. continuación

No.	Cant.	Unidad	Descripción	P.U	Importe
			enfriado por aire. D) Controles de baja y alta presión. E) Protección tipo estado sólido para el motor del compresor. F) Circuito para control de temperatura a 24 V. G) Filtro secador e indicador de humedad. H) Todos los componentes montados en una base rígida de acero galvanizado. I) Características eléctricas: 480 V, 3 F, 60 Hz. J) El acabado del gabinete como el de los ventiladores del serpentín de condensación serán contra ambiente marino de acuerdo a las especificaciones de PEMEX no. 2.411.01, 3.411.011 y 4.411.01	\$ 118,750.00	\$ 118,750.00
05	1.00	Pieza	Unidad Condensadora enfriada por aire (EC-B), capacidad nominal de 42.7 T.R. (513,182 Btu/hr), marca York o similar, modelo H1CA-480, que incluye lo siguiente: A) Ensamblada, alambrada y todas las conexiones de tubería interna. B) Un compresor semihermetico y su accionador (motor eléctrico). C) Una sección de condensación que consta de 6 ventiladores con accionador incluido y un serpentín enfriado por aire. D) Controles de baja y alta presión. E) Protección tipo estado sólido para el motor del compresor. F) Circuito para control de temperatura a 24 V. G) Filtro secador e indicador de humedad. H) Todos los componentes montados en una base rígida de acero galvanizado. I) Características eléctricas: 480 V, 3 F, 60 Hz. J) El acabado del gabinete como el de los ventiladores del serpentín de condensación serán contra ambiente marino de acuerdo a las especificaciones de PEMEX no. 2.411.01, 3.411.011 y 4.411.01	\$ 186,250.00	\$ 186,250.00
06	1.00	Pieza	Unidad Condensadora enfriada por aire (EC-C), capacidad nominal de 22.2 T.R. (266,182 Btu/hr), marca York o similar, modelo H1CA-240, que incluye lo siguiente: A) Ensamblada, alambrada y todas las conexiones de tubería interna. B) Un compresor semihermetico y su accionador (motor eléctrico). C) Una sección de condensación que consta de 3 ventiladores con accionador incluido y un serpentín enfriado por aire. D) Controles de baja y alta presión. E) Protección tipo estado sólido para el motor del compresor. F) Circuito para control de temperatura a 24 V. G) Filtro secador e indicador de humedad.		

Tabla 7.1. Costos de Equipos y Materiales, continuación

No.	Cant.	Unidad	Descripción	P.U	Importe
			H) Todos los componentes montados en una base rígida de acero galvanizado. I) Características eléctricas: 480 V, 3 F, 60 Hz. J) El acabado del gabinete como el de los ventiladores del serpentín de condensación serán contra ambiente marino de acuerdo a las especificaciones de PEMEX no. 2.411.01, 3.411.011 y 4.411.01	\$ 110,600.00	\$ 110,600.00
07	1.00	Pza	Ventilador extractor de aire (VE-101), tipo centrífugo con impulsor de aluminio, marca Greenheck o equivalente, modelo BSQ90-5, capacidad 1012 PCM, presión estática 0.348 pulg. H ₂ O, 1985 r.p.m. con motor eléctrico de ½ HP, 115 V, 1 F, y 60 Hz.	\$ 22,680.00	\$ 22,680.00
08	1.00	Pza	Ventilador extractor de aire (VE-102), tipo centrífugo con impulsor de aluminio, marca Greenheck o equivalente, modelo BSQ90-4, capacidad 700 PCM, presión estática 0.343 pulg. H ₂ O, 1985 r.p.m. con motor eléctrico de ¼ HP, 115 V, 1 F, y 60 Hz.	\$ 22,680.00	\$ 22,680.00
09	4.00	Pza	Ventilador extractor de aire (VE-201, VE-301, VE-401 y VE-402), tipo centrífugo con impulsor de aluminio, marca Greenheck o equivalente, modelo BSQ70-4, capacidad: 110, 100, 70 y 260 PCM respectivamente, presión estática: 0.771, 0.517, 0.343 y 0.47 pulg. H ₂ O respectivamente, 1595, 1320, 1115, 1730 r.p.m. respectivamente, con motor eléctrico de ¼ HP, 115 V, 1 F, y 60 Hz.	\$ 22,680.00	\$ 22,680.00
10	2.00	Pza	Ventilador extractor de aire (VE-302 y VE-403), tipo centrífugo con impulsor de aluminio, marca Greenheck o equivalente, modelo BSQ80-5, capacidad 700 PCM, presión estática 0.734 pulg. H ₂ O, 2185 r.p.m. con motor eléctrico de ½ HP, 115 V, 1 F, y 60 Hz.	\$ 22,680.00	\$ 22,680.00
11	50.00	m	Lona ahulada tramada del No. 10 de 30 cm. de ancho.	\$ 26.00	\$ 780.00
12	1000.00	Kg	Lamina galvanizada de primera calidad para conductos redondos, marca zintro o equivalente, calibre 20.	\$ 6.50	\$ 6,500.00
13	4600.00	Kg	Idem, calibre 22.	\$ 6.30	\$ 28,980.00
14	900.00	Kg	Idem, calibre 24.	\$ 6.10	\$ 5,490.00
15	60.00	Kg	Idem, calibre 26.	\$ 5.90	\$ 354.00
16	13.00	Pza	Caja de control de volumen variable (CVV-208, 305, 307, 312, 401, 403, 405, 409, 412, 414, 415, 416, 418), de lamina de acero, calibre 22, con		

Tabla 7.1. Costos de Equipos y Materiales. continuación

No.	Cant.	Unidad	Descripción	P.U.	Importe
			recubrimiento de zinc y aislamiento térmico y acústico de fibra de vidrio de 1.0 pulg. de espesor: la compuerta de volumen de aire será de aluminio extruido. deberá incluir transformador de voltaje 127/24 Volts y actuador a 24 Volts, marca Temp-Master o equivalente. modelo S, tamaño B, código arreglo salida 001. de 7.0 pulg.	\$ 6,200.00	\$ 80,600.00
17	5.00	Pza	Idem (CVV-301, 303, 314, 316, 318), tamaño A, código de salida 001. de 7.0 pulg.	\$ 6,000.00	\$ 30,000.00
18	5.00	Pza	Idem (CVV-302, 304, 313, 315, 317), tamaño A, código de salida 100. de 7.0 pulg.	\$ 6,000.00	\$ 30,000.00
19	2.00	Pza	Idem (CVV-201, 202), tamaño A, código de salida 010, de 7.0 pulg.	\$ 6,000.00	\$ 12,000.00
20	13.00	Pza	Idem (CVV-306, 308, 310, 319, 406, 408, 410, 205, 209, 210, 211, 212, 213), tamaño B, código de salida 010, de 7.0 pulg.	\$ 6,200.00	\$ 80,600.00
21	1.00	Pza	Idem (CVV-206), tamaño B, código de salida 101, de 7.0 pulg.	\$ 6,200.00	\$ 6,200.00
22	1.00	Pza	Idem (CVV-207), tamaño F, código de salida 222, de 6.0 pulg.	\$ 7,500.00	\$ 7,500.00
23	1.00	Pza	Idem (CVV-204), tamaño E, código de salida 121, de 8.0 pulg.	\$ 7,000.00	\$ 7,000.00
24	2.00	Pza	Idem (CVV-214, 215), tamaño E, código de salida 110, de 8.0 pulg.	\$ 7,000.00	\$ 14,000.00
25	7.00	Pza	Idem (CVV-309, 311, 402, 404, 407, 411, 417), tamaño B, código de salida 100, de 7.0 pulg.	\$ 6,200.00	\$ 43,400.00
26	2.00	Pza	Idem (CVV-203, 413), tamaño C, código de salida 101, de 8.0 pulg.	\$ 6,500.00	\$ 13,000.00
27	55.00	m	Conducto flexible. marca Kenflex o equivalente, de 6.0 pulg. de diámetro.	\$ 220.00	\$ 12,100.00
28	135.00	m	Idem al anterior de 7.0 pulg. de diámetro.	\$ 250.00	\$ 29,700.00
29	10.00	m	Idem al anterior de 12.0 pulg. de diámetro	\$ 350.00	\$ 3,500.00
30	3.00	Pza	Rejilla de retorno de aire, de aluminio extruido, deflexion de 45 grados, marca Titus o equivalente, modelo 4FL, de las siguientes dimensiones: 24x14 pulg.	\$ 116.00	\$ 348.00
31	1.00	Pza	Idem al anterior, de 24x10 pulg.	\$ 325.00	\$ 325.00
32	13.00	Pza	Idem al anterior, de 18x8 pulg.	\$ 116.00	\$ 1,508.00
33	1.00	Pza	Idem al anterior, de 20x4 pulg.	\$ 116.00	\$ 116.00

Tabla 7.1. Costos de Equipos y Materiales, continuación

No.	Cant.	Unidad	Descripción	P.U.	Importe
34	2.00	Pza	Idem al anterior, de 24x24 pulg.	\$ 273.00	\$ 546.00
35	1.00	Pza	Idem al anterior, de 22x6 pulg.	\$ 273.00	\$ 273.00
36	5.00	Pza	Idem al anterior, de 40x4 pulg.	\$ 290.00	\$ 1,450.00
37	5.00	Pza	Idem al anterior, de 24x4 pulg.	\$ 273.00	\$ 1,365.00
38	5.00	Pza	Idem al anterior, de 20x5 pulg.	\$ 260.00	\$ 1,300.00
39	5.00	Pza	Idem al anterior, de 48x4 pulg.	\$ 290.00	\$ 1,450.00
40	4.00	Pza	Idem al anterior, de 12x6 pulg.	\$ 116.00	\$ 464.00
41	6.00	Pza	Idem al anterior, de 8x6 pulg.	\$ 98.00	\$ 588.00
42	11.00	Pza	Idem al anterior, de 6x6 pulg.	\$ 98.00	\$ 1,078.00
43	1.00	Pza	Rejilla de puerta de aluminio extruido, marca Titus o equivalente, modelo CT-700, de las siguientes dimensiones: 24x12 pulg.	\$ 110.00	\$ 110.00
44	1.00	Pza	Idem al anterior, de 24x18 pulg.	\$ 134.00	\$ 134.00
45	12.00	Pza	Idem al anterior, de 20x6 pulg.	\$ 110.00	\$ 1,320.00
46	10.00	Pza	Idem al anterior, de 18x6 pulg.	\$ 98.00	\$ 980.00
47	10.00	Pza	Idem al anterior, de 12x6 pulg.	\$ 98.00	\$ 980.00
48	8.00	Pza	Idem al anterior, de 8x6 pulg.	\$ 78.00	\$ 624.00
49	12.00	Pza	Idem al anterior, de 6x6 pulg.	\$ 78.00	\$ 936.00
50	12.00	Pza	Idem al anterior, de 10x6 pulg.	\$ 78.00	\$ 936.00
51	1.00	Pza	Idem al anterior, de 20x10 pulg.	\$ 110.00	\$ 110.00
52	1.00	Pza	Idem al anterior, de 22x6 pulg.	\$ 110.00	\$ 110.00
53	2.00	Pza	Idem al anterior, de 16x6 pulg.	\$ 98.00	\$ 196.00
54	50.00	Pza	Difusor lineal de aire para volumen variable, fabricado de aluminio extruido, marca Tempmaster o equivalente, modelo TLD-2, arreglo 22, de 4 slot, de las siguientes dimensiones: 24x6 1/8 pulg.	\$ 1,600.00	\$ 81,600.00
55	7.00	Pza	Idem al anterior, pero arreglo 04, de 4 slot, de las siguientes dimensiones: 24x6 1/8 pulg.	\$ 1,600.00	\$ 11,200.00
56	1.00	Pza	Idem al anterior, pero arreglo 12, de 2 slot, de las siguientes dimensiones: 24x6 1/8 pulg.	\$ 1,400.00	\$ 1,400.00
57	1.00	Pza	Idem al anterior, pero arreglo 11, de 2 slot, de las siguientes dimensiones: 24x3 5/8 pulg.	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00

Tabla 7.1. Costos de Equipos y Materiales. continuación

No.	Cant.	Unidad	Descripción	P.U.	Importe
58	1.00	Pza	Idem al anterior, pero arreglo 21, de 3 slot, de las siguientes dimensiones: 24x4 7/8 pulg.	\$ 1,400.00	\$ 1,400.00
59	4 00	Pza	Idem al anterior, pero arreglo 04, de 4 slot, de las siguientes dimensiones: 48x6 1/8 pulg.	\$ 1,600.00	\$ 6,400.00
60	35.00	m	Tubería de cobre tipo "L", marca Nacobre o equivalente de 2 1/2 pulg. de diámetro.	\$ 102.60	\$ 3,591.00
61	41.00	m	Idem. de 2.0 pulg. de diámetro.	\$ 98.20	\$ 4,026.20
62	38.00	m	Idem, de 1 1/2 pulg de diámetro.	\$ 85.90	\$ 3,264 20
63	45.00	m	Idem. de 1.0 pulg. de diámetro.	\$ 69.90	\$ 3,145.50
64	20.00	Pza	Codo de 90 grados, de cobre, inserto soldable, marca Nibco o equivalente de 2 1/2 pulg. de diámetro.	\$ 17.03	\$ 340.60
65	20.00	Pza	Idem, de 1 1/2 pulg. de diámetro.	\$ 3.60	\$ 72.00
66	31.00	Pza	Idem. de 1.0 pulg. de diámetro.	\$ 3.60	\$ 108.00
67	20.00	Pza	Idem, de 2.0 pulg. de diámetro.	\$ 12.50	\$ 250.00
68	4.00	Pza	Tee de cobre. inserto soldable, marca Nibco o equivalente de 1 1/2 pulg. de diámetro.	\$ 8.90	\$ 35.60
69	8.00	Pza	Idem. de 1.0 pulg. de diámetro.	\$ 6.00	\$ 48.00
70	5.00	Pza	Tuerca unión de cobre, inserto soldable, marca Nibco o equivalente de 2 1/2 pulg. de diámetro.	\$ 14.30	\$ 71.50
71	5.00	Pza	Idem, de 1 1/2 pulg. de diámetro.	\$ 12.10	\$ 60.50
72	5.00	Pza	Idem, de 2.0 pulg. de diámetro.	\$ 13.50	\$ 67.50
73	5.00	Pza	Idem, de 1.0 pulg. de diámetro.	\$ 10.80	\$ 54.00
74	1.00	Pza	Manguera antivibratoria, inserto soldable, de 90 pulgs. de longitud y 2 1/2 pulg. de diámetro.	\$ 71.50	\$ 71.50
75	2.00	Pza	Idem, de 2.0 pulg. de diámetro.	\$ 68.30	\$ 136.60
76	1 00	Pza	Mirilla para refrigerante, con indicador de humedad, 300 psi, inserto soldable de 1 1/2 pulg. de diámetro.	\$ 65.00	\$ 65.00
77	2.00	Pza	Idem, de 1.0 pulg. de diámetro.	\$ 60.00	\$ 120 00
78	1.00	Pza	Filtro deshidratador para refrigerante R-22, capacidad 37.0 T.R., con rosca interior y carga de alumina, marca victoria o equivalente de 1 1/2 pulg. de diámetro.	\$ 78.00	\$ 78.00
79	2.00	Pza	Idem, para 25 T.R de 1.0 pulg. de diámetro.	\$ 65.00	\$ 130.00

Tabla 7.1. Costos de Equipos y Materiales, continuación

No.	Cant.	Unidad	Descripción	P.U.	Importe
80	3.00	Pza	Válvula de globo, de bronce, 300 psi, conexión soldable, marca Nacobre o equivalente de 1 1/2 pulg. de diámetro.	\$ 78.00	\$ 234.00
81	6.00	Pza	Idem, de 1.0 pulg. de diámetro.	\$ 65.00	\$ 390.00
82	1.00	Pza	Válvula termostática de expansión para refrigerante R-22 y 37.0 T.R. de capacidad, inserto soldable y 1 1/2 pulg. de diámetro.	\$ 1,880.00	\$ 1,880.00
83	1.00	Pza	Válvula termostática de expansión para refrigerante R-22 y 14.0 T.R. de capacidad, inserto soldable y 1.0 pulg. de diámetro	\$ 1,653.00	\$ 1,653.00
84	1.00	Pza	Válvula termostática de expansión para refrigerante R-22 y 25.0 T.R. de capacidad, inserto soldable y 1.0 pulg. de diámetro.	\$ 1,653.00	\$ 1,653.00
85	1.00	Pza	Válvula solenoide para refrigerante R-22 y 37.0 T.R., de capacidad, inserto soldable 300 psi, 120 V, 1 F, 60 Hz, de 1 1/2 pulg. de diámetro.	\$ 1,660.00	\$ 1,660.00
86	1.00	Pza	Válvula solenoide para refrigerante R-22 y 25.0 T.R., de capacidad, inserto soldable 300 psi, 120 V, 1 F, 60 Hz, de 1.0 pulg. de diámetro.	\$ 1,520.00	\$ 1,520.00
87	1.00	Pza	Válvula solenoide para refrigerante R-22 y 14.0 T.R., de capacidad, inserto soldable 300 psi, 120 V, 1 F, 60 Hz, de 1.0 pulg. de diámetro.	\$ 1,430.00	\$ 1,430.00
88	3.00	Pza	Termostato limite para conducto de bulbo remoto, marca Johnson Controls o equivalente, modelo A19ABC-24, con longitud capilar de 8.0 pulg.	\$ 480.61	\$ 1,441.83
89	54.00	Pza	Termostato proporcional para enfriamiento, rango ajustable de 15 a 25 grados centígrados, a 24 V, C.A., Marca Johnson Controls o equivalente, No. de catalogo T80ABA-1.	\$ 480.61	\$ 25,952.94
90	3.00	Pza	Termostato de cuarto para enfriamiento, rango de 5 a 30 grados centígrados, marca Johnson Controls o equivalente, serie T26, No. de catalogo T26S-18.	\$ 480.61	\$ 1,441.83
91	3.00	Pza	Interruptor de flujo de aire, marca Johnson Controls o equivalente, modelo F62AA-9, con interruptor 1P2T, 120 V, C.A.	\$ 631.80	\$ 1,895.40
92	3.00	Pza	Transformador de control de 480 a 127 V, de 50 V.A. Tipo K50, clase 9070, marca Square-D o equivalente.	\$ 2,246.40	\$ 6,739.20
93	3.00	Pza	Sensor de presión, marca Johnson Controls o equivalente No. de catalogo P32AC-2, con rango de operación de 0.05 a 5 pulg. de H ₂ O, sensibilidad de 0.04 pulg., H ₂ O, ajustable y carátula con escala.	\$ 1,050.00	\$ 3,150.00

Tabla 7.1. Costos de Equipos y Materiales. continuación

No.	Cant.	Unidad	Descripción	P.U.	Importe
94	3.00	Pza	Sistema de alarma sonora tipo B, sirena por elevación de temperatura a 120 V, C.A.	\$ 456.00	\$ 1,368.00
95	3.00	Pza	Luz indicadora para control, color verde, 120 V, C.A.	\$ 207.00	\$ 621.00
96	3.00	Pza	Idem al anterior, color rojo.	\$ 207.00	\$ 621.00
97	300.00	m ²	Aislamiento térmico para conductos interiores de aire a base de colchonetas de fibra de vidrio tipo RF-3075 Vitro Fibras de México o equivalente de 25 mm. (1.0 pulg.) de espesor de 1 lb/pie ³ de densidad, con barrera de vapor, revestimiento de papel Kraft y Foil de aluminio, incluye adhesivo Duct-Fast y sellador C.I. Mastick 6025 de Protexa.	\$ 53.80	\$ 16,142.10
98	275.00	m ²	Aislamiento térmico para conductos exteriores de aire a base de colchonetas de fibra de vidrio tipo RF-3075 Vitro Fibras de México o equivalente, de 25 mm. (1.0 pulg.) de espesor de 1 lb/pie ³ de densidad con barrera de vapor, revestimiento de papel Kraft y Foil de aluminio. Manta cabeza de indio y Fester Blanc color blanco, incluye adhesivo Dust-Fast y sellado C.I., Mastick 6025 de Protexa.	\$ 72.00	\$ 19,800.00
99	70.00	m	Aislamiento térmico para tuberías de líquido y gas refrigerante, a base de elementos preformados de fibra de vidrio, en medias cañas de 2 ½ pulg. de espesor con protección de lamina lisa de aluminio calibre No. 26 para aplicarse en tubería de cobre de 2 ½ pulg. de diámetro.	\$ 98.30	\$ 6,881.00
100	41.00	m	Idem, para tubería de 2.0 pulg.	\$ 83.20	\$ 3,411.20
101	71.00	m	Idem, para tubería de 1 1/2 pulg.	\$ 76.70	\$ 5,445.70
102	40.00	m	Idem, para tubería de 1.0 pulg.	\$ 64.80	\$ 259.20
103	65	Soporte	Soportería para conductos redondos exteriores colgados de placa de acero. Que consta de lo siguiente: dos varillas roscadas de 3/8 pulg. (min.) cada una, con doblez en un extremo para soldarse a la placa de acero mediante soldadura 6010 y en el otro extremo donde sujeta al conducto se une a dos medios cinchos o anillos de lamina galvanizada de 1.0 pulg. de ancho mediante pernos, tuercas hexagonales y roldanas planas de 3/8 pulg. (min.),	\$ 120.00	\$ 7,800.00
104	365.00	Soporte	Soportería para conductos redondos interiores colgados de placa de acero. Que consta de lo siguiente: dos varillas roscadas de 3/8 pulg. (min.) cada una, con doblez en un extremo para soldarse a la placa de acero mediante soldadura 6010 y en el otro extremo donde sujeta al conducto se une a dos medios cinchos o anillos de lamina galvanizada de 1.0 pulg. de ancho mediante pernos, tuercas		

Tabla 7.1 Costos de Equipos y Materiales. continuación

No.	Cant.	Unidad	Descripción	P.U.	Importe
			hexagonales y roldanas planas de 3/8 pulg. (min.).	\$ 110.00	\$ 40,150.00
105	80.00	Soporte	Soporteria para conductos redondos flexibles interiores colgados de placa de acero. Que consta de lo siguiente: varilla rosca de 3/8 pulg. (min.) con doblez en un extremo para soldarse a la placa de acero mediante soldadura 6010 y en el otro extremo donde sujeta al conducto se une a un cincho o anillo de lamina galvanizada de 1.0 pulg. de ancho mediante perno, tuerca hexagonal y roldana plana de 3/8 pulg. (min.).	\$ 115.00	\$ 9,200.00
106	37.00	Soporte	Soporteria para conductos rectangulares interiores colgados de placa de acero. Que consta de lo siguiente: dos tirantes de solera estructural de 1x1x1/4 de pulg. Con un extremo doblado y soldado a la placa de acero con soldadura 6010, y el otro extremo doblado para sujetar el conducto mediante pijas No. 14 galvanizadas.	\$ 94.00	\$ 3,478.00
107	40.00	Lote	Soporteria para tubería de refrigerante colgada de placa de acero. Que consta de lo siguiente: dos varillas roscadas de 3/8 pulg. (min.) cada una, con doblez en un extremo para soldarse a la placa de acero mediante soldadura 6010 y en el otro extremo soporta un ángulo horizontal de 1x1x1/4 pulg. mediante tuercas hexagonales y roldanas de 3/8 pulg. (min.). Incluye abrazaderas tipo omega y pijas galvanizadas del no. 14.	\$ 90.00	\$ 3,600.00
Costo total de equipos y materiales:					\$ 1'595,141.10

CONCLUSIONES

Al termino de los siete capítulos anteriores llegue a las siguientes conclusiones:

Para poder realizar cualquier Diseño de Aire Acondicionado es de suma importancia contar con los conocimientos necesarios sobre Termodinámica, Transferencia de Calor y Psicrométrica.

Es importante saber que tipo de sistema es el más adecuado para cada caso, es decir, si se debe y puede emplear volumen constante o volumen variable.

Se debe contar con las Bases de Diseño muy claras y específicas, ya que de estas dependen los cálculos para conocer la carga térmica, de lo contrario no serían tan confiables los resultados que se puedan tener y las ganancias de calor pueden tener gran variación con respecto a lo real.

En la Mecánica de Fluidos nos apoyamos para calcular la tubería del refrigerante y los conductos de aire, ya que es de suma importancia conocer las caídas de presión en los sistemas antes mencionados, debido a que si esas caídas son muy grandes o muy pequeñas, el equipo puede estar trabajando fuera del rango permitido y puede sufrir severos daños.

De la buena selección del equipo dependerá en gran parte la satisfacción del cliente, ya que el diseñador debe tener en cuenta las particularidades de cada sistema en cada aplicación, como son la carga, necesidades de zonificación, espacio disponible y costos entre otros, para lograr este objetivo.

Es de suma importancia contar con un buen sistema de control, ya que este se encarga de mantener a las condiciones de diseño al local y mantener el funcionamiento del equipo a niveles seguros.

Los costos juegan un papel muy importante en el proyecto, por lo que se debe realizar un análisis económico para tener conocimiento del monto total de este y saber si es factible o no se cuenta con el capital suficiente para llevarlo a cabo.

Por todo esto se puede ver que un proyecto de Aire Acondicionado es muy amplio y completo para un Ingeniero, ya que abarca muchos campos de la Ingeniería.

Con este trabajo de tesis pude cumplir con el objetivo de tener a un ambiente agradable a los ocupantes de la Plataforma Habitacional Marina, y espero que sea de mucha utilidad su empleo en los diseños de Volumen Variable para cualquier persona que desee utilizarla como guía, en especial a los estudiantes de la materia de Aire Acondicionado, ya que regularmente se enseña el Sistema de Volumen Constante nada más y no se menciona este tipo de sistemas.

Por último, pude concluir que este diseño de Volumen Variable se puede convertir en un edificio inteligente, solamente le faltaría completar los sistemas control, para que el sistema opere de manera automática a través de una computadora, sin necesidad de gente que este operándolos.

Tabla I.1 Temperaturas Interiores Recomendables para Verano en Función de la Temperatura del Aire Exterior

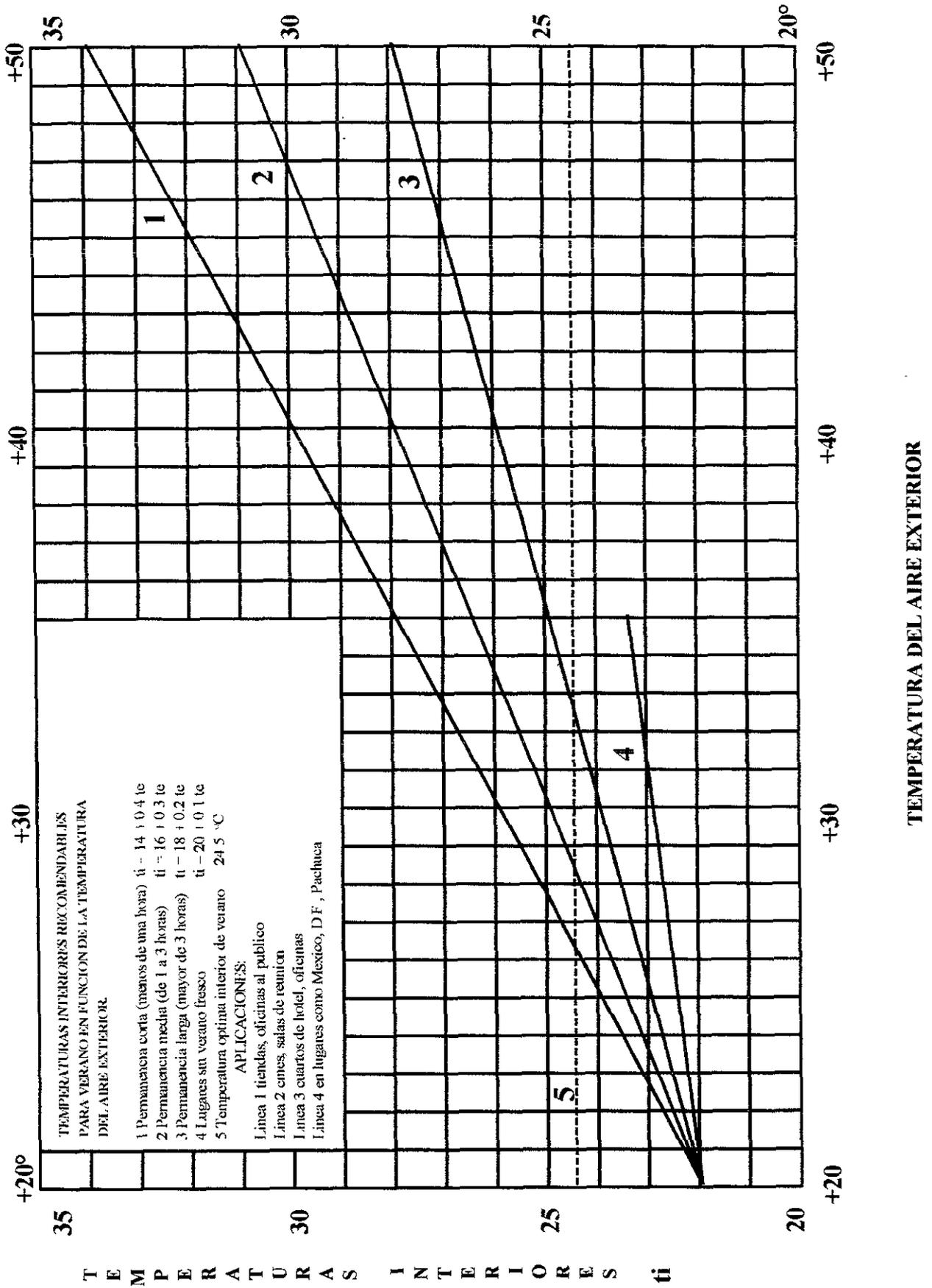


Tabla 1.2 Conductividad Térmica

Material	Calor específico	Masa específica	Conductividad k	Gama de Temperaturas (°F)
	C_p (Btu/lb°F)	a 68 °F (lb/Ft ³)	$\frac{(Btu)(plg)}{(hr)(Ft^2)(°F)}$	
Acero				
1% C	0.12	487.0	310.0	64 - 212
Inoxidable	0.12	515.0	200.0	...
Agua				
Dulce	1.00	62.4	4.1	70
De mar	0.94	64.0	3.93	64
Aire tranquilo	0.24	...	0.169 - 0.215	32 - 200
Algodón	0.32	5.06	0.39	32
Alquitrán bituminoso	0.35	75.0	...	86
Aluminio	0.21	168.0	1404 - 1429	32 - 600
Amoniaco				
Líquido	1.128	38.0	3.48	5 - 86
Vapor	0.52	0.67	0.144	32
Arcilla				
Seca	0.22	63.0	3.5 - 4.0	68 - 212
Húmeda	0.60	110.0	4.5 - 9.5	...
Arena seca	0.19	94.6	2.28	68
Asbestos lana	0.20	25.0	0.62	32
Bagazo	0.32	13.5	0.336	68
Benzol	0.34	55.5	1.18	68
Bronce	0.10	509.0	522.0	32
Cal				
Mortero	0.22	106.0	2.42	...
Extinguida	0.13	81.0 - 87.0
Cartón de bagazo (celotex)	0.32	13.2	0.34	...
Celulosa, seca	0.37	94.0	1.66	59
Ceniza	0.18	40 - 45	1.1	...
Corcho en placas	0.42	8.3	0.28	60
Corcho granulado	0.42	8.1	0.31	90
Corteza de madera roja	...	5.0	0.26	75
Cuero, vaqueta	0.36	54.0	1.10	86
Espuma de vidrio	0.16 - 0.19	10.5	0.40	50
Estuco				
Cemento	0.20	73.8	8.00	68
Yeso	0.20	46.2	3.30	73
Fieltro de pelo	0.33	13.0	0.26	90
Gasolina	0.53	42.0	0.94	86
Granito	0.20	159.0	15.4	...
Grano, tabla aislante	0.32	15.0	0.33	71
Hielo	0.50	57.5*	15.6	32
Hierro				
Vaciado	0.13	442.0	326.0	129 - 216
Forjado o dulce	0.11	485.0	417.0	64 - 212
Hormigón				
Rescoldo o de escoria	0.18	97.0	4.9	75
Vaciado	0.19	140.0	12.0	75

Tabla 1.2 Conductividad Térmica (continuación)

Material	Calor específico	Masa específica	Conductividad k	Gama de Temperaturas (°F)
	C_p (Btu/lb°F)	a 68 °F (lb/Ft ³)	$\left[\frac{(\text{Btu})(\text{plg})}{(\text{hr})(\text{Ft}^2)(\text{°F})} \right]$	
Hollín de resina	...	10.0	0.45	104
Hule				
Duro	0.40	74.3	11.0	100
India	0.48	59.0	1.302	68 - 212
Ladrillo				
Común	0.22	112.0	5.0	...
De fachada	0.22	125.0	9.2	...
Refractario	0.20	115.0	6.96	392
Lana	0.33	4.99	0.264	86
Lana de vidrio	0.22	1.5	0.27	75
Lana mineral de asbesto				
Placa	0.25	15.0	0.33	75
Relleno	0.20	9.4	0.27	103
Lana mineral o pétreo	0.20	10.0	0.27	90
Latón				
Rojo	0.090	536.0	715.0	32
Amarillo	0.088	534.0	592.0	32
Madera				
Abeto	0.65	34.0	0.80	75
Arce	...	40.0	1.2	75
Roble	0.57	48.0	1.10	86
Pino blanco	0.67	31.2	0.780	86
Mármol	0.21	162.0	20.6	32 - 212
Mortero de cemento	0.19	118.0	12.0	...
Níquel	0.10	537.0	406.5	64 - 212
Oro	0.031	1205.0	2028	64 - 212
Oxido de hierro	0.17	306 - 330	3.63	68
Papel	0.32	58.0	0.90	...
Parafina	0.69	55.6	1.68	32 - 68
Piedra de arena	0.22	143.0	12.6	68
Piedra de cal o caliza	0.22	132.0	10.8	75
Plata	0.056	656.0	2905	64 - 212
Plomo	0.030	710.0	240.0	64 - 212
Tabla de asbesto con cemento	0.20	123.0	2.7	85
Tabla de fibra de madera	0.34	16.9	0.34	90
Tierra				
Cuarzo molido (4% de humeda)	[0.16 - 0.19	100 (seco)	11.5	40
Cuarzo molido (4% de humeda)	seco límite	110 (seco)	16.0	40
Arena de Fairbanks				
Humedad, 4%	0.3	100 (seco)	8.5	40
Humedad, 10%	humedad	110 (seco)	15.0	40
Marga arenosa de Dakota				
Humedad, 4%		110 (seco)	6.5	40

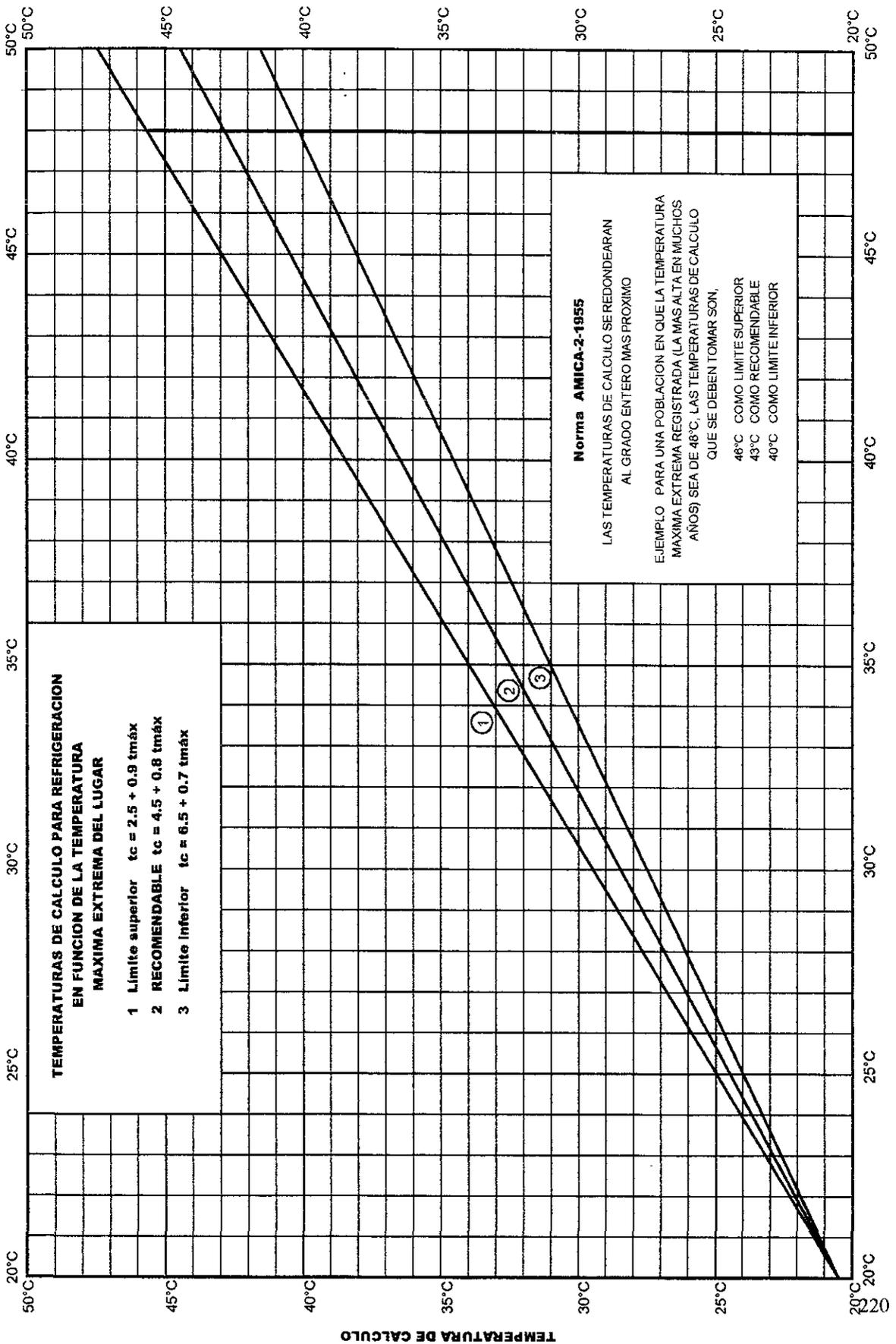
Tabla 1.2 Conductividad Térmica (continuación)

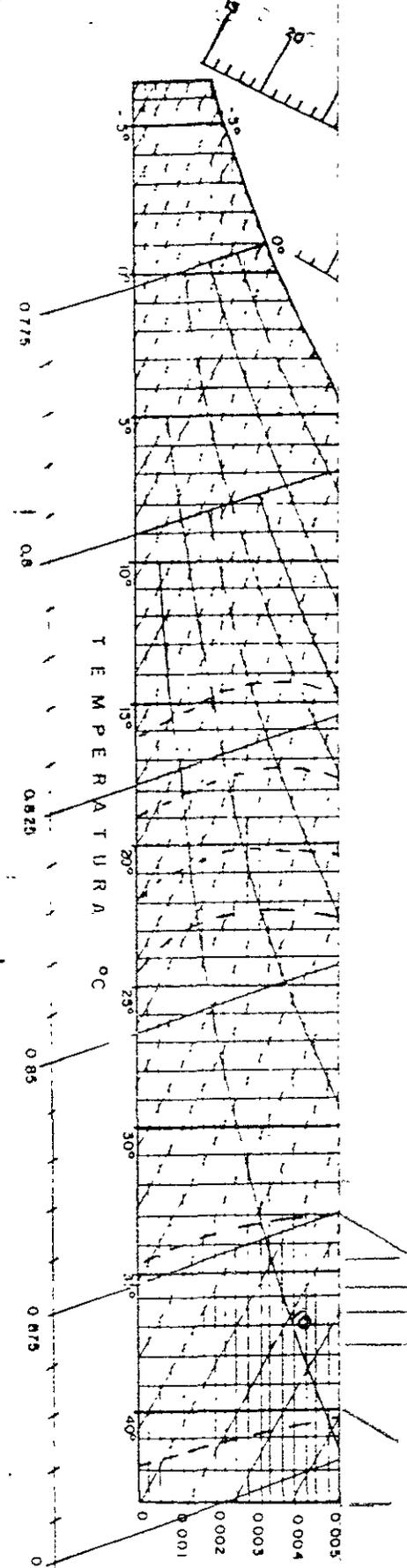
Material	Calor específico C_p (Btu/lb°F)	Masa específica a 68 °F (lb/Ft ³)	Conductividad k [(Btu)(plg) / (hr)(Ft ²)(°F)]	Gama de Temperaturas (°F)
Humedad. 10% Ladrillo		110 (seco)	13.0	40
Humedad. 10%		90 (seco)	5.5	40
Humedad. 20%		100 (seco)	10.0	40
Tiza	0.21	142.0	6.35	...
Vapor de agua	0.48	0.037**	0.151	212
Vidrio				
Termómetro común	0.20	164.0	5.5	68 - 212
Cristal de roca	0.12	247.0	5.1	50 - 122
Pyrex	0.20	140.0	7.56	...
Yeso, sólido	0.26	78.0	3.0	68

* a 32 °F

** a 212 °F y 14.7 lb/plg².

Tabla 3.1 Temperaturas de Calculo para Refrigeración en Función de la Temperatura Maxima Extrema del Lugar





$$\frac{m_2}{k_0} = \beta$$

TABLA 3 3 DIFERENCIA DE TEMPERATURAS SOLARES
PARA MUROS Y AZOTEAS

30° LATITUD

HORA	DIRECCION CARA DEL MURO							
	N.E.	E.	S.E.	S.	S.O.	O.	N.O.	AZOTEA
6 A M	3.5	4.0						
9	14.5	18.0	8.0					5.0
10	18.0	24.5	14.5					16.0
11	13.5	22.0	15.5					25.5
12	7.0	15.0	13.5	0.5				33.0
1 P.M.			8.0	3.0				37.0
2			1.0	3.5	1.0			38.0
3				3.0	8.0	6.0		37.0
4				0.5	13.5	15.0	7.0	33.0
5					15.5	22.0	13.5	25.5
6					14.5	24.5	18.0	16.0
7					8.0	18.0	14.5	5.0
8						4.0	3.5	

COLORES
OBSCUROS

(NEGRO,
VERDE OSCURO)

HORA	DIRECCION CARA DEL MURO							
	N.E.	E.	S.E.	S.	S.O.	O.	N.O.	AZOTEA
6 A.M.	0.5	1.0						
9	8.0	9.0	4.0					1.5
10	10.0	14.0	8.0					9.5
11	7.0	13.0	9.0					15.0
12	3.0	9.0	7.0					20.0
1 P.M.		3.0	4.0					22.0
2				0.5				23.0
3					4.0	3.0		22.0
4					7.0	9.0	3.0	20.0
5					9.0	13.0	7.0	15.0
6					8.0	14.0	10.0	9.5
7					4.0	9.5	8.0	1.5
8						1.0	0.5	

COLORES
MEDIOS

(ROJO, CAFÉ,
VERDE CLARO)

HORA	DIRECCION CARA DEL MURO							
	N.E.	E.	S.E.	S.	S.O.	O.	N.O.	AZOTEA
8 A.M.								
9	3.5	4.5	1.0					
10	4.5	7.0	3.5					4.0
11	3.0	6.0	4.0					6.0
12		4.0	3.0					10.5
1 P.M.			0.5					12.0
2								13.0
3					0.5			12.0
4					3.0	4.0		10.5
5					4.0	6.0	3.0	8.0
6					3.5	7.0	4.5	4.0
7					1.0	4.5	3.5	
8								

COLORES
CLAROS

(BLANCO,
ALUMINIO)

TABLA 3.4 DIFERENCIA DE TEMPERATURAS SOLARES
PARA VENTANAS Y TRAGALUCES

30° LATITUD

VENTANAS
OBSCURAS

HORA	ORIENTACION DE LA VENTANA							TRAGALUZ
	N.E.	E.	S.E.	S.	S.O.	O.	N.O.	
6 A.M.	24.5	25.0	11.0					2.0
7	62.0	74.0	39.0					25.0
8	70.5	96.0	58.5					65.5
9	50.5	85.5	59.5					98.0
10	22.0	58.5	48.5	4.0				123.0
11	1.0	20.0	27.0	9.0				137.0
12			5.0	10.5	5.0			143.0
1 P.M.				9.0	27.0	20.0	1.0	137.0
2				4.0	48.0	58.5	22.0	123.0
3					59.5	85.5	50.5	98.0
4					58.5	96.0	70.5	65.0
5					39.0	74.0	52.0	25.0
6					11.0	26.0	24.5	2.0

COLORES
CLAROS

HORA	ORIENTACION DE LA VENTANA							TRAGALUZ
	N.E.	E.	S.E.	S.	S.O.	O.	N.O.	
6 A.M.	12.0	13.0	5.5					1.0
7	31.0	37.0	19.0					13.0
8	35.5	48.0	29.0					33.0
9	25.5	43.0	30.0					49.0
10	10.5	29.0	24.0	1.5				62.0
11	0.5	10.0	13.0	4.5				68.0
12			3.0	5.0	3.0			71.0
1 P.M.				4.5	13.0	10.0	0.5	68.0
2				1.5	24.0	29.0	10.5	62.0
3					3.0	43.0	25.5	49.0
4					29.0	48.0	35.5	33.0
5					19.0	37.0	31.0	13.0
6					5.5	13.0	12.0	1.0

TOLDOS SOBRE
VENTANAS

HORA	ORIENTACION DE LA VENTANA							TRAGALUZ
	N.E.	E.	S.E.	S.	S.O.	O.	N.O.	
6 A.M.	7.0	8.0	3.0					
7	18.0	22.0	12.0					
8	21.0	29.0	18.0					
9	15.0	25.5	18.0					
10	7.0	18.0	15.0	1.0				
11		5.0	6.0	3.0				
12			1.5	3.5	1.0			
1 P.M.				3.0	6.0	6.0		
2				1.0	15.0	18.0	7.0	
3					18.0	25.5	15.0	
4					18.0	29.0	21.0	
5					12.0	22.0	18.0	
6					3.5	8.0	7.0	

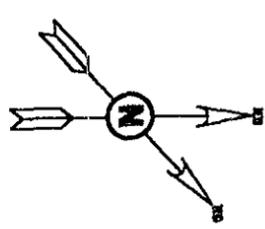
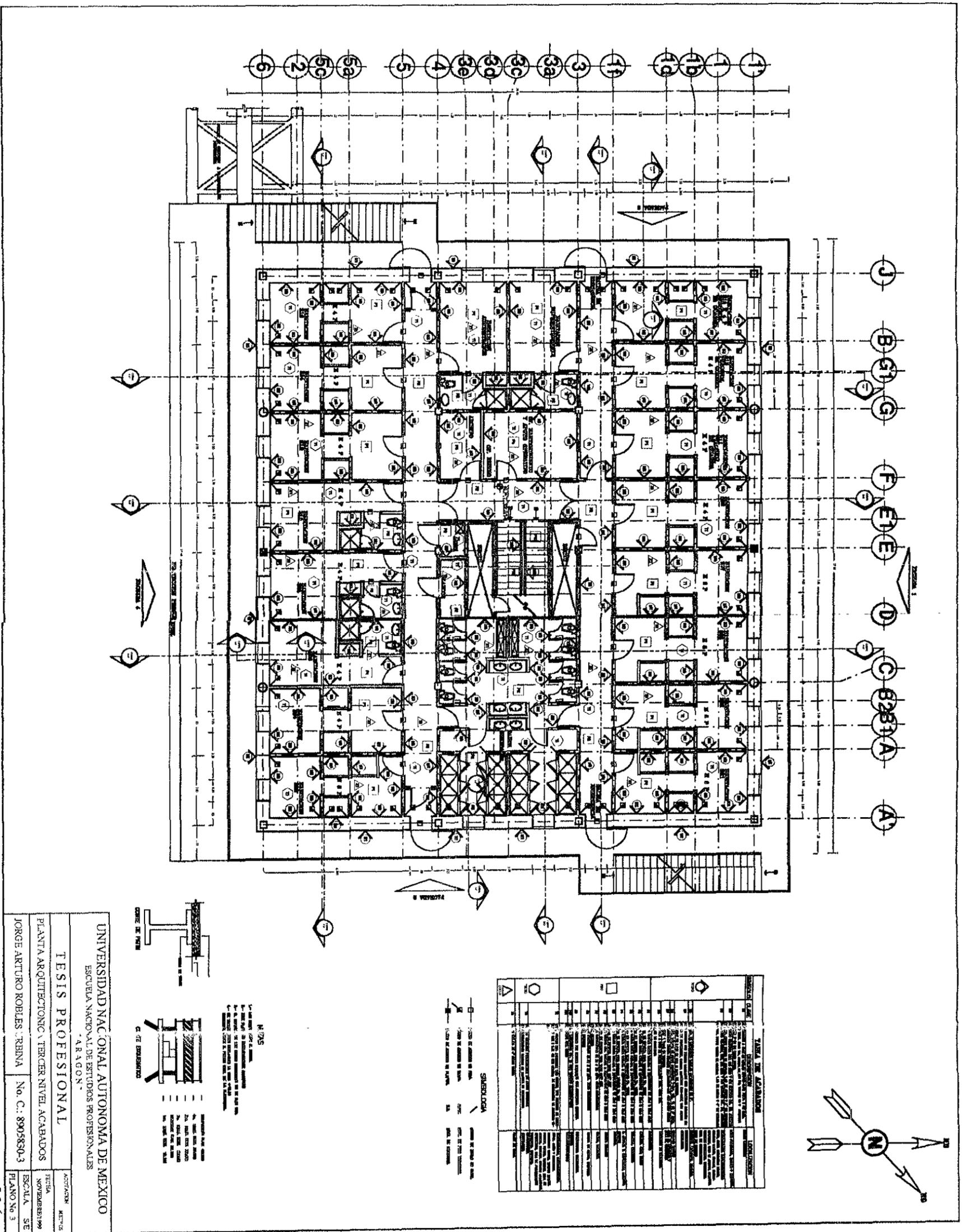
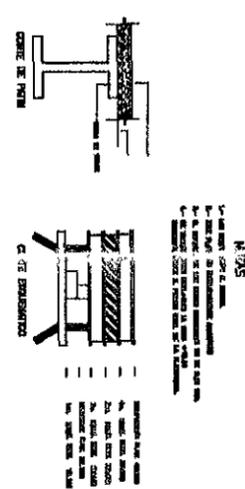


TABLA DE MATERIALES

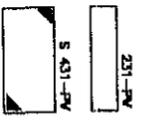
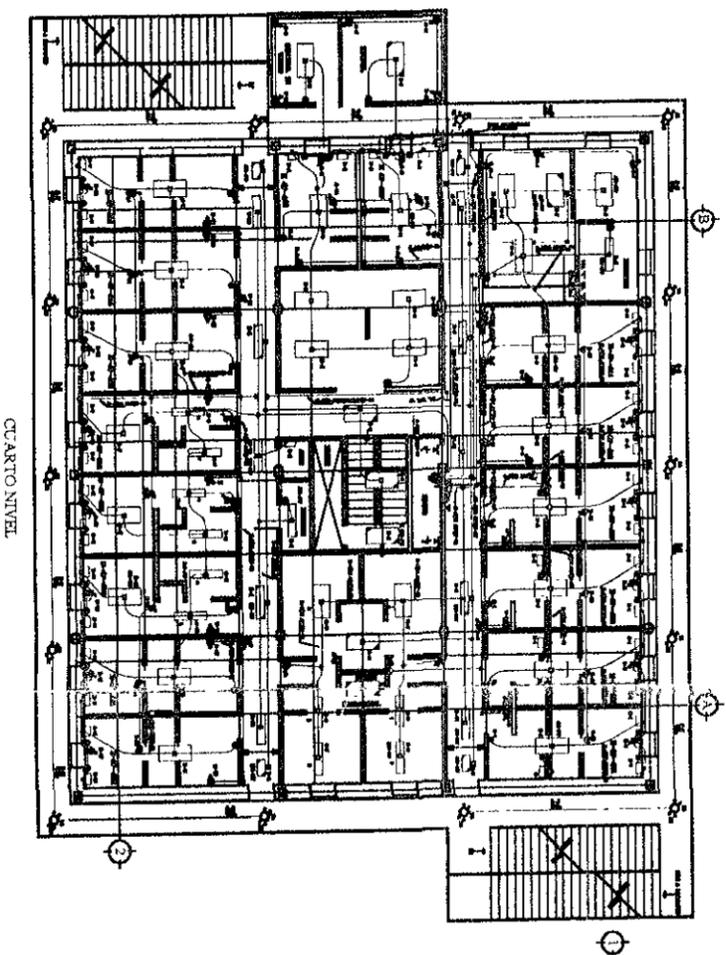
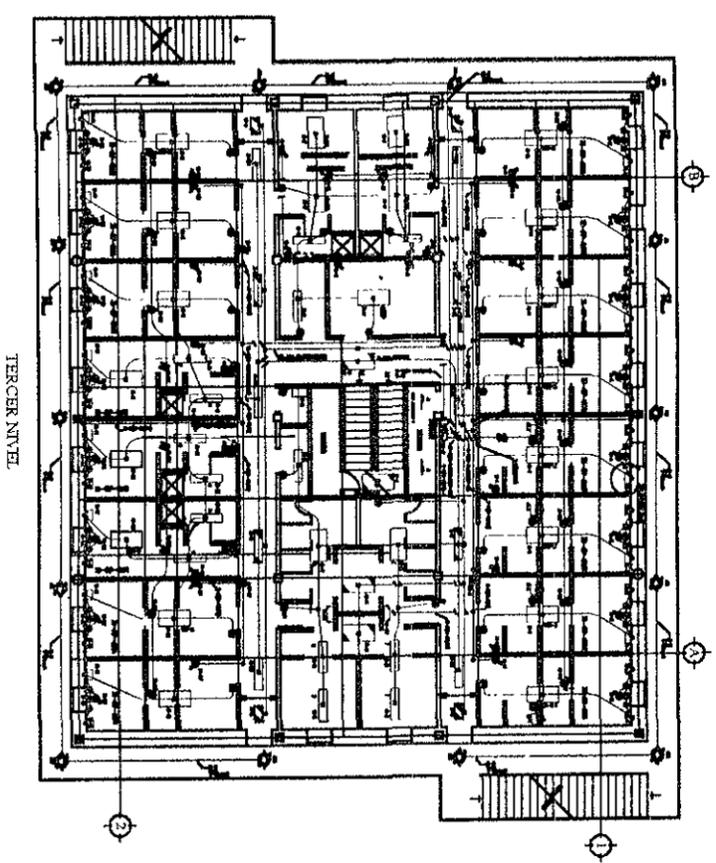
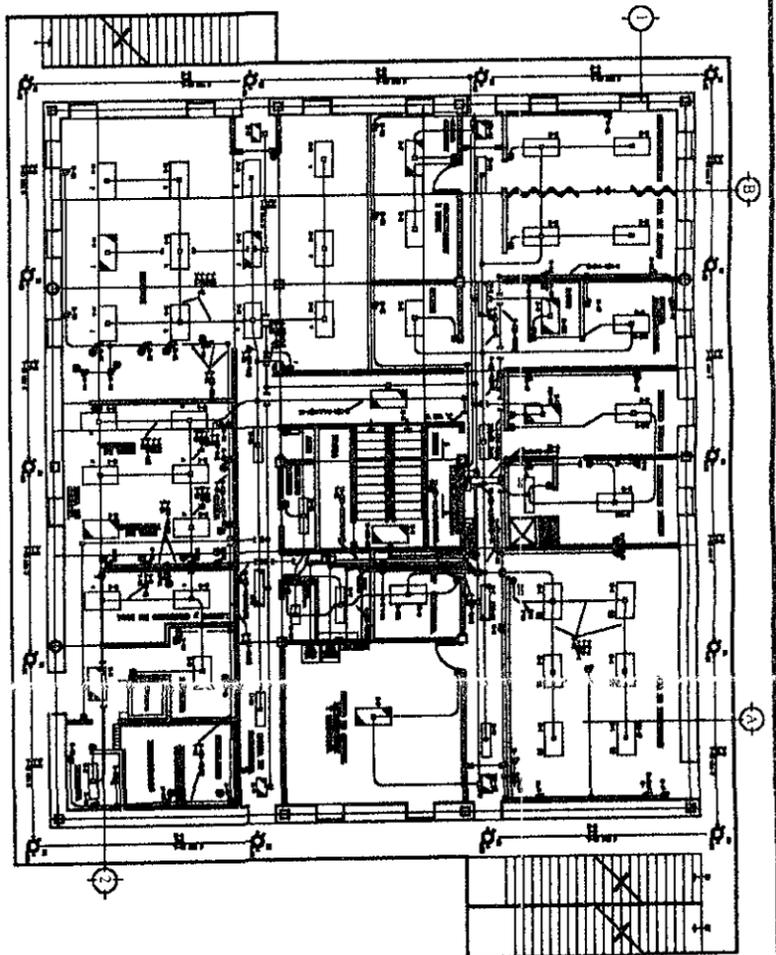
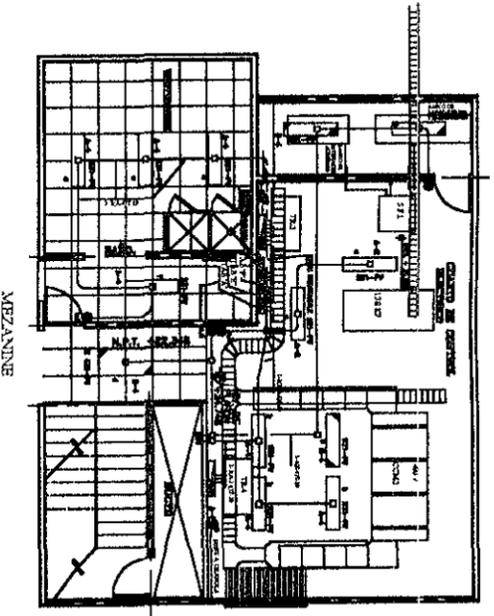
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
ACERO PARA ARMADO	1200	KG
CONCRETO	1500	M ³
CEMENTO	1000	TON
ALBAÑILERÍA	2000	M ²
TEJAS	5000	M ²
VIDRIO	1000	M ²
PUERTAS	10	UN
VENTANAS	20	UN
BAÑOS	5	UN
COCINA	1	UN
RECEPCION	1	UN
OFICINAS	10	UN
LABORATORIO	1	UN
ALMACEN	1	UN
DEPORTE	1	UN
OTROS	1	UN



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
 "ARAGON"

TESIS PROFESIONAL

PLANTA ARQUITECTONICA Y TERCER NIVEL ACABADOS
 JORGE ARTURO ROBLES CRIBINA No. C.: 8905830-3
 ESCALA SE
 PLANO No. 3

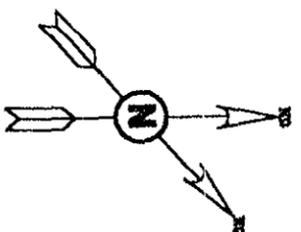
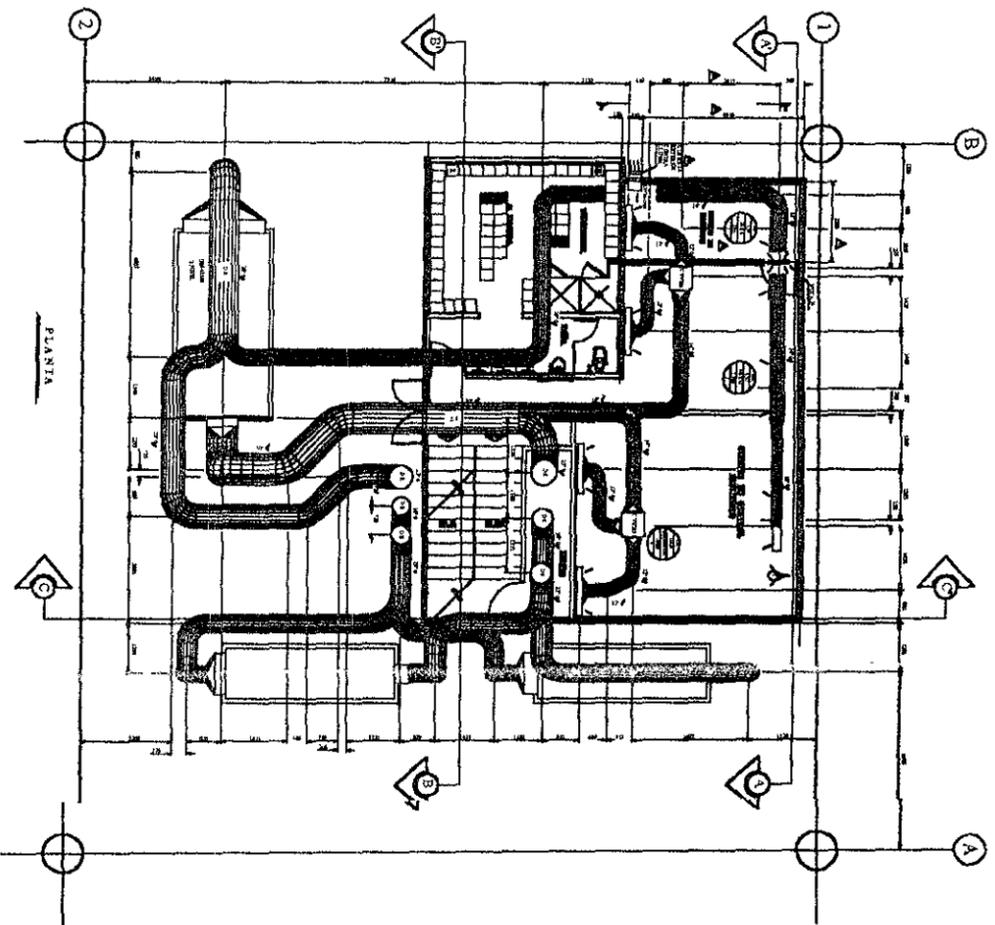


SIMBOLOGIA :
 231-PV LUMINARIO FLUORESCENTE A PRUEBA DE VAPOR CON BALASTRO ELECTRONICO PARA 127 VOLTS, 60 HZ. Y 2 TUBOS DE 32 WATTS PARA EMPOTRAR EN FALSO PLAFON RETICULAR.
 5.431-PV LUMINARIO FLUORESCENTE A PRUEBA DE VAPOR CON BALASTRO ELECTRONICO PARA 127 VOLTS, 60 HZ. Y 4 TUBOS DE 32 WATTS CADA UNO, PARA SOBRE PANTER.



231-PV LUMINARIO FLUORESCENTE A PRUEBA DE VAPOR CON BALASTRO ELECTRONICO PARA 127 VOLTS, 60 HZ. Y 2 TUBOS DE 32 WATTS PARA EMPOTRAR EN FALSO PLAFON RETICULAR.
 RECEPTACULO DOBLE 3 POLOS, 2 HILOS, CON TERMINAL A TIERRA.
 APAGADOR SEMBLA TIPO INTERCAMBIABLE PARA 10 A 127 V.
 TABLERO DE ALAMBRAO 3 PASES, 4 HILOS, CON INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS DERIVADOS.
 TUBERIA QUE SE AGENCIA DEL OBSERVADOR.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES	
"ARAGON"	
TESIS PROFESIONAL	
ALAMBRADO INTERIOR	ARCHITECTONICA
MEZANINE-SEGUNDO-TERCER-CUARTO NIVEL	NOVIEMBRE 1969
JORGE ARTURO ROMILES URBINA	ESCALA: SE
No. C. 8905830-3	PLANO No. 5



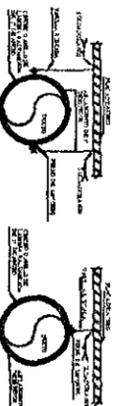
NOMENCLATURA

LETRA	DESCRIPCION
A	PUERTA
B	VENTANA
C	ALCANTARILLA
D	REJILLA
E	ALCANTARILLA
F	ALCANTARILLA
G	ALCANTARILLA
H	ALCANTARILLA
I	ALCANTARILLA
J	ALCANTARILLA
K	ALCANTARILLA
L	ALCANTARILLA
M	ALCANTARILLA
N	ALCANTARILLA
O	ALCANTARILLA
P	ALCANTARILLA
Q	ALCANTARILLA
R	ALCANTARILLA
S	ALCANTARILLA
T	ALCANTARILLA
U	ALCANTARILLA
V	ALCANTARILLA
W	ALCANTARILLA
X	ALCANTARILLA
Y	ALCANTARILLA
Z	ALCANTARILLA

NOTAS

1. EL PROYECTO SE REALIZO DE ACUERDO A LOS REQUISITOS DEL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE ARAGÓN.
2. EL PROYECTO SE REALIZO DE ACUERDO A LOS REQUISITOS DEL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE ARAGÓN.
3. EL PROYECTO SE REALIZO DE ACUERDO A LOS REQUISITOS DEL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE ARAGÓN.
4. EL PROYECTO SE REALIZO DE ACUERDO A LOS REQUISITOS DEL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE ARAGÓN.
5. EL PROYECTO SE REALIZO DE ACUERDO A LOS REQUISITOS DEL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE ARAGÓN.
6. EL PROYECTO SE REALIZO DE ACUERDO A LOS REQUISITOS DEL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE ARAGÓN.
7. EL PROYECTO SE REALIZO DE ACUERDO A LOS REQUISITOS DEL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE ARAGÓN.
8. EL PROYECTO SE REALIZO DE ACUERDO A LOS REQUISITOS DEL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE ARAGÓN.
9. EL PROYECTO SE REALIZO DE ACUERDO A LOS REQUISITOS DEL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE ARAGÓN.
10. EL PROYECTO SE REALIZO DE ACUERDO A LOS REQUISITOS DEL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE ARAGÓN.

SYMBOLOGIA



DETALLE "A"
SOPORTERA DE BAJOS INTERIORES
CEN Y SIN ASAMBLAJE



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
- ARAGÓN -

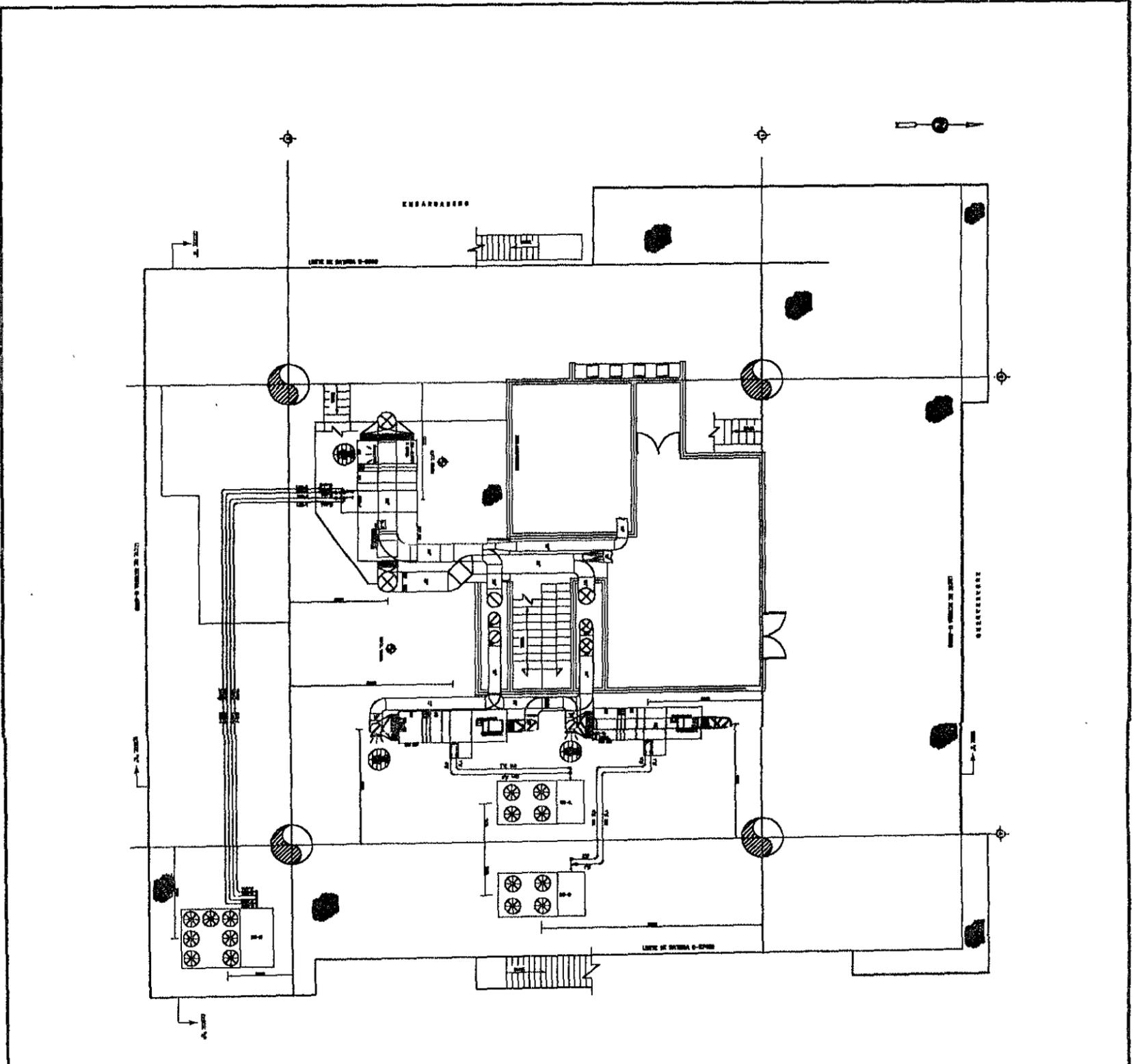
TESIS PROFESIONAL

DISTRIBUCION DE CONDUCTOS MEZANINE

JORGE ARTURO ROBLES VERINA No C 8905830-3

PLANO No 7

ACCION	REVISOR
FECHA	FECHA
NOVIEMBRE/99	NOVIEMBRE/99
ESCALA	ESCALA
SE	SE



- T A B L A**
- 1. Las dimensiones generales de las plantas, secciones y detalles, corresponden a las especificaciones de la Universidad Nacional Autónoma de México, en sus normas de construcción, y a las especificaciones de la Secretaría de Obras Públicas, en sus normas de construcción.
 - 2. Las plantas, secciones y detalles, se han elaborado en base a las especificaciones de la Universidad Nacional Autónoma de México, en sus normas de construcción, y a las especificaciones de la Secretaría de Obras Públicas, en sus normas de construcción.
 - 3. Las plantas, secciones y detalles, se han elaborado en base a las especificaciones de la Universidad Nacional Autónoma de México, en sus normas de construcción, y a las especificaciones de la Secretaría de Obras Públicas, en sus normas de construcción.
 - 4. Las plantas, secciones y detalles, se han elaborado en base a las especificaciones de la Universidad Nacional Autónoma de México, en sus normas de construcción, y a las especificaciones de la Secretaría de Obras Públicas, en sus normas de construcción.
 - 5. Las plantas, secciones y detalles, se han elaborado en base a las especificaciones de la Universidad Nacional Autónoma de México, en sus normas de construcción, y a las especificaciones de la Secretaría de Obras Públicas, en sus normas de construcción.
 - 6. Las plantas, secciones y detalles, se han elaborado en base a las especificaciones de la Universidad Nacional Autónoma de México, en sus normas de construcción, y a las especificaciones de la Secretaría de Obras Públicas, en sus normas de construcción.
 - 7. Las plantas, secciones y detalles, se han elaborado en base a las especificaciones de la Universidad Nacional Autónoma de México, en sus normas de construcción, y a las especificaciones de la Secretaría de Obras Públicas, en sus normas de construcción.
 - 8. Las plantas, secciones y detalles, se han elaborado en base a las especificaciones de la Universidad Nacional Autónoma de México, en sus normas de construcción, y a las especificaciones de la Secretaría de Obras Públicas, en sus normas de construcción.
 - 9. Las plantas, secciones y detalles, se han elaborado en base a las especificaciones de la Universidad Nacional Autónoma de México, en sus normas de construcción, y a las especificaciones de la Secretaría de Obras Públicas, en sus normas de construcción.
 - 10. Las plantas, secciones y detalles, se han elaborado en base a las especificaciones de la Universidad Nacional Autónoma de México, en sus normas de construcción, y a las especificaciones de la Secretaría de Obras Públicas, en sus normas de construcción.

NOVENCLATURA

- 1. Sala de espera.
- 2. Sala de conferencias.
- 3. Sala de reuniones.
- 4. Sala de exposiciones.
- 5. Sala de actividades.
- 6. Sala de exposiciones.
- 7. Sala de exposiciones.
- 8. Sala de exposiciones.
- 9. Sala de exposiciones.
- 10. Sala de exposiciones.
- 11. Sala de exposiciones.
- 12. Sala de exposiciones.
- 13. Sala de exposiciones.
- 14. Sala de exposiciones.
- 15. Sala de exposiciones.
- 16. Sala de exposiciones.
- 17. Sala de exposiciones.
- 18. Sala de exposiciones.
- 19. Sala de exposiciones.
- 20. Sala de exposiciones.

SIMBOLOGIA

- 1. Señal de sala.
- 2. Señal de sala.
- 3. Señal de sala.
- 4. Señal de sala.
- 5. Señal de sala.
- 6. Señal de sala.
- 7. Señal de sala.
- 8. Señal de sala.
- 9. Señal de sala.
- 10. Señal de sala.
- 11. Señal de sala.
- 12. Señal de sala.
- 13. Señal de sala.
- 14. Señal de sala.
- 15. Señal de sala.
- 16. Señal de sala.
- 17. Señal de sala.
- 18. Señal de sala.
- 19. Señal de sala.
- 20. Señal de sala.



OPORTUNIDAD DE DICTAR EXPERIENCIAS CON Y SIN ASISTENTE

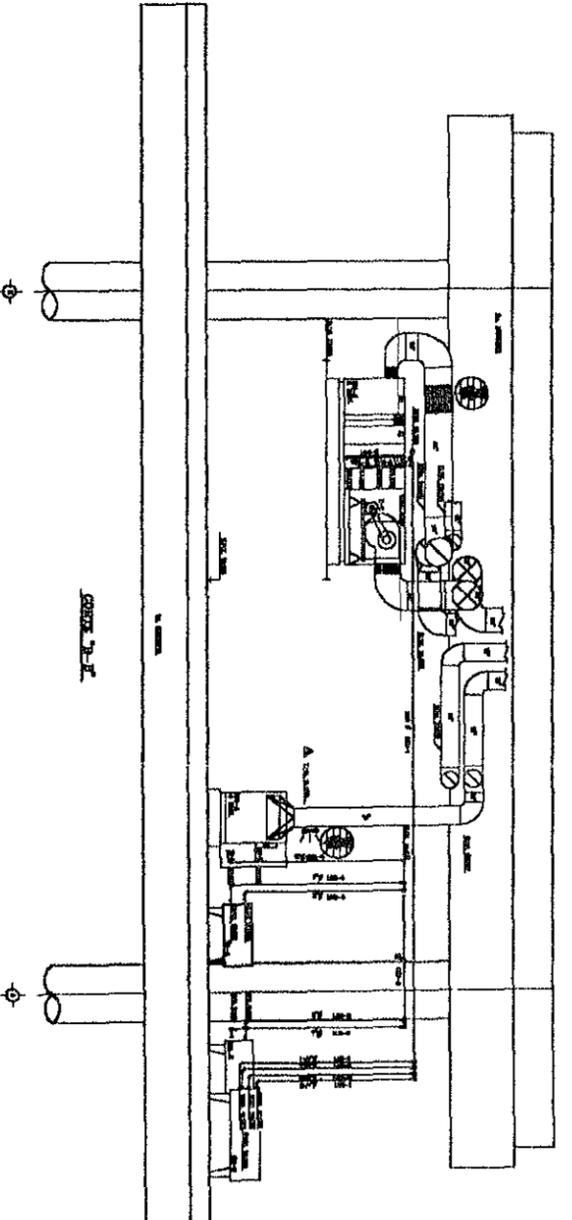
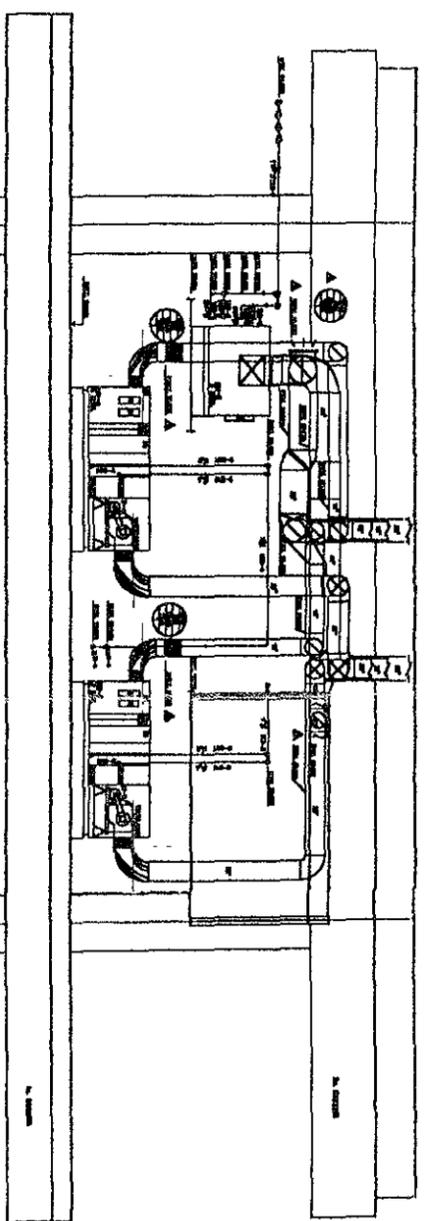
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
 "A RA O O N"

TESIS PROFESIONAL

LOCALIZACIÓN DE ÉQUITOS, PLANTA

JORGE ARTURO ROBLES URBINA No. C. 89058303

PLANO No. 12



N O T A S

- 1. Las dimensiones dadas en las vistas deben ser exactas a menos que se especifique lo contrario.
- 2. Las superficies de acabado de las partes deben ser las que se indican en las vistas.
- 3. Las superficies de acabado de las partes deben ser las que se indican en las vistas.
- 4. Las superficies de acabado de las partes deben ser las que se indican en las vistas.
- 5. Las superficies de acabado de las partes deben ser las que se indican en las vistas.
- 6. Las superficies de acabado de las partes deben ser las que se indican en las vistas.
- 7. Las superficies de acabado de las partes deben ser las que se indican en las vistas.
- 8. Las superficies de acabado de las partes deben ser las que se indican en las vistas.
- 9. Las superficies de acabado de las partes deben ser las que se indican en las vistas.
- 10. Las superficies de acabado de las partes deben ser las que se indican en las vistas.

N O M E N C L A T U R A

- 1. CILINDRO DE ALUMINIO
- 2. CILINDRO DE ALUMINIO
- 3. CILINDRO DE ALUMINIO
- 4. CILINDRO DE ALUMINIO
- 5. CILINDRO DE ALUMINIO
- 6. CILINDRO DE ALUMINIO
- 7. CILINDRO DE ALUMINIO
- 8. CILINDRO DE ALUMINIO
- 9. CILINDRO DE ALUMINIO
- 10. CILINDRO DE ALUMINIO

S I M B O L O G I A



A D E M A S E N
S O C I E D A D D E D O C T O R E S E X T E R I O R E S
C O N Y B I N A R I A D E M A N T E

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
 A R A G O N

TESIS PROFESIONAL

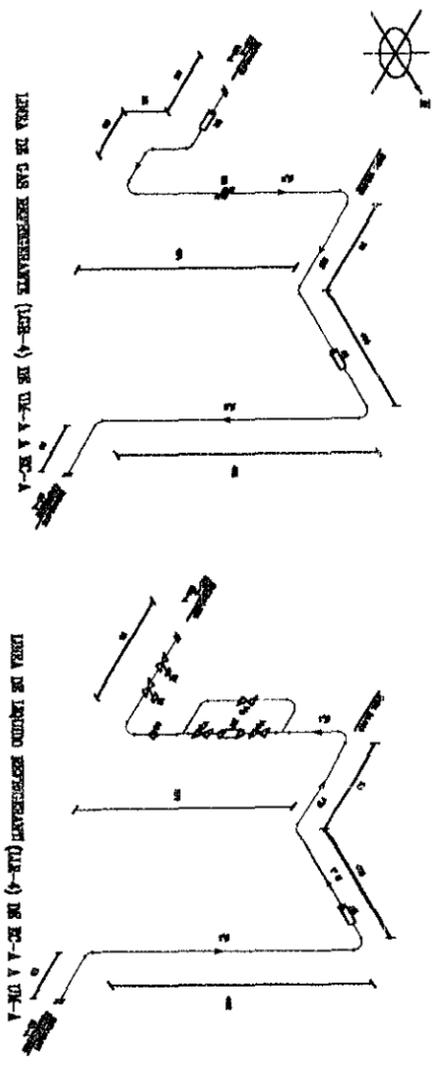
LOCALIZACIÓN DE EQUIPOS, CORTES

JORGE ARTURO ROBLES URBINA No. C.: 8905830-3

PLANO No. 13

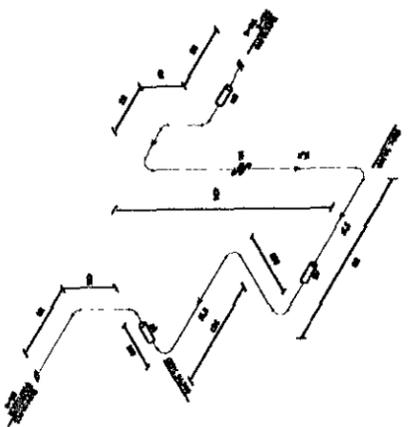
CONFERENCIADA

NOTAS
 1. LAS TUBERIAS PARA LIQUIDOS Y GAS DEPOSITAN EN SU INTERIOR 1/2" DE CALOR EN SU INTERIOR.
 2. EN LA TUBERIA DE REFRIGERANTE SE DEBE CONSERVAR UNA DISTANCIA DE 10 CM. ENTRE LA TUBERIA Y LAS PAREDES DEL TUBO.
 3. EL TUBO DEBE SER DE ACERO Y DE 1/2" DE DIAMETRO.
 4. EL TUBO DEBE SER DE 1/2" DE DIAMETRO Y DE 1/2" DE ESPESOR.
 5. EL TUBO DEBE SER DE 1/2" DE DIAMETRO Y DE 1/2" DE ESPESOR.
 6. EL TUBO DEBE SER DE 1/2" DE DIAMETRO Y DE 1/2" DE ESPESOR.
 7. EL TUBO DEBE SER DE 1/2" DE DIAMETRO Y DE 1/2" DE ESPESOR.
 8. EL TUBO DEBE SER DE 1/2" DE DIAMETRO Y DE 1/2" DE ESPESOR.
 9. EL TUBO DEBE SER DE 1/2" DE DIAMETRO Y DE 1/2" DE ESPESOR.
 10. EL TUBO DEBE SER DE 1/2" DE DIAMETRO Y DE 1/2" DE ESPESOR.



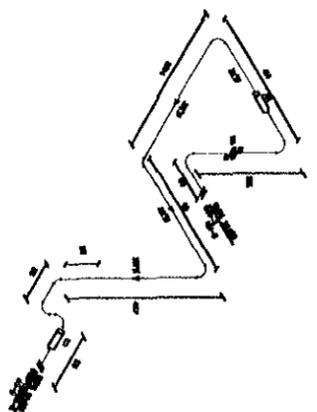
LÍNEA DE GAS REFRIGERANTE (LÍNEA-4) DE UA-A A EC-A

LÍNEA DE LIQUIDO REFRIGERANTE (LÍNEA-4) DE EC-A A UA-A

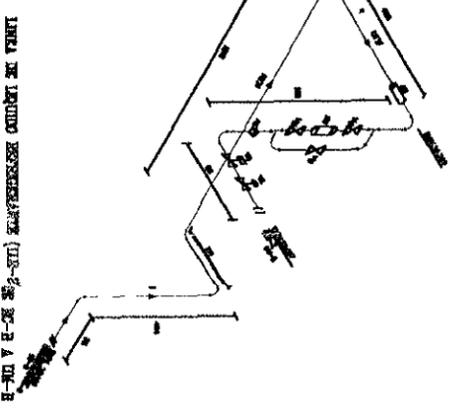


LÍNEA DE GAS REFRIGERANTE (LÍNEA-3) DE UA-C A EC-C

LÍNEA DE LIQUIDO REFRIGERANTE (LÍNEA-3) DE EC-C A UA-C



LÍNEA DE GAS REFRIGERANTE (LÍNEA-2) DE UA-B A EC-B



LÍNEA DE LIQUIDO REFRIGERANTE (LÍNEA-2) DE EC-B A UA-B

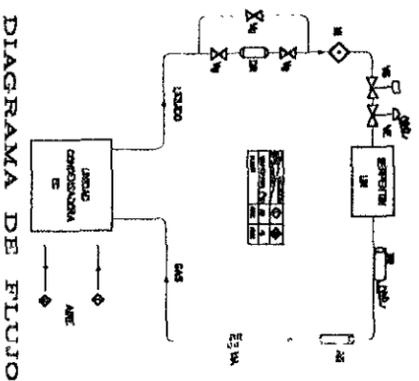


DIAGRAMA DE FLUJO

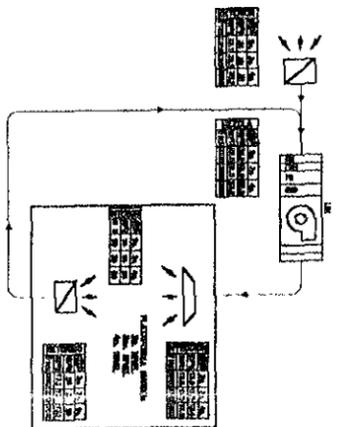
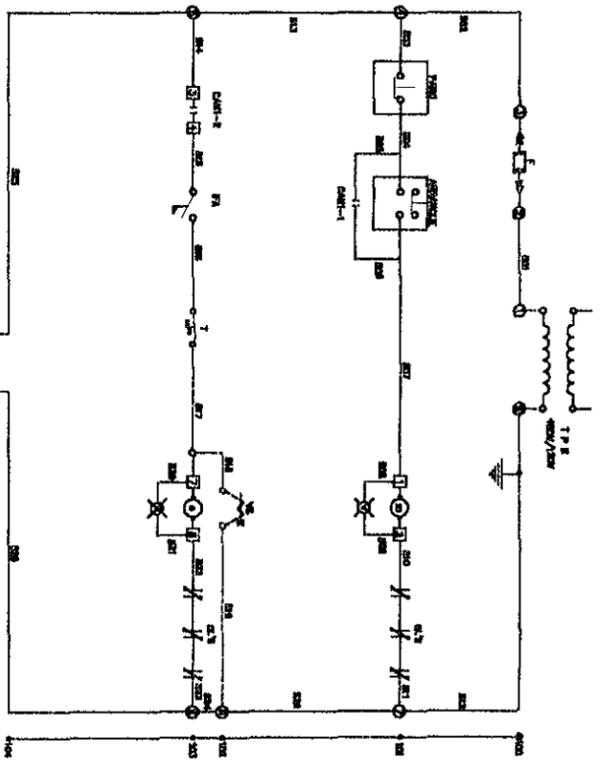


DIAGRAMA DE FLUJO DE AIRE

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO	
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES	
* A R A G O N *	
TESIS PROFESIONAL	
ISOMETRICOS DE TUBERIAS Y DIAGRAMAS DE FLUJO	
JORGE ARTURO ROBELS URBINA	No. C.: 8905830-3
PLANO No. 14	FECHA: NOVIEMBRE 1968
	ESCALA: 3/8"

DIAGRAMA DE CONTROL ELECTRICO



SECUENCIA DE OPERACION

- 1 CON EL BOTON DE ARRANQUE SE ENERGIZA LA BOBINA DE LA UNIDAD MANEJADORA M Y CIERRAN LOS CONTACTOS CAM-1 Y CAM-2
- 2 CON EL FLUJO DE AIRE CIRCULANDO POR LOS DUCTOS EL FA SE CIERRA
- 3 CON UN AUMENTO DE TEMPERATURA EN EL LOCAL, T CIERRA Y ENERGIZA A LA BOBINA DE LA UNIDAD CONDENSADORA C, EL SISTEMA ENTRA EN OPERACION.
- 4 SI EL LOCAL TIENE UN AUMENTO O DISMINUCION DE TEMPERATURA FUERA DEL RANGO ESTABLE - CMO, TL CIERRA Y OPERA LA ALARMA AUDIBLE (A-A)
- 5 SI O C ABRON, M PERMANECEA ENERGIZADA, MANTENIENDOSE LA PRESION POSITIVA

NOTAS

- 1 TABLERO DE CONTROL ELECTRICO PARA LA REGULACION DE LA UNIDAD MANEJADORA DE AIRE Y UNA UNIDAD CONDENSADORA OPERADA POR AIRE
- 2 EL VENTILADOR EXTRACTOR (E-201) SE CIERRA ALABRAN M CIRCUITO ELECTRICO DE LA UNIDAD
- 3 EL TABLERO DE CONTROL ELECTRICO SE LLEGA A UN CENTRO DE LA UNIDAD MANEJADORA Y SEVA A PRESION DE INTENSIDAD (MMA 20V)

ALAMBRADO A CAJAS DE VOLUMEN VARIABLE

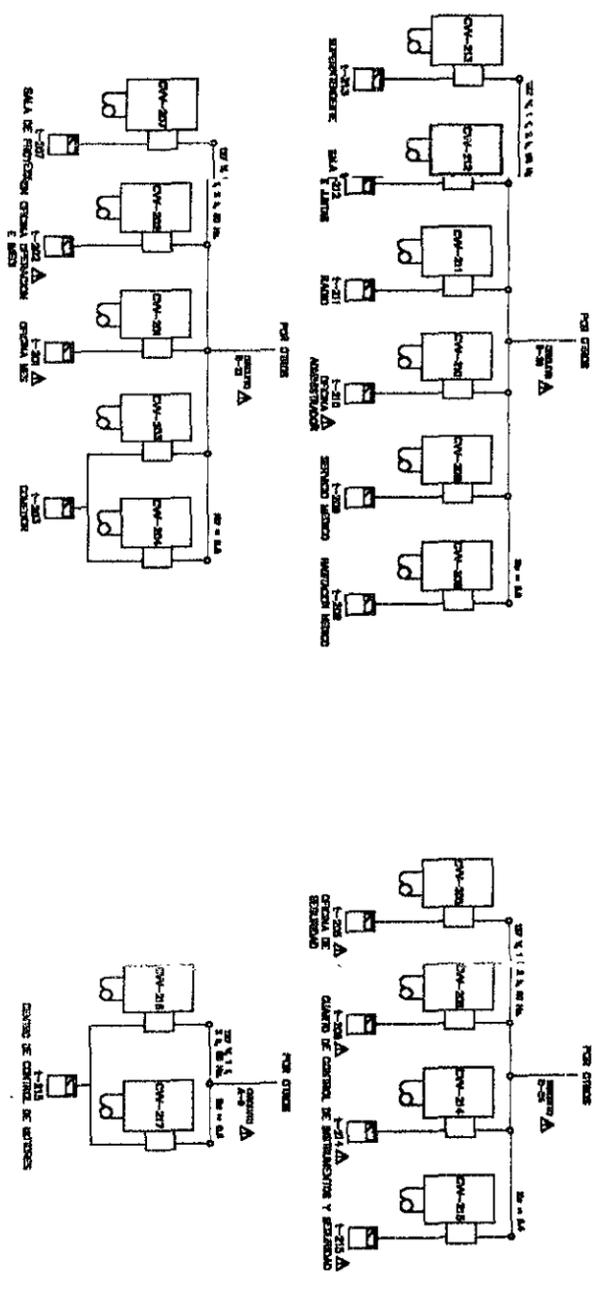
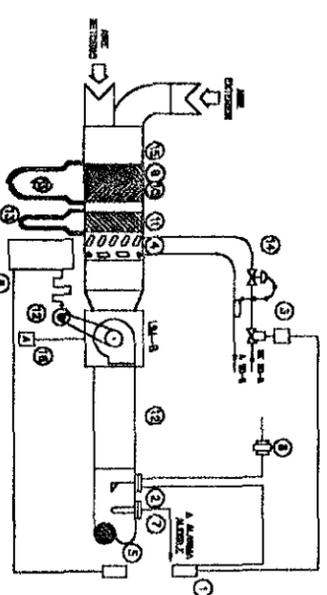


DIAGRAMA ESQUEMATICO DE CONTROL ELECTRICO



No. IDENTIFICACION	No. DESCRIPCION	No. DESCRIPCION
1	T	TEMPERATURA ESTERILIZADOR DE CUARTO
2	FA	INTERRUPTOR DE FLUJO DE AIRE
3	VA	VALVULA SOLENOIDE
4	SED	SEMPORAL DE JARVISON DRECHTA
5	SP	SENSOR DE PRESION
6	W	VARIAOR DE VOLUMEN
7	TL	TEMPERATURA DE TUBO DE SALIDA REFRIG
8	TR	TEMPERATURA PARA CONTROL
9	FBI	FILTRO SEPARADOR DE HIELO
10	FTV	FILTRO DE FIBRA DE VIDRO
11	FB	FILTRO DE BOLSAS
12	M	MOTOR ELECTRICO
13	NO	MANEJADOR DE PRESION PARA FILTRO
14	VE	VALVULA TEMPERATURA DE SPRAYSON
15	CM	CAJA DE VOLUMEN
16	A	ALABRADO TEMPERAMENTO

NOMENCLATURA

- A ANILADOR TEMPERAMENTO
- AM ALABRADO TEMPERAMENTO
- CM CAJA DE VOLUMEN VARIABLE
- CV CAJA DE VOLUMEN VARIABLE
- BO BOBINA DE LA CONDENSADORA
- UN UNIDAD CONDENSADORA OPERADA POR AIRE
- PR PRESION
- HE HEATZ
- HT INTERRUPTOR DE FLUJO DE AIRE
- NO NOBINA DE LA MANEJADORA
- MI MOTOR ELECTRICO
- PI PROTECTOR DE SOBRECARGA
- LI LIT. INDICADORA COLOR ROJA
- SE SERVICIO DE PRESION
- TE TEMPERATURA ESTERILIZADOR PARA CM
- TR TEMPERATURA PARA CONTROL
- TL TEMPERATURA TUBO DE SALIDA REFRIG
- UN UNIDAD MANEJADORA DE AIRE
- VE VALVULA TEMPERATURA DE SPRAYSON
- VA VALVULA
- W W
- Y Y

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
 "ARAGON"

TESIS PROFESIONAL

DIAGRAMAS DE CONTROL, SEGUNDO NIVEL

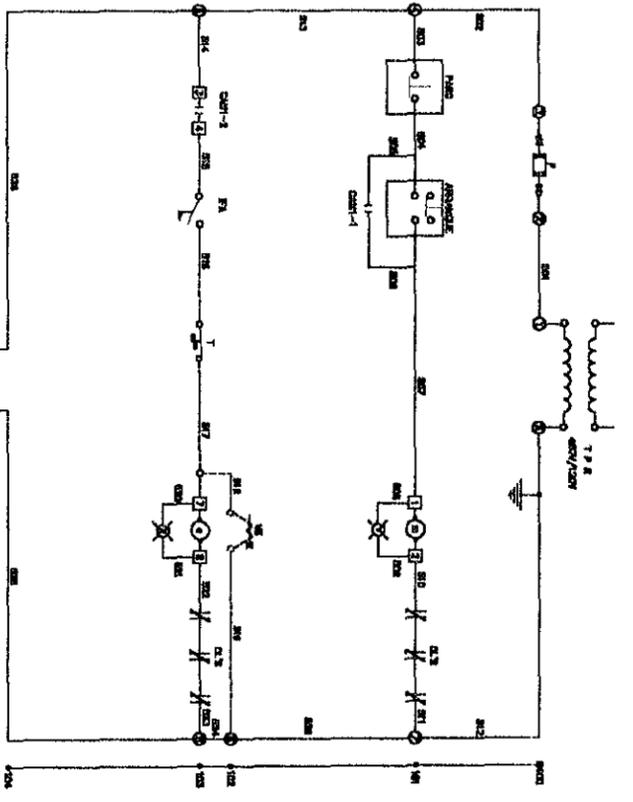
JORGE ARTURO ROBLES URBINA No. C. 8905830-3

NOVIEMBRE 1999

ESCALA SE

PLANO No 15

DIAGRAMA DE CONTROL ELECTRICO



SECUENCIA DE OPERACION

- 1 CON EL BOTON DE ARRANQUE SE ENERGIZA LA BOMBA DE LA UNIDAD MANEJADORA m Y CIERRAN LOS CONTACTOS CAM-1 Y CAM-2
- 2 CON EL FLUIDO DE AIRE CIRCULANDO POR LOS DUCTOS EL FA SE CIERRA
- 3 CON UN AUMENTO DE TEMPERATURA EN EL LOCAL, T CIERRA Y ENERGIZA A LA BOMBA DE LA UNIDAD CONDENSADORA c, EL SISTEMA ENTRA EN OPERACION.
- 4 SI EL LOCAL TIENE UN AUMENTO O DISMINUCION DE TEMPERATURA FUERA DEL RANGO ESTABLE - CDO, TL CIERRA Y OPERA LA ALARMA AUDIBLE (A-A).
- 5 SI T o c ARBEN, m PERMANECERA ENERGIZADO, MANTENIENDOSE LA PRESION POSITVA.

NOTAS

- 1 DIAGRAMA DE CONTROL ELECTRICO PARA LA OPERACION DE UNA UNIDAD MANEJADORA DE AIRE Y UNA UNIDAD CONDENSADORA OPERADA POR AIRE.
- 2 LOS VENTILADORES EXTRACTORES (VE-301 Y VE-302) SE DESERAN ALIMENTAR AL CORDON ELECTRICO DE LOS LAMPARAS.
- 3 EL TABLERO DE CONTROL ELECTRICO SE LLEVARA A UN COSTADO DE LA UNIDAD MANEJADORA Y SERA A PRESIDA DE INTERFERE (VERA 30).

ALAMBRADO A CAJAS DE VOLUMEN VARIABLE

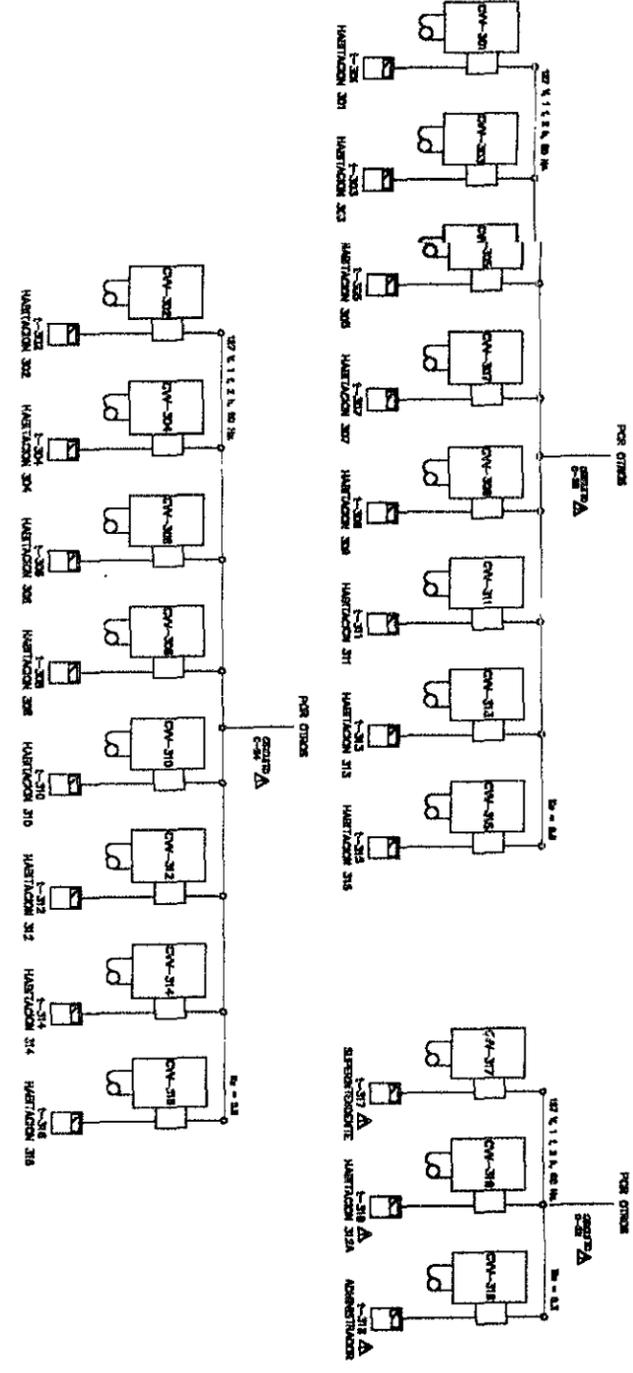
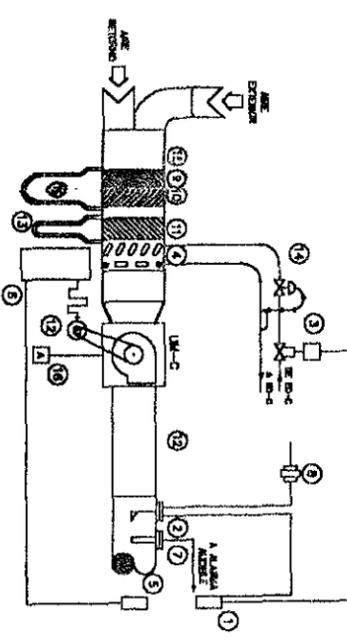


DIAGRAMA ESQUEMATICO DE CONTROL ELECTRICO



NO.	DESCRIPCION	NO. SERIE	DESCRIPCION		
1	T	TERMOSTATO ELECTRICO DE CUARTO	8	FBI	FILTRO SEPARADOR DE HIELO
2	FA	INTERUPTOR DE FLUIDO DE AIRE	10	FIV	FILTRO DE FIBRA DE VIDRIO
3	VS	VALVULA SILENCE	11	FB	FILTRO DE BRISA
4	SD	SEPCION DE EXPANSION DIRECTA	12	M	MOTOR ELECTRICO
5	SP	SENSOR DE PRESION	13	NO	MANOMETRO DIFERENCIAL PARA FILTRO
6	W	VALVULO DE VOLEDAO	14	VE	VALVULA TERMOSTATICA DE EXPANSION
7	TL	TERMOSTATO LITE DE BILBO REMOTO	15	CM	CAJA DE MEXCLA
8	TR	TRANSFORMADOR PARA CONTROL	16	A	ALARMA AUDIBLE

NOMENCLATURA

- A-A ALARMA AUDIBLE.
- A-A ALARMA AUDIBLE.
- CA-1 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-2 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-3 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-4 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-5 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-6 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-7 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-8 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-9 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-10 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-11 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-12 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-13 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-14 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-15 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-16 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-17 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-18 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-19 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-20 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-21 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-22 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-23 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-24 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-25 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-26 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-27 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-28 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-29 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-30 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-31 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-32 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-33 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-34 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-35 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-36 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-37 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-38 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-39 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-40 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-41 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-42 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-43 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-44 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-45 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-46 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-47 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-48 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-49 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-50 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-51 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-52 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-53 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-54 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-55 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-56 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-57 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-58 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-59 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-60 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-61 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-62 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-63 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-64 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-65 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-66 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-67 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-68 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-69 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-70 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-71 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-72 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-73 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-74 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-75 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-76 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-77 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-78 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-79 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-80 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-81 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-82 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-83 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-84 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-85 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-86 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-87 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-88 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-89 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-90 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-91 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-92 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-93 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-94 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-95 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-96 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-97 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-98 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-99 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.
- CA-100 CONTACTO ALARMA MANEJADORA.

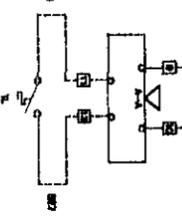
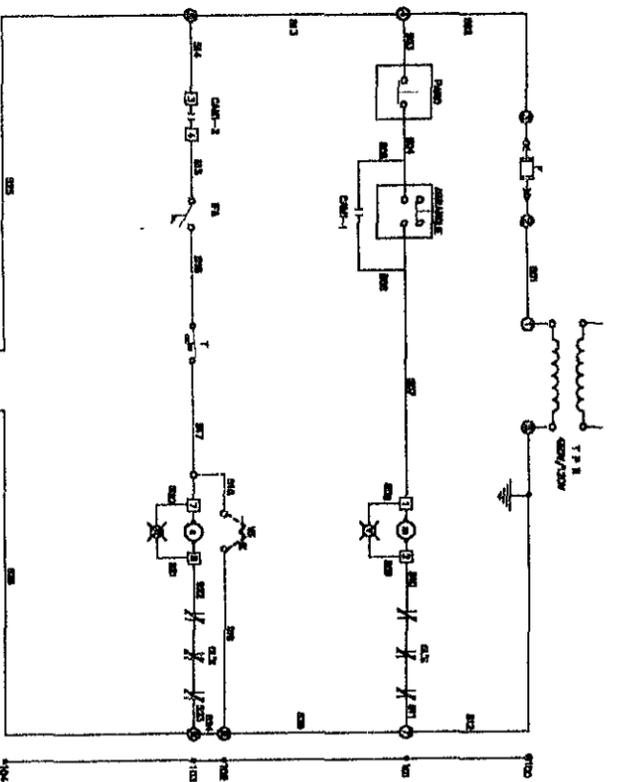
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 EN LA CELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
 ARAAGON

TESIS PROFESIONAL
 DIAGRAMAS DE CONTROL, TERCER NIVEL

JORGE ARTURO ROBLES URBINA No. C: 8905830-3

FECHA: NOVIEMBRE 1999
 ESCALA: S/E
 PLANO No 16

DIAGRAMA DE CONTROL ELECTRICO



SECUENCIA DE OPERACION

1. CON EL BOTON DE ARRANQUE SE ENERGIZA LA BOBINA DE LA UNIDAD MANEJADORA "M" Y CERRAN LOS CONTACTOS CAM-1 Y CAM-2.
2. CON EL FLUJO DE AIRE CIRCULANDO POR LOS DUCTOS EL FEA SE CERRA.
3. CON UN AUMENTO DE TEMPERATURA EN EL LOCAL, T CERRA Y ENERGIZA A LA BOBINA DE LA UNIDAD CONDENSADORA "C", EL SISTEMA ENTRA EN OPERACION.
4. SI EL LOCAL TIENE UN AUMENTO O DISMINUCION DE TEMPERATURA FUERA DEL RANGO ESTABLECIDO, TL CIERRA Y OPERA LA ALARMA AUDIBLE (A-A).
5. SI T O C ABREN "M" PERMANECERA ENERGIZADO, MANTENIENDOSE LA PRESION POSITIVA.

NOTAS

1. DIAGRAMA DE CONTROL ELECTRICO PARA LA OPERACION DE UNA UNIDAD MANEJADORA DE AIRE Y UNA UNIDAD CONDENSADORA OPERAN POR AIRE.
2. LOS VENTILADORES EXTRACTORES (VE-401, VE-402 Y VE-403) SE DEBEVAN ALAMBRAR AL CIRCUITO ELECTRICO DE LAS UNIDADES.
3. EL TABLERO DE CONTROL ELECTRICO SE UBICARA A UN COSTADO DE LA UNIDAD MANEJADORA Y SERA A PRUEBA DE INTERFERENCIA (EMEA 30).

ALAMBRADO A CAJAS DE VOLUMEN VARIABLE

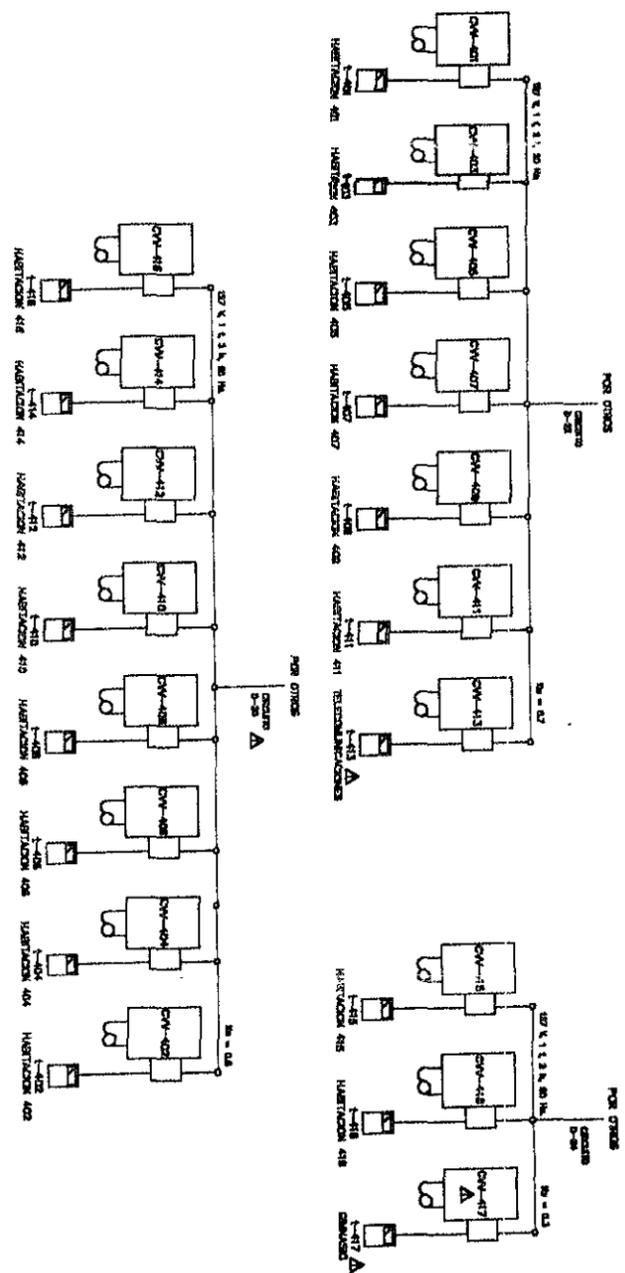
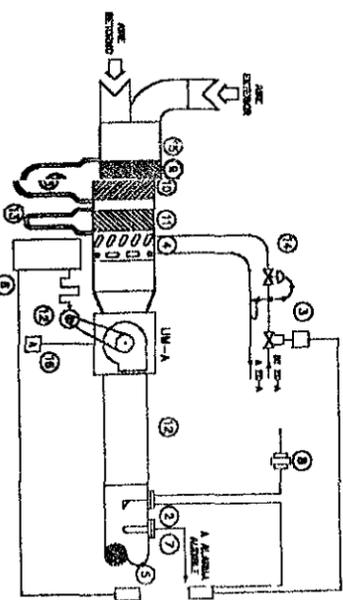


DIAGRAMA ESQUEMATICO DE CONTROL ELECTRICO



NOMENCLATURA

- A. REGULADOR TERMOELECTRICO.
- A.A. ALARMA AUDIBLE.
- C.M. CONTACTO AUXILIAR MANEJADORA.
- C.V. CALA DE VOLUMEN VARIABLE.
- C. BOBINA DE LA CONDENSADORA.
- EC. UNIDAD CONDENSADORA OPERADA POR AIRE.
- FEA. FLECHA.
- F. FILTRO.
- H. HERTZ.
- H.A. INTERRUPTOR DE FLUJO DE AIRE.
- K.V. KILOVOLTS.
- M. MOTOR DE LA MANEJADORA.
- M.E. MOTOR ELECTRICO.
- M.P. MOTOR PERMANENTE.
- M.U. UNIDAD MANEJADORA CON ROLA.
- SP. SENSOR DE PRESION.
- T. TEMPERATURA DE CUARTO.
- TL. TEMPERATURA LIMITANTE.
- TR. TRANSFORMADOR.
- U. UNIDAD MANEJADORA DE AIRE.
- V. UNIDAD MANEJADORA CON AIRE VERDE.
- V. ALAMBRADO DENTRO DEL TABLERO DE CONTROL.
- V. ALAMBRADO FUERA DEL TABLERO DE CONTROL.

NO. BOBINA	DESCRIPCION	NO. BOBINA	DESCRIPCION
1	T	9	FSA
2	FEA	10	FV
3	VA	11	FB
4	ESD	12	M
5	SP	13	MO
6	VA	14	VC
7	TL	15	CA
8	TR	16	A

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 ESC. ENLA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
 ARAQUON
TESIS PROFESIONAL
 DIAGRAMAS DE CONTROL, CUARTO NIVEL
 JORGE ARTURO ROBLES URBINA No. C 8905830-3
 ESCALA SE
 PLANO No. 17

BIBLIOGRAFIA

- Reynolds / Perkins
Ingeniería Termodinámica
Ed. Mc Graw Hill
- Mark W. Zemansky
Calor y Termodinámica
Ed. Aguilar
- Gordon J. Van Wylen y Richard E. Sonntag
Fundamentos de Termodinámica
Ed. Limusa
- Instituto Mexicano del Petróleo
Curso de Transferencia de Calor
Tomo III
- Donald Q. Kern
Procesos de Transferencia de Calor
Ed. Cia. Editorial Continental, S. A. De C.V.
- Robert H. Perry y Cecil H. Chilton
Manual del Ingeniero Químico vol. I
2da. Edición en español
Ed. Mc Graw Hill
- Mataix, Claudio
Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas
2da. Edición
Ed. Harla México 1982
- Crane
Flujo de Fluidos en Válvulas, Accesorios y Tuberías
1ra. Edición en español
Ed. Mc Graw Hill

- TRANE
Air Conditioning Manual
Published in the Interests of the Air Conditioning Industry by The Trane Company

- Jennings - Lewis
Aire Acondicionado y Refrigeración
Cia. Editorial Continental, S. A. De C.V.

- Eduardo Hernández Goribar
Fundamentos de Aire Acondicionado y Refrigeración
Ed. Limusa

- ASHRAE
1989 ASHRAE Handbook Fundamentals

- ASHRAE
Principles of Heating, Ventilation and Air Conditioning

- CARRIER
Air Conditioning Company
Manual de Aire Acondicionado
Ed. Marcombo

- Edward G. Pita
Acondicionamiento de Aire
Principios y Sistemas
2da. Edición
Ed. CECSA

- American Conference of Governmental Industrial Hygienists
Industrial Ventilation
A Manual of Recommended Practice

- John R. Canada
Técnicas de Análisis Económico para Administradores e Ingenieros
Ed. Diana S. A.