

M/26  
48



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**

**ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA PARA UN SISTEMA DE  
AIRE ACONDICIONADO PARA OFICINAS CORPORATIVAS**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**  
**P R E S E N T A:**  
**MARCO ANTONIO LEDEZMA REYES**

**ASESOR:  
DR. VICENTE BORJA RAMÍREZ**

**CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.**

**2003**

1

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



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.

**PAGINACION  
DISCONTINUA**



INSTITUCIÓN NACIONAL  
AVENIDA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN  
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicarle a usted que revisamos la TESIS:

Análisis y propuesta de mejora para un sistema de aire acondicionado para oficinas corporativas.

que presenta al pasante: Marco Antonio Ledezma Reyes  
con número de cuenta: 9218515-3 para obtener el título de:  
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 20 de Agosto de 2003

PRESIDENTE M.I. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez  
VOCAL Ing. José Antonio Barrera Rodríguez  
SECRETARIO Dr. Vicente Borja Ramírez  
PRIMER SUPLENTE M.I. Victor Hugo Hernández Gómez  
SEGUNDO SUPLENTE Ing. José Armando González Urbina

2

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**A MIS PADRES**

*Gracias por todo el apoyo brindado  
y su gran esfuerzo para ser de mí, lo que hoy soy.*

**A MI ESPOSA**

*Por que eres lo mejor que me ha pasado  
en la vida... te amo.*

**A MI HIJA**

*Por la gran felicidad y dicha que eres  
para nosotros.*

**A MIS HERMANOS**

*Por que aprendí de ustedes lo mejor de la vida.*

**A MIS PRIMOS**

*Por que compartimos los momentos duros y  
felices que tiene la vida a pesar de todo*

**AL ING JORGE ROMERO Y ING ARMANDO LOPEZ**

*Por el apoyo para este trabajo*

## INDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVO .....	3
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>CONCEPTOS BASICOS .....</b>	<b>4</b>
Introducción .....	4
I.1 Transferencia de Calor .....	5
I.1.1 Medición del calor .....	5
I.2 Definiciones y Formulas .....	7
I.2.2 Conducción .....	7
I.2.3 Transmisión de calor por conducción a través de una barrera formada por diferentes materiales.....	10
I.2.4 Convección.....	13
I.2.5 Radiación .....	13
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO .....</b>	<b>15</b>
Introducción .....	15
II.1 Ciclos de Refrigeración .....	16
II.1.1 Agente de Refrigeración (Refrigerante) .....	16
II.1.2 Ciclo Termodinámico de Refrigeración .....	18
II.2 Tipos de Sistemas de Aire Acondicionado .....	20
II.2.1 Sistemas de Expansión Directa .....	20
II.2.2 Sistemas de Expansión Indirecta o de Agua Helada .....	21
II.3 Herramientas Computacionales .....	23
II.3.1 Descripción General de los Sistemas de Computo .....	24
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>PROCESO DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO .....</b>	<b>31</b>
Introducción .....	31
III.1 Análisis del sistema .....	32
III.2 Recopilación de Datos Arquitectónicos, Climatológicos, Eléctricos, etc. ....	33
III.3 Selección del Sistema .....	33
III.4 Desarrollo del Proyecto .....	35
III.5 Planos de Instalación del Sistema de Aire Acondicionado .....	34
III.6 Especificaciones de Equipo y Materiales .....	36
III.7 Catálogo de Conceptos .....	36
III.8 Automatización .....	36
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>37</b>
Introducción .....	37
IV.1 Presentación del Problema .....	38
IV.1.1 Problema de Mantenimiento .....	38
IV.1.2 Problemas de Operación .....	39
IV.2 Objetivo de la Tesis .....	40
IV.3 Alcances .....	40
IV.4 Limitaciones .....	40

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

<b>CAPITULO V</b>	
<b>DESCRIPCIÓN DEL ESPACIO</b> .....	<b>41</b>
Introducción .....	41
V.1 Descripción del Espacio .....	42
V.1.1 Parámetros Generales .....	42
V.2 Memoria de Cálculo, Estimación de la Carga Térmica por Zona .....	45
V.3 Memoria Descriptiva del sistema de aire acondicionado actual .....	45
V.4 Análisis del Sistema .....	47
V.4.1 Criterios Generales Para Acondicionamiento de Aire Calefacción y Ventilación .....	47
V.4.2 Levantamiento de Datos .....	47
V.5 Evaluación .....	49
<b>CAPITULO VI</b>	
<b>ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN</b> .....	<b>51</b>
Introducción .....	51
VI.1 Recopilación de Datos .....	52
VI.1.1 Ejecución del Programa .....	53
VI.2 Selección del Sistema .....	54
VI.2.1 Desarrollo del Proyecto .....	55
VI.3 Automatización .....	57
VI.4 Selección del Equipo .....	58
VI.5 Distribución de Aire y Agua Refrigerada .....	58
VI.6 Especificación del Equipo .....	58
VI.6.1 Requisitos Previos .....	58
VI.6.2 Descripción .....	59
VI.6.3 Unidad Básica .....	59
VI.6.4 Caja de Conexión Eléctrica .....	59
VI.6.5 Motores .....	60
VI.6.6 Ensamble de Ventilador .....	60
VI.6.7 Serpentes .....	60
VI.6.8 Charolas de Drenaje .....	60
VI.6.9 Catálogo de Conceptos .....	61
VI.7 Comparación Entre Sistemas .....	64
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>67</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>69</b>
<b>ANEXO A EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO</b> .....	<b>A1</b>
A 1 Bomba de Calor .....	A1
A 2 Fan - Coils .....	A4
A 3 Torres de Enfriamiento .....	A9
A.3.1 Tipos y Construcción .....	A10
A 4 Difusores .....	A10
A 5 Tuberías .....	A13
A 6 Bombas Centrifugas .....	A14
<b>ANEXO B CONDICIONES DE DISEÑO DE LAS NORMAS ASHRAE</b> .....	<b>B1</b>
<b>ANEXO C MEMORIA DE CÁLCULO PARA LA INSTALACIÓN EXISTENTE</b> .....	<b>C1</b>
<b>ANEXO D MEMORIA DE CÁLCULO DEL SISTEMA FAN - COIL</b> .....	<b>D1</b>
<b>ANEXO E SELECCIÓN DEL EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO</b> .....	<b>E1</b>
<b>ANEXO F DATOS CLIMATOLÓGICOS</b> .....	<b>F1</b>

## INTRODUCCIÓN

Actualmente los proyectos en ingeniería tienen restricciones de tiempo y recursos, los proyectos de aire acondicionado no son la excepción aún cuando se tiene apoyo de herramientas computacionales y proveedores. Por ello en este trabajo se tratan de aprovechar en la medida de lo posible las herramientas computacionales comerciales.

El objetivo de esta tesis es plantear una solución a un problema del sistema de aire acondicionado presentado en unas oficinas corporativas en la ciudad de México. Se toma en cuenta el aspecto técnico, económico y funcional. Para tal fin, hemos estructurado este trabajo de tesis en 6 capítulos.

En el primer capítulo se destacan la presentación de principios y conceptos básicos de transferencia de calor.

En el segundo capítulo se muestran los principios de la refrigeración, los cuales son fundamentales ya que todo sistema de aire acondicionado tiene uno o más ciclos de este tipo. En este capítulo se presenta además una clasificación general de los sistemas de aire acondicionado. Se describen, además, algunas de

---

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INTRODUCCIÓN

---

las herramientas computacionales, para el diseño de aire acondicionado, que existen en el mercado.

En el tercer capítulo se hace una descripción detallada del proceso de diseño que ha de llevarse a cabo en la planeación de un sistema de aire acondicionado .

En el cuarto capítulo se presenta el problema desde la perspectiva del usuario, por lo que es solo un reporte de las fallas del sistema instalado en las oficinas corporativas (objeto de este estudio).

En el capítulo quinto se hace un análisis del sistema con el fin de determinar cual es el problema desde el punto de vista técnico y en esta forma proponer una solución técnica y económicamente factible.

En el capítulo sexto se desarrolla el proyecto, desde el cálculo, hasta la descripción detallada del sistema propuesto.

## OBJETIVO

Proponer mejoras a un sistema de aire acondicionado en oficinas corporativas, por medio de un rediseño, apoyado de un software para calculo de cargas térmicas y los criterios de ingeniería que permita reutilizar en la medida de lo posible las instalaciones existentes.

## CAPITULO I

### CONCEPTOS BÁSICOS

#### INTRODUCCIÓN

Para el diseño de sistemas de aire acondicionado, es fundamental la estimación de la carga térmica del espacio que se pretende acondicionar. En este capítulo se definirán los conceptos y obtendrán las fórmulas utilizadas para obtener la carga térmica de un espacio.

## 1.1 Transferencia de calor.

La transferencia de calor es el estudio de las formas y velocidades a las cuales el calor se intercambia entre emisores y receptores de calor. Esta transferencia está relacionada con el intercambio térmico entre cuerpos calientes y fríos lo que hace que sean muy importantes las diferencias de temperatura entre ambos.

En un proyecto de aire acondicionado, la manera de llevarse a cabo la transferencia de calor es muy importante, así como la técnica utilizada en el cálculo del flujo de calor.

En el proceso de transferencia de calor se involucran: la cantidad de calor que debe transferirse, la extensión y arreglo de las superficies que separan al emisor y el receptor, y la cantidad de energía que debe disiparse para facilitar la transferencia de calor.

Puesto que la transferencia de calor considera un intercambio en un sistema, la pérdida de calor por un cuerpo deberá ser igual al calor absorbido por otro dentro de los confines del mismo sistema. En el caso del aire acondicionado, el calor es absorbido por el refrigerante.

### 1.1.1 Medición del calor.

El calor no pesa y no se observa, solamente puede medirse la cantidad que un cuerpo cede o absorbe.

Se define al calor como el flujo de energía que se obtiene al haber un gradiente o diferencia de temperatura.

## CONCEPTOS BASICOS

---

La cantidad de calor sensible que debe aplicarse a un sólido, líquido o gas debe controlarse en un sistema de aire acondicionado para que opere eficientemente. Esto significa que la cantidad de calor debe medirse.

Uno de los efectos derivados de agregar o quitar calor a una sustancia es el aumento o disminución de su temperatura.

La cantidad de calor se mide con una unidad estándar llamada unidad térmica Británica o Btu el cual se define como la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura en un grado Fahrenheit a una libra de agua. Así es posible medir la cantidad de calor (Btu) requerido para calentar cualquier peso de sólido, líquido o gas en cierto número de grados de temperatura.

Un segundo sistema de medida, que se denomina "métrico", se utiliza en algunos países para medir la cantidad de calor y se conoce como caloría, sin embargo en aire acondicionado utilizamos la kilocaloría que es la cantidad de calor requerido para aumentar la temperatura de 1 Kilogramo de agua en un grado centígrado.

$$1 \text{ Btu} = 0.252 \text{ Kilocalorías}$$

$$1 \text{ Kilocaloría} = 3.968 \text{ Btu}$$

Calor específico es la relación entre la cantidad de calor requerida para cambiar en un grado de temperatura la unidad de masa de una sustancia con respecto a la cantidad de calor requerido para cambiar la temperatura de la misma unidad de masa de agua en un grado.

Siendo el calor específico una relación, no se expresa en ninguna unidad de medición, excepto por su valor numérico y es el mismo tanto en el sistema métrico decimal como en el inglés.

Esto puede realizarse aplicando la siguiente formula:

$$Q = m C_e (t_2 - t_1) = m C_e \Delta t \qquad 1.6$$

Donde:

Q = Cantidad de calor sensible, en Btu o Kcal.

m = masa del material o sustancia, libra o kilogramo.

Ce = Calor específico del material o sustancia

$\Delta t$  = Cambio de temperatura en °F o °C

## 1.2 Definiciones y fórmulas.

Hay tres formas diferentes en las que el calor puede pasar del emisor al receptor, aún cuando muchas de las aplicaciones en la ingeniería del aire acondicionado son combinaciones de dos o tres de ellas. Éstas son conducción, convección y radiación.

### 1.2.1 Conducción.

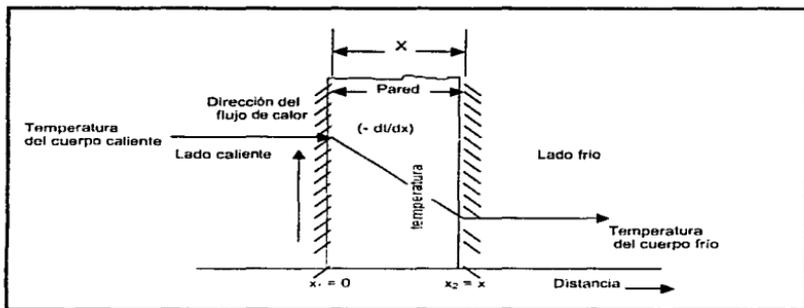
La conducción tiene lugar cuando dos objetos a diferentes temperaturas entran en contacto. El calor fluye desde el objeto más caliente hacia el más frío, hasta que los dos alcanzan la misma temperatura. Esta transferencia de calor es debida a las colisiones de las moléculas. En el lugar donde los dos objetos se ponen en contacto, las moléculas del objeto caliente, que se mueven mas de prisa, colisionan con las del objeto frío, que se mueven más despacio. A medida que colisionan las moléculas rápidas dan algo de su energía a las más lentas. Éstas a su vez colisionan con otras moléculas en el objeto frío. Este proceso continua hasta

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CONCEPTOS BASICOS

que la energía del objeto caliente se extiende por el objeto frío. Algunas sustancias conducen el calor mejor que otras. Los sólidos son mejores conductores que los líquidos y éstos mejores que los gases. Los metales son muy buenos conductores de calor mientras que el aire es muy mal conductor.

En la **figura 1.1** se muestra la conducción de calor a través de un material fijo y sencillo tal como una pared simple.



**Fig. 1.1**  
**Flujo de calor a través de una pared.**

La dirección del flujo de calor se supone que es perpendicular a la pared. Supóngase también que un emisor de calor existe a la izquierda de la pared y un receptor en la superficie derecha. Esta transmisión de calor a través de barreras se calcula con la ecuación que desarrolló el matemático J. B. Fourier para flujo de calor en una sola dirección. Esta fórmula fue basada en evidencia experimental y es:

$$(dQ/dt) = - KA (dT/dx)$$

I.1

Donde:

$(dQ/dt)$  = Calor transmitido en la barrera por unidad de tiempo en Btu/hr o Kcal/hr.

A = Área de la sección a través de la cuál está fluyendo el calor, en pies<sup>2</sup> o m<sup>2</sup>.

K = Factor de proporcionalidad, llamado conductividad térmica expresado en Btu-pulg /hr- pie<sup>2</sup> - °F o kcal-cm/hr-m<sup>2</sup> - °C.

$dT/dx$  = Gradiente de temperatura en dirección del flujo de calor en °F/pie o °C/cm.

El término  $(-dT/dx)$  se llama gradiente de temperatura y tiene un signo negativo si se supuso una temperatura mayor en la cara de la pared en donde  $x_1=0$  y menor en la cara donde  $x_2=x$ . En otras palabras, la cantidad instantánea de transferencia de calor es proporcional al área y a la diferencia de temperatura  $dt$  que impulsa el calor a través de la pared de espesor  $dx$ .

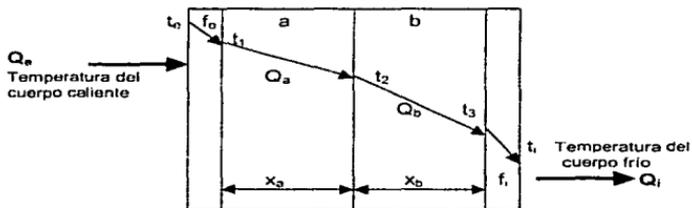
La constante de proporcionalidad "K" es peculiar a la conducción de calor por conductividad y se le conoce por conductividad térmica. Esta conductividad se evalúa experimentalmente. La conductividad térmica de los sólidos varía ampliamente con la temperatura, pero para materiales de uso común y temperaturas atmosféricas, estos valores se han determinado experimentalmente y se encuentran tabulados en manuales de aire acondicionado.

Aún cuando la conducción de calor se asocia usualmente con la transferencia de calor a través de sólidos, también es aplicable a gases y líquidos, con sus limitaciones.

### 1.2.3 Transmisión de calor por conducción a través de una barrera formada por diferentes materiales

La carga de calor más importante para calcularse en el aire acondicionado se debe por lo general a la transmisión de calor a través de muros, techos y pisos, simples o compuestos por diferentes materiales. Estas ganancias se pueden determinar a partir de la expresión 1.5 que se verá más adelante.

Por otro lado la transmisión de calor de las películas de aire interior y aire exterior que tienden a adherirse a las superficies de la barrera es por el método convección entre la superficie y el aire ya sea interior o exterior.



**Fig 1.2**

#### **Flujo de calor a través de una pared compuesta**

De la figura 1.2 se concluye que la cantidad de calor que fluye por cada material es la misma, o sea:

$$Q_a = Q_b = Q_i = Q$$

Considerando la transmisión de calor por conducción y convección se tiene:

$$Q = f_a A (t_0 - t_1) = [(K_a A)/(x_a)](t_1 - t_2) = [(K_b A)/(x_b)](t_2 - t_3) = f_i A (t_3 - t_4) \quad 1.2$$

pero

$$R_o = 1/f_o A \quad \text{y} \quad R_a = x_a/K_a A$$

$$R_i = 1/f_i A \quad \text{y} \quad R_b = x_b/K_b A$$

El término R es conocido como resistencia térmica del material utilizado en la barrera.

Por lo tanto sustituyendo R en la ecuación 1.2

$$Q = (t_o - t_1)/R_o = (t_1 - t_2)/R_a = (t_2 - t_3)/R_b = (t_3 - t_i)/R_i$$

Resolviendo esta expresión:

$$\begin{array}{l}
 t_o - t_1 = QR_o \\
 t_1 - t_2 = QR_a \\
 + \quad t_2 - t_3 = QR_b \\
 \quad \quad t_3 - t_i = QR_i \\
 \hline
 t_o - t_i = Q(R_o + R_a + R_b + R_i)
 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= (t_o - t_i) / (R_o + R_a + R_b + R_i) = \\
 &= (t_o - t_i) / [(1/f_o A) + (K_a A/x_a) + (K_b A/x_b) + (1/f_i A)] \quad 1.3
 \end{aligned}$$

por lo tanto

$$Q = (t_o - t_i) / \Sigma R \quad 1.4$$

Para proyectos de aire acondicionado se pueden suponer los siguientes valores de "f"

- Para interiores:  $f_i = 1.65 \text{ Btu/hr-pie}^2\text{-}^\circ\text{F} = 8.05 \text{ Kcal/hr-m}^2\text{-}^\circ\text{C}$

- Para exteriores:  $f_o = 6.0 \text{ Btu/hr-pie}^2\text{-}^\circ\text{F} = 29.27 \text{ Kcal/hr-m}^2\text{-}^\circ\text{C}$

Muy frecuentemente, es impráctico calcular para cada caso de muros, techos o pisos de varios materiales sus valores de K, f y x por lo que se recurre a un valor tabulado y total "U" que se llama coeficiente combinado de transmisión de calor dado en  $\text{Btu/hr-pie}^2\text{-}^\circ\text{F}$  o  $\text{Kcal/hr-m}^2\text{-}^\circ\text{C}$  éste se define como el flujo de calor por hora a través de un  $\text{pie}^2$  de pared cuando la diferencia de temperatura entre el aire interior y exterior es de  $1^\circ\text{F}$ .

También puede decirse que el recíproco del coeficiente de transmisión de calor "U" es la resistencia al flujo de calor que oponen los diferentes materiales del que está compuesta la barrera o sea  $\Sigma R = 1/U$

Por lo tanto, sustituyendo  $\Sigma R = 1/U$  en 1.4 se tiene:

$$Q = AU(t_o - t_i)$$

1.5

Los términos de la ecuación 1.5 quedan definidos de la siguiente manera:

Q = Carga o ganancia de calor en  $\text{Btu/hr}$  o  $\text{Kcal/hr}$

U = Coeficiente de transmisión de calor en  $\text{Btu/hr-pie}^2\text{-}^\circ\text{F}$  o  $\text{Kcal/hr-m}^2\text{-}^\circ\text{C}$

A = Área neta en  $\text{pie}^2$  o  $\text{m}^2$ .

$t_o$  = Temperatura de diseño exterior en  $^\circ\text{F}$  o  $^\circ\text{C}$

$t_i$  = Temperatura de diseño interior en  $^\circ\text{F}$  o  $^\circ\text{C}$

$f_i = 1.65 \text{ Btu/hr-pie}^2\text{-}^\circ\text{F}$  o  $\text{Kcal/hr-m}^2\text{-}^\circ\text{C}$  (factor de película interior)

$f_o = 6.0 \text{ Btu/hr-pie}^2\text{-}^\circ\text{F}$  o  $\text{Kcal/hr-m}^2\text{-}^\circ\text{C}$  (factor de película exterior)

12

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Esta ecuación es la utilizada para obtener las ganancias térmicas a través de diferentes barreras.

En los manuales de aire acondicionado se tabulan los valores de "U" para la combinación de los materiales más usados en la construcción, ya sea en muros, techos o pisos.

#### 1.2.4 Convección.

La convección es la transferencia de calor entre partes relativamente calientes y frías de un fluido por medio de mezcla. Supóngase que un recipiente con un líquido se coloca sobre una llama caliente. El líquido que se encuentra en el fondo del recipiente se calienta y se vuelve menos denso que antes, debido a su expansión térmica. El líquido adyacente del fondo también es menos denso que la porción superior fría y asciende a través de ella, transmitiendo su calor por medio de mezcla conforme asciende. La transferencia de calor del líquido caliente del fondo del recipiente al resto, es *convección natural* o *convección libre*. Si se produce alguna agitación, tal como la provocada por un agitador, el proceso es de *convección forzada*.

#### 1.2.5 Radiación.

Tanto la conducción como la convección requieren la presencia de materia para transferir calor. La radiación es un método de transferencia de calor que no precisa de contacto entre la fuente y el receptor del calor. El calor se puede transferir a través del espacio vacío en forma de radiación térmica, conocida también como radiación infrarroja y es un tipo de radiación electromagnética (o luz). La radiación es por tanto un tipo de transporte de calor que consiste en la propagación de ondas electromagnéticas que viajan a la velocidad de la luz. No se produce ningún intercambio de masa y no se necesita ningún medio. Un ejemplo

## CONCEPTOS BASICOS

---

de radiación es el calor del sol, que recibe la tierra, la cual varía desde un mínimo de cerca de  $415 \text{ Btu/hr-pie}^2$  a  $445 \text{ Btu/hr-pie}^2$ .

Las ondas de energía radiante pueden quedar sujetas a tres efectos:

1. Reflexión conforme inciden en un cuerpo
2. Paso a través de material
3. Absorción.

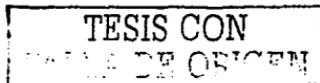
El calor ganado por radiación en un espacio o cuarto a través de los cristales de sus ventanas depende de la latitud del lugar, orientación de los cristales, claridad de la atmósfera y tipo de cristal usado y dispositivos para sombra como persianas, toldos, etc.

Existen tablas experimentales que según la latitud, tiempo del año y orientación de la ventana proporcionan la energía solar que entra al espacio o cuarto considerado.

El calor que absorbe un cristal ordinario es del 6% del calor total incidente. Cuando los cristales no son ordinarios, absorben más calor si son de mayor espesor. Además, existen otros cristales tratados especialmente para absorber una mayor cantidad de calor y así permitir menor paso de calor que uno ordinario.

---

4



## CAPITULO II

### SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO

#### INTRODUCCIÓN

En el capítulo anterior se explicaron los fundamentos teóricos para realizar el cálculo de cargas térmicas. En este capítulo se explican las diferencias entre los ciclos de refrigeración. El conocimiento de dichos ciclos nos permite comprender el funcionamiento de los sistemas de aire acondicionado, ya que generalmente estos sistemas constan de uno o más ciclos de refrigeración.

Por otro lado, los programas de computo han sido utilizados cada vez mas en el desarrollo y cálculo de las cargas térmicas de un sistema, debido a que se pueden realizar los cálculos de una forma más rápida y precisa. En la última parte

de este capítulo se hace una descripción detallada de algunos programas de cómputo comerciales.

## II.1 Ciclos de Refrigeración.

La refrigeración es un proceso que consiste en reducir y mantener la temperatura, de un espacio dado o de un producto, más baja que la de su alrededor. Así, es claro ver que la refrigeración es lo contrario a la calefacción.

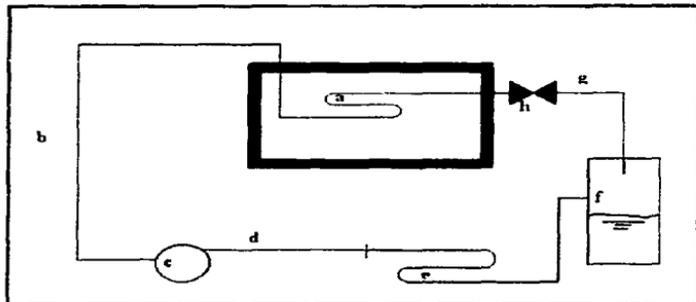
### II.1.1 Agente de refrigeración. (refrigerante)

En cualquier proceso de refrigeración, el cuerpo empleado como absorbedor de calor se llama agente de refrigeración o refrigerante. Los procesos de refrigeración se clasifican en sensibles y latentes:

- Sensible: Se llama así cuando la temperatura del refrigerante varía al absorber calor.
- Latentes: Es latente cuando la temperatura del refrigerante, al absorber calor, permanece constante y causa cambio de estado.

En los dos procesos la temperatura del refrigerante es menor que la temperatura del espacio a refrigerar.

A continuación se explica detalladamente el ciclo de refrigeración (ver figura II.1)



**Figura II.1**  
**Ciclo completo de refrigeración.**

- a) Evaporador: Provee la superficie de intercambio de calor necesaria para transmitir al refrigerante el calor del espacio por refrigerar.
- b) Línea de succión: Transporta el vapor de baja presión del evaporador al compresor.
- c) Compresor: Tiene las siguientes funciones: Remueve por succión el vapor del evaporador, baja la presión del evaporador y sube la presión y temperatura del vapor que entra al condensador.
- d) Línea de descarga: Transporta, del compresor al condensador, el vapor de alta presión.
- e) Condensador: Provee la superficie de intercambio de calor necesaria para que el calor fluya del refrigerante al medio del condensador.
- f) Tanque receptor: Almacena refrigerante, a fin de que exista un continuo suministro cuando se requiera.
- g) Línea líquida: Transporta refrigerante líquido, del tanque receptor a la válvula de control de flujo (válvula de expansión).

7

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

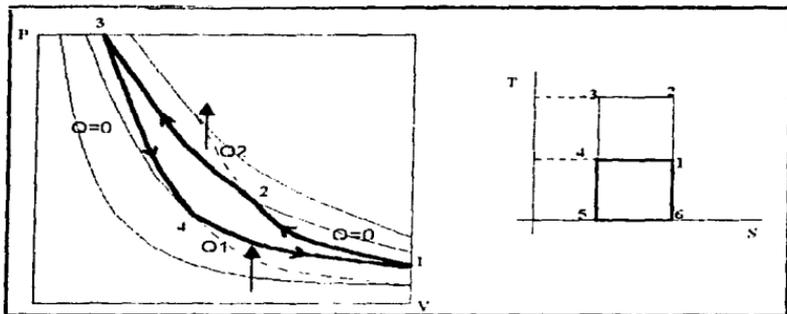
h) Válvula de control de flujo: Controla la cantidad necesaria de refrigerante y reduce la presión del líquido que entra al evaporador, de modo que el líquido se evapore en el evaporador al absorber calor y así cause el efecto de enfriamiento.

### II.1.2 Ciclo termodinámico de refrigeración.

En el análisis termodinámico de la refrigeración se usa ampliamente el criterio de Carnot (Ciclo de Carnot) como una teoría básica para cualquier sistema práctico de refrigeración y como una norma de comparación contra el rendimiento de una máquina generadora de energía. Para efectos de comparación con el criterio de Carnot, se considera al sistema ideal de refrigeración constituido como una máquina de calor invertido o bomba térmica. La máxima cantidad de trabajo se puede obtener dejando pasar una cantidad de calor de un cuerpo, que sea una fuente de calor, a otro que sea un receptor, a través de una máquina que trabaje de una manera reversible. Reversible no solo respecto de su acción interna, sino también de la transferencia de calor de la fuente de calor a la máquina y de la máquina al receptor de calor. El criterio en esta forma convencional presupone dos niveles de temperatura constante para cambio de calor (proceso isotérmico), y dos procesos adiabáticos ( $Q=0$ ) reversibles y además tiene una gran importancia como una medida del rendimiento máximo.

El ciclo de Carnot, para un gas perfecto, consiste de cuatro operaciones sucesivas.

Supóngase un ciclo reversible (bomba de calor) mostrado en los diagramas P-V y T-S usando un gas refrigerante (ver **figura II.2**).



**Figura II.2**  
**Ciclo de refrigeración (Ciclo de Carnot).**

Empezando por el punto (1), se comprime adiabáticamente ( $Q=0$ ) de 1 a 2 que en el proceso de refrigeración mecánica se realiza en el compresor. Enseguida viene una compresión isotérmica ( $t=cte$ ) de 2 a 3 proceso que se lleva a cabo en el condensador, luego una expansión adiabática ( $Q=0$ ) de 3 a 4 proceso que se lleva a cabo en la válvula de expansión y se regresa a (1) con una expansión isotérmica de 4 a 1 en el evaporador.

Sobre el gas refrigerante se realizará trabajo durante la compresión, y el gas realizará trabajo durante la expansión, con un trabajo neto, que es la diferencia representada en el diagrama P-V como el área 1-2-3-4-1.

En el diagrama T-S, el calor cedido por el sistema en el condensador, está representado por el área 2-3-5-6-2 que es  $T_2 (s_2-s_3)$ . El calor suministrado al sistema  $Q_0$  y que produce el enfriamiento es 4-1-6-5-4, o sea  $T_1 (s_1-s_4)$ ; la diferencia 1-2-3-4-1 es la energía que se suministra en forma de trabajo.

## II.2 Tipos de sistema de aire acondicionado.

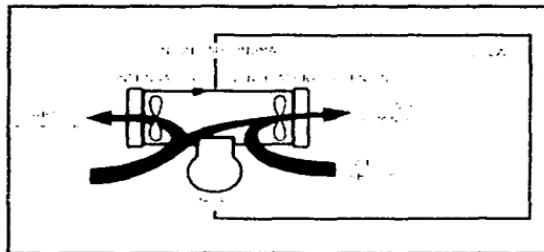
Según los tipos de equipamientos a emplear en los sistemas de aire acondicionado éstos se clasifican en dos grandes grupos:

- **Sistemas de expansión directa.**
- **Sistema de expansión indirecta o de agua helada.**

### II.2.1 Sistemas de expansión directa.

En los sistemas de expansión directa (ver **tabla II.1**), el refrigerante enfría directamente el aire que pasa por los serpentines o evaporadores de los equipos el cual se distribuye a los locales constituyendo la manera más efectiva de lograr el objetivo de enfriar y deshumectar el aire, dado que se logra el intercambio directo con el refrigerante.

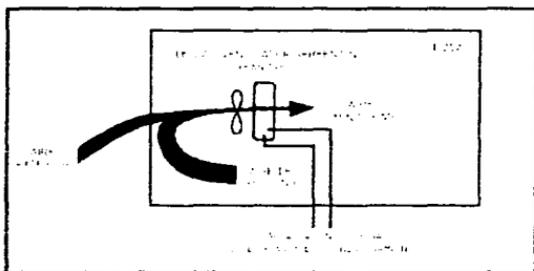
Se definen como equipos auto contenidos a aquellos que reúnen en un solo mueble o carcasa el compresor, evaporador y todas las operaciones requeridas para el funcionamiento del aire acondicionado (ver **figura II.3**).



**Figura II.3**  
**Sistema de expansión directa.**

## II.2.2 Sistema de expansión indirecta o de agua helada.

En los sistemas de agua helada (ver **tabla II.1**), se los suele denominar de agua helada porque una enfriadora de líquidos enfría un refrigerante secundario como el agua, el cual es distribuido en forma adecuada a unidades terminales ubicadas en los locales, denominadas "fan-coil" ver **anexo A** (ventilador-serpentin), o a unidades de tratamiento de aire centrales denominadas manejadoras de aire centrales que son, las que a su vez, enfrían el aire que se circula en los locales (ver **figura II.4**)



**Figura II.4**  
**Sistema de agua helada.**  
**Tabla II.2 Clasificación de sistemas de aire**

**Tabla II.1 Clasificación de los sistemas de aire**

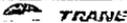
TIPO DE EQUIPAMIENTO	EQUIPOS	CARACTERÍSTICAS	SISTEMAS
Expansión directa	Auto contenidos exteriores enfriados por aire	Individual de ventana o muro  Roof - top	Unitarios  Unitarios o todo aire
	Auto contenidos interiores	Wall - Mounted enfriado por aire	Unitarios o todo aire
		Compacto individual con condensación exterior separada por agua - GLP	Unitarios o todo aire
		Compacto central con condensación exterior separada por aire o por agua	Unitarios
	Separados con unidades condensadoras enfriadas por aire	Split - systems	Todo Refrigerante
		Multi-split	Todo Refrigerante
		VRV - volumen de refrigerante variable	Todo refrigerante
Enfriados por agua helaca	Unidades enfriadoras de agua, enfriadas por aire o agua	Unidad de tratamiento o manejadora de aire - Air Handlers o Fan coil central. Distribución a volumen constante o volumen variable	Todo aire
		Fan-coil individual	Todo agua
		Fan coil individual con Unidades de tratamiento de aire- Air Handlers o Fan coil central para tratamiento primario	Agua aire
		Inducción	Agua aire
		Techo frio	Agua aire

### II.3 Herramientas computacionales

Los programas computacionales son una herramienta muy valiosa en el proceso de diseño y cálculo de las instalaciones de aire acondicionado. Para ello los programas han de facilitar la consulta de todos los parámetros que intervienen en su desarrollo: geometría del inmueble, coeficientes de transmisión de calor, materiales utilizados, espesores de las barreras, superficies expuestas y orientación geográfica.

En la mayoría de los programas de las diferentes marcas (ver **tabla II.2**) aparece una pantalla que posee todos los datos necesarios para el cálculo térmico, por medio de menús desplegables se obtienen infinitas opciones como microclimas, cálculo simplificado, complejo, edición de cualquier parámetro. Estos programas calculan las temperaturas reales dependiendo de la zona en la que se encuentre ubicado el proyecto y creando zonas con temperaturas personalizadas y guardadas en archivos que pueden ser intercambiados con cualquier usuario del programa. También estos programas efectúan el cálculo de la carga térmica a la hora y mes más desfavorable. Una vez que los datos se introducen, se calcula la carga térmica de verano y/o invierno.

**Tabla II.2 Empresas y programas<sup>1</sup>**

EMPRESA	PROGRAMA
	Cargas v. Empresarial 7
	E20-II
	Trace load 700
	Elit

<sup>1</sup> En esta tabla se muestran las empresas más importantes de México en aire acondicionado y su software característico para el cálculo de carga térmica

### II.3.1 Descripción general de los sistemas comerciales de cómputo

Cada programa tiene características particulares, las cuales van desde facilidad de uso, precio, sistema operativo, etc. A continuación se describen los programas listados en la **tabla II.2**

#### Sistema de Climsoft

Este programa se caracteriza por lo siguiente:

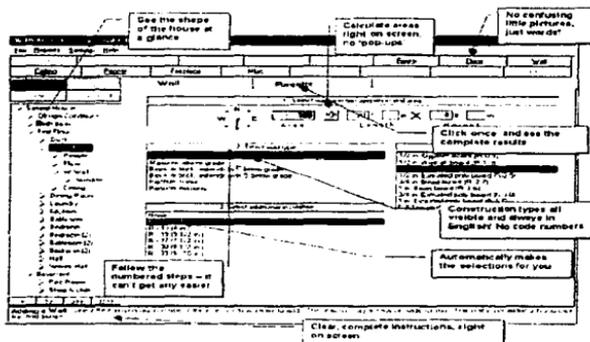
- Sistema Operativo: Windows 98 o superior
- Cálculo de carga térmica de enfriamiento y calefacción para verano o invierno
- Maneja variables como: temperatura equivalente a través de muros exteriores, radiación solar o ganancias solares a través de cristales, localización geográfica.
- Impresión en papel de todo y cada uno de los datos y resultados.
- Gráficas del comportamiento horario de la carga térmica hallada.

#### Sistema de Carrier

El sistema utilizado por Carrier es el E20-II HVAC, el cual es un conjunto de módulos creados específicamente para el diseño de aire acondicionado y tiene las siguientes características:

- Sistema operativo: Windows 98
- Cálculo de cargas de refrigeración y de calefacción
- Localización geográfica
- Estimación de costo anual de mantenimiento
- Diseño de ductos y tuberías
- Análisis de vida útil del sistema

En la figura II.5 se muestra la pantalla principal de este programa.



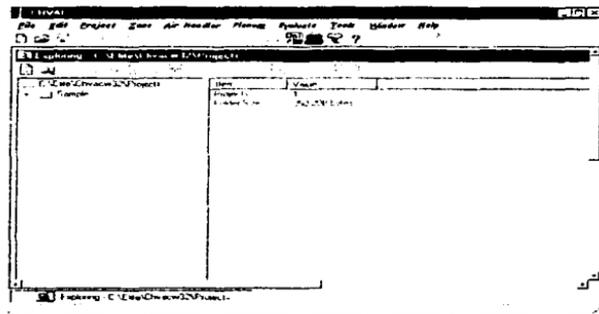
**Figura II.5**  
**Programa E20II HVAC.**

Sistema de Mc Quay

Este software tiene las siguientes características.

- Sistema Operativo: Windows 98
- Cálculo de cargas de refrigeración y calefacción
- Selección de equipo, así como de la configuración del sistema a utilizar
- Muy gráfico, se puede visualizar el sistema en forma general, colocando en cada esquema los parámetros de cada equipo (ver figura II.6).

Localización geográfica limitada a ciudades de EUA y Canadá.



**Figura II.6**  
**Sistema de Mc Quay.**

### Sistema de Trane.

Trane utiliza el programa TRACE LOAD 700<sup>2</sup>, cuyas características generales se enlistan a continuación:

- Sistema Operativo: Windows 98
- La ubicación del inmueble puede seleccionarse desde un mapa que proporciona el programa.
- Cálculos basados en algoritmos estándar de la ASHRAE (*American Society of Heating Refrigerating Air-Conditioning Engineering*).
- Introducción de datos no secuencial, es decir que los datos pueden modificarse en cualquier momento lo que permite hacer un análisis del tipo "que pasa si . . ."

<sup>2</sup> Este programa se utilizará para realizar los cálculos de cargas en este trabajo de tesis

- Dos diferentes niveles de entrada de datos, lo cual permite hacer un cálculo rápido ó hacer un modelo más completo del la geometría y los sistemas de aire acondicionado.
- Extensas librerías acerca de materiales típicos de construcción así como de cargas que permiten un modelado preciso y rápido.
- Se pueden guardar los datos en una gran variedad de formatos (Excel, Word, PDF, etc.).

Cabe destacar que este programa fue utilizado tanto para el cálculo del sistema de aire acondicionado actual, como para el análisis del sistema propuesto por el presente trabajo, por lo que es importante saber como es que funciona el programa.

El programa realiza un cálculo de las cargas de enfriamiento y calentamiento en tres niveles diferentes. Primero calcula las cargas de enfriamiento y calentamiento para cada cuarto en forma individual, por lo que, un cuarto es el espacio más pequeño para el cual se desea calcular las cargas. Un cuarto puede ser una sola oficina rodeada por paredes o puede ser una porción de perímetro de todo un complejo de oficinas. Todos los componentes que afectan las cargas de dicho cuarto son asignadas a ese cuarto. Tales componentes de carga pueden ser los siguientes:

- Tamaño y masa del cuarto
- Configuración del termostato
- Tamaño, construcción, dirección de las paredes externas y techos.
- Tamaño, propiedades y dirección de domos y ventanas externas.
- Cargas internas, tales como gente, luces y equipo diverso.
- Infiltración.
- Requerimientos de ventilación.
- Paredes internas

Esta información se introduce en una pantalla como se muestra en la figura II.7.

**Rooms Description** (Room: 001)

Room Templates: Default | Internal Loads: Default | Airflows: Default | Thermostat: Default | Construction: Default

Floor: Length: 10 ft | Width: 10 ft | Roof: Equal to Floor

Tag	Length (ft)	Height (ft)	Direction	% of Glass	# of Panes	Length (ft)	Height (ft)
1	0	10				0	10
2	0	10				0	10
3	0	10				0	10
4	0	10				0	10

**Internal Loads**

People: 0 | sq ft/person: | Airflows: Clg Vent: 0 | cfm/person: | Apply

Lighting: 0 | W/sq ft: | Htg Vent: 0 | cfm/person: | Close

Misc Equip: 0 | W/sq ft: | VAV Min Flow: | Σ Clg Airflow: |

Single Sheet | Rooms | Floors | Walls | Int Loads | Airflows | Parr/Floors | Spreadsheet

For Help, press F1

CAP NUM:

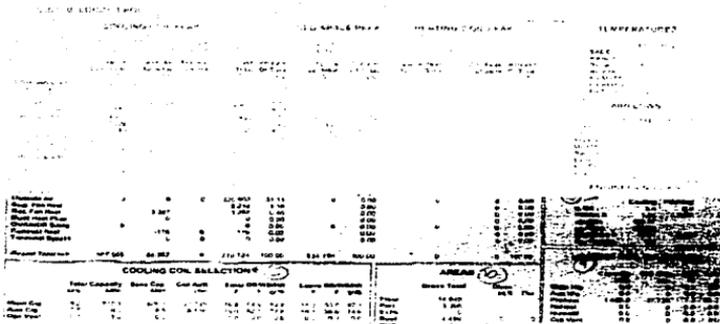
**Figura II.7**  
**Programa Trace Load 700, Introducción de zonas.**

Los cálculos también toman en cuenta el tipo de sistema que se instalará (capacidad de los ventiladores, diseño de temperaturas; etc). Definiendo el tipo de sistema, le indica al programa cómo calcular esta información (Como un bloque, o como suma de picos) y qué componentes (coils, ventiladores, air paths, etc.) integran al sistema.

Aunque los cuartos pueden ser asignados directamente a sistemas, el programa tiene la opción de agrupar cuartos para formar zonas. Existen razones para la utilización de zonas, y una de ellas depende del equipo, ya que algunos de



**SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO**



**Figura II.9**  
**Programa Trace Load 700, selección del sistema.**

Este formato esta constituido por las siguientes zonas:

1. Datos de ganancia de calor para enfriamiento (calor sensible y latente)
2. Condiciones máximas de diseño (mes y hora)
3. Condiciones exteriores
4. Datos de perdida de calor para calefacción si es necesario su diseño
5. Datos para seleccionar el serpentín de enfriamiento y calculo final de toneladas de refrigeración
6. Temperatura de diseño
7. Flujos de aire (ventilación, ventilación y retorno)
8. Datos de ingeniería
9. Datos para el serpentín de calefacción si es necesario
10. Resumen de áreas

## CAPITULO III

### PROCESO DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

#### INTRODUCCIÓN

En los capítulos anteriores se han dado algunas bases teóricas que permiten calcular y comprender en términos generales los sistemas de aire acondicionado. Sin embargo, al proyectar dichos sistemas es necesario seguir cierta metodología, con el fin de que el sistema resultante cumpla con los objetivos que se persiguen al término del proyecto.

El objetivo del diseño de un sistema de aire acondicionado, es proporcionar al especialista o instalador, las bases y normas que deberá cumplir para la elaboración y presentación del proyecto de aire acondicionado. Las normas y bases del diseño comprenden una serie de recopilaciones técnicas y arquitectónicas para el desarrollo de dicho proyecto, por lo cual se debe establecer una coordinación con ingenieros y arquitectos para lograr un uso eficiente del equipo y ahorro de energía. Para la ejecución de un proyecto de acondicionamiento de aire se contemplan, a grandes rasgos, los siguientes puntos:

- Análisis del sistema actual.
- Recopilación de datos arquitectónicos, climatológicos, eléctricos, etc.
- Selección del sistema.
- Desarrollo de proyecto.
- Planos de la instalación del sistema de aire acondicionado.
- Especificaciones de equipo y materiales.
- Catálogo de conceptos.
- Automatización.

### III.1 Análisis de sistema.

En el caso de que el proyecto consista en la remodelación, mejora o rediseño de un sistema de acondicionamiento de aire se deben evaluar las condiciones de diseño que se emplearon, la selección y colocación del equipo, memoria de cálculo etc.

### III.2 Recopilación de datos arquitectónicos, climatológicos, eléctricos, etc.

Para el inicio del proyecto se deberá recabar información de planos arquitectónicos finales o para construcción previamente coordinados con el arquitecto asignado. Además, se requieren datos de condiciones de diseño (temperaturas extremas, orientación del inmueble, condiciones internas (personas, iluminación, equipo eléctrico, etc.), planos de alumbrado para la coordinación de la ubicación de difusores y rejillas, con las luminarias y demás instalaciones en caso de que existan plafones en el inmueble.

### III.3 Selección del sistema.

Para realizar la mejor selección del sistema de acondicionamiento de aire se tienen que considerar los siguientes aspectos:

- Condiciones del inmueble.
- Ganancias de calor del inmueble.
- Trayectorias principales de los ductos.
- Ubicación de los equipos.
- Costo de los equipos.
- Proveedores de equipo.

### III.4 Desarrollo del proyecto.

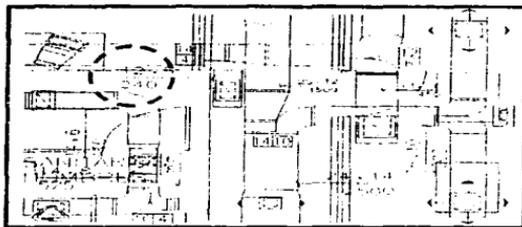
El proyecto ejecutivo contiene una memoria de cálculos, donde se explican de manera clara y precisa, todas las condiciones de diseño con los siguientes conceptos:

- Localidad.
- Datos de situación geográfica.
- Temperaturas máximas y mínimas extremas de la localidad.

- Condiciones de diseño y hora de cálculo.
- Cartas de los procesos psicrométricos.
- Balances térmicos para verano y/o invierno por zonas.
- Resumen de cargas térmicas de zonas (por equipos).
- Resumen de cargas térmicas (total).
- Selección de sistema.
- Selección de equipo.
- Cálculo de caídas de presión estática, determinación de r.p.m. y potencias del motor de equipo de aire.
- Selección de bombas.
- Cálculo de tuberías de agua helada.
- Selección de controles para los equipos de aire.
- Todo elemento extra que pueda implicar el proyecto.

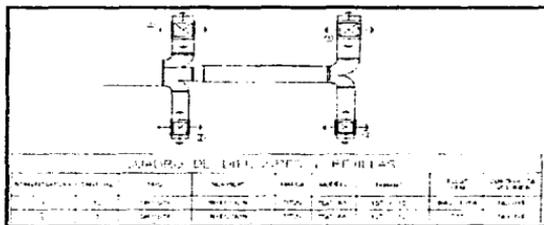
### III.5 Planos de la instalación del sistema de aire acondicionado.

Para la presentación de los planos de aire acondicionado se aplica el sistema inglés o métrico para las dimensiones de los ductos, derivaciones, velocidades, verticales (subidas y bajadas). Como se observa en la **figura III.1** se indican en la parte superior izquierda, las dimensiones del ducto en pulgadas y el caudal en pies cúbicos por minuto



**Figura III.1**  
**Esquemático de las dimensiones de los ductos.**

Las rejillas y difusores se relacionarán con simbología de referencia para ver sus características de diseño (dimensiones, velocidad, número de rejillas, ubicación, etc.) (ver **figura III.2**)



**Figura III.2**  
**Descripción de simbología y características de rejillas y difusores.**

### III.6 Especificaciones de equipo y materiales.

En este punto el proyectista deberá indicar la marca, modelo y características físicas y de operación del equipo a instalar, así como los requerimientos para el buen funcionamiento de cada una de sus partes. Por otro lado, se deben incluir los cuidados que deben tenerse para alargar y mantener su vida útil.

En el caso de los materiales, es importante destacar la calidad de los mismos, el uso y cuidado que requieran para su óptimo aprovechamiento; así como su especificación técnica.

### III.7 Catálogo de conceptos.

Este apartado se refiere a la relación de los materiales, equipos y accesorios que conforman el proyecto. Esta relación incluye la descripción detallada, la unidad, y cantidad de cada uno de ellos.

### III.8 Automatización.

Congruente con el ahorro de energía, en los proyectos de aire acondicionado se deben utilizar equipos de automatización o de control para fluidos (aire, agua, condensados, refrigerantes, etc.) de acuerdo a los sistemas implementados de refrigeración o ventilación mecánica. Para este punto el proyectista deberá coordinarse con el especialista de automatización y control y/o la empresa donde se adquirieron los equipos para su uso.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CAPITULO IV

### DESCRIPCIÓN DE PROBLEMA

#### INTRODUCCIÓN

En el capítulo anterior se describió la metodología a utilizar al proyectar un sistema de aire acondicionado. En el apartado III.1 se hizo referencia al análisis del sistema, el cual solo aplica cuando se realiza la modificación de un sistema existente o ya instalado. Tal es el caso del presente trabajo de tesis, el cual consiste en el estudio y mejora de un sistema de aire acondicionado ya instalado en el cuarto piso de un edificio de oficinas corporativas.

El análisis del sistema comprende varios puntos, y el primero consiste en saber cual es el problema desde el punto de vista del usuario. Este capítulo reporta la descripción del problema desde esta perspectiva

---

37

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### IV.1 Presentación del problema.

Se tiene un sistema de aire acondicionado que desde su instalación no ha operado satisfactoriamente. Se han presentado diversos problemas en la instalación, los cuales provocan la incomodidad de las personas que laboran en el cuarto piso de un edificio de oficinas corporativas. Es por ello que surgió la necesidad de realizar un estudio del sistema actual para proponer una solución técnicamente factible. Los problemas detectados por los usuarios son los siguientes:

- Se presenta humedad y escurrimiento en los plafones del edificio.
- El confort proporcionado por el sistema de aire acondicionado es inadecuado tanto en invierno como en verano.
- El ruido que emite el sistema es excesivo.
- El equipo requiere mantenimiento correctivo frecuentemente.
- Visitas de personal de mantenimiento externo para realizar el mantenimiento correctivo.
- Costo de mantenimiento correctivo muy elevado

Como puede observarse, los problemas anteriormente enunciados, podemos clasificarlos en: 1) Problemas de mantenimiento y 2) problemas de operación, los cuales se describen a continuación con mas detalle.

##### IV.1.1 Problemas de mantenimiento.

El sistema actual que está en operación cuenta con 11 bombas de calor (anexo B), las cuales han presentado diversos problemas. Uno de los principales es el de mantenimiento, ya que frecuentemente se tiene que parar el sistema para hacer ajustes, lo cual causa molestias al personal que labora en las oficinas. El mantenimiento preventivo y correctivo, es una labor que debe de realizarse con cierta regularidad en toda instalación de aire acondicionado, sin embargo, la instalación en cuestión presenta un excesivo mantenimiento correctivo, lo cual

#### DESCRIPCION DEL PROBLEMA

encarece su operación. Los principales problemas que presenta el sistema son los siguientes:

- *Descalibración de las partes mecánicas internas.* Lo cual provoca que el equipo no enfrie ni acondicione el ambiente (ej. Evaporador, condensador, compresor, válvulas, etc.)
- *Fugas de refrigerante.* El equipo presenta fugas de refrigerante R-22, esto ocasiona que el equipo de mantenimiento deba limpiar y hacer un vacío en el sistema para recargarlo.

En términos generales, las bombas de calor requieren de técnicos especializados para su mantenimiento, por lo que generalmente éste es realizado por gente externa a las oficinas.

#### IV.1.2 Problemas de operación.

Con relación a los problemas de operación que han presentado los equipos del sistema se pueden mencionar los siguientes:

- Cuando se requiere que el equipo enfrie proporciona calor y viceversa.
- En ocasiones las temperaturas de confort no son proporcionadas por el equipo.

Todo lo anterior deriva en tiempos prolongados de supervisión, mantenimiento, costos y daños al inmueble

#### IV.2 Objetivo de la tesis.

Con base en la problemática descrita en el apartado anterior, el objetivo de este trabajo de tesis es:

Proponer mejoras a un sistema de aire acondicionado en oficinas corporativas, por medio de un rediseño, que permita reutilizar en la medida de lo posible las instalaciones existentes.

#### IV.3 Alcances.

Para lograr el objetivo en cuestión se realizó un levantamiento de datos de las cualidades y limitaciones que ofrece el sistema de acondicionamiento de aire actual para evaluar las condiciones de operación de dicho equipo. A través de una memoria de cálculo y una tabla comparativa con marcas y modelos de equipos se podrá establecer un criterio que nos permita llevar a cabo la selección del equipo y por ende una mejora de las condiciones del acondicionamiento del aire que actualmente presenta el inmueble.

#### IV.4 Limitaciones

El levantamiento de datos del sistema actual únicamente se podrá hacer en horarios fuera de oficina (fines de semana y horarios nocturnos). Además de que el tiempo permitido para el levantamiento de datos fué reducido, esto implica que no se verá al equipo funcionando a plena carga.

Otra de las limitantes que se debe tomar en consideración es el desembolso que debe hacerse para la sustitución del sistema actual, a un contemplando las partes y accesorios que pudieran reutilizarse, también los daños provocados a otras instalaciones existentes (eléctrico, hidrosanitario, telefonía etc.), y en la colocación del nuevo equipo, provocando daños al inmueble como por ejemplo raspaduras a la pintura, maltrato de plafones, etc.

## CAPITULO V

### DESCRIPCIÓN DEL ESPACIO

#### INTRODUCCIÓN

En el capítulo anterior se mostró la descripción del problema desde la perspectiva del usuario. El análisis del sistema actual comprende además, la revisión del sistema desde los materiales utilizados en la construcción del inmuebles, la memoria de cálculo utilizada para instalar el sistema de aire acondicionado existente así como los parámetros generales de diseño, levantamiento del sistema instalado, las normas utilizadas, etc. Este capítulo muestra todos estos puntos con detalle.

## V.1 Descripción del espacio.

El sistema de aire acondicionado al que se pretende hacer mejoras en su funcionamiento se encuentra en el nivel 4 de un edificio de oficinas corporativas ubicado en la Ciudad de México y el cual cuenta con un área construida de 881 m<sup>2</sup>.

### V.1.1 Parámetros generales.

Para el desarrollo del proyecto de la mejora del sistema de aire acondicionado se utilizaron los siguientes datos de localización y condiciones exteriores proporcionados por la oficina corporativa ubicada en el nivel 4 de inmueble.

Localización: **Ciudad de México.**

Latitud	19° 51' N
Longitud	98° 86' W
Altitud (SNM):	2308.58 msnm (7572.17 Ftsnm)
Presión atmosférica	22.86"Hg.

- Condiciones exteriores de diseño para verano.

Temperatura de bulbo seco	33°C (85.63°F)
---------------------------	----------------

- Condiciones interiores de diseño para oficinas.

Temperatura de bulbo seco	24°C (75°F) máxima
Humedad relativa	50 % ± 5%.
Niveles de ruido	NC = 30 (máximo).

- Ganancias de calor por iluminación y equipos eléctricos.

---

42

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ANALISIS DEL SISTEMA ACTUAL

Potencia de iluminación 2.5 Watts/ft<sup>2</sup>, para cuartos tipo y de 1.5 Watts/ft<sup>2</sup>, para las áreas de servicio.

(Lámparas fluorescentes suspendidas en techo, con factor de balaustro de 1.25)

Contactos 1.5 Watts /ft<sup>2</sup>.

- Ocupación

100 ft<sup>2</sup> / persona ( oficinas).

- Ganancias de calor por personas y ventilación.

Oficinas:

Calor Sensible	245 Btu/h
Calor Latente	205 Btu/h
Ventilación	25 cfm/persona.

- Materiales de construcción.

Vidrio: Ventanas sencillas de vidrio común de 6 mm de espesor

Valor "U" 1.13 Btu/h ft<sup>2</sup> °F.

Factor de sombreado 0.90 %.

- Muros exteriores.

ANÁLISIS DEL SISTEMA ACTUAL

Formado por muros de carga de blocks huecos (se utiliza el block de 4" de espesor)

Valor "U" 0.20 Btu/h ft<sup>2</sup> °F.

- Muros interiores.

Formado por muros de ladrillo de 4" de espesor.

Valor "U" 0.32 Btu/h ft<sup>2</sup> °F.

- Normas.

Las normas de diseño que se utilizaron como base para el desarrollo del sistema actualmente instalado, fueron tomadas, en su mayoría, de organismos, instituciones y manuales reconocidos internacionalmente como lo son:

- **AHSRAE.** AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS.
- **AMCA.** AIR MOVEMENT AND CONTROL ASSOCIATION.
- **SMACNA.** SHEET METAL AND AIR CONDITIONING CONTRACTORS NATIONAL ASSOCIATION.
- **ASME.** AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS.
- **MANUAL "INDUSTRIAL VENTILATION"**
- **IMSS.** INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL.

94

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### V.2 Memoria de cálculo, estimación de carga térmica por zona.

El cálculo de la carga térmica para el sistema de acondicionamiento de aire utilizando bombas de calor, fue proporcionado por los dueños del edificio.

Para hacer el cálculo del sistema a reparar los diseñadores del sistema utilizaron el programa Load Trace 700 (Sistema Trane II.3.1 Capítulo II), dividiendo el 4to piso en 11 zonas. La corrida del programa para cada zona se puede ver en el anexo C. El resumen de las 11 zonas se muestran en la tabla V.1:

**TABLA V.1 Carga Térmica**

RESUMEN DE CARGAS			
ZONA	CAUDAL DE AIRE (CFM)	GASTO DE AGUA (GPM)	TONELADAS DE REFRIGERACIÓN (T.R.)
1	2128	9.36	3.9
2	2052	12	5
3	2210	10.32	4.3
4	705	3.84	1.6
5	1012	7.44	3.1
6	1047	5.76	2.4
7	1569	8.64	3.6
8	637	5.28	2.2
9	2192	13.92	5.8
10	1605	6.96	2.9
11	2685	11.04	4.6

### V.3. Memoria descriptiva del sistema de aire acondicionado actual.

El sistema actual para obtener el acondicionamiento de aire en las instalaciones del nivel 4 de oficinas corporativas, cuenta con un sistema de agua de condensación descentralizado que se ocupa en todo el edificio, además de un sistema de bombas de calor ubicadas en el interior de las oficinas.

45

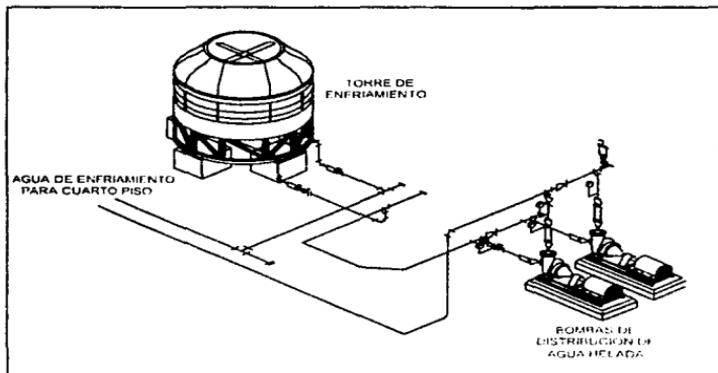
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## ANÁLISIS DEL SISTEMA ACTUAL

El sistema de enfriamiento del agua que viene de las bombas de calor se lleva acabo por medio de una torre de enfriamiento (ver anexo A.3) con una capacidad de 200 toneladas de refrigeración y dos bombas (ver anexo A.6), ubicadas en la azotea del edificio tal y como se muestra en la Fig. V.1. El sistema funciona de la siguiente manera:

El agua que viene de las bombas de calor que están ubicadas en el 4to piso del edificio llega a una temperatura aproximada de 95 °F a la torre de enfriamiento por medio de 2 bombas. Posteriormente el agua sale de la torre de enfriamiento aproximadamente a 85 °F y se distribuye nuevamente a las bombas de calor por medio de una red de tuberías para repetir el ciclo nuevamente.

El agua de condensación volverá a aumentar su temperatura ya sea cuando la bomba de calor realice el ciclo de refrigeración (condensación) o el de calefacción (evaporación).



**Fig. V.1**

**Sistema de acondicionamiento de aire que opera actualmente.**

#### V.4 Análisis del sistema.

El equipo de acondicionamiento de aire y calefacción, deberá tener las dimensiones adecuadas para ocupar el espacio designado para su colocación y una ubicación óptima para el manejo de aire. El recorrido de ductos, tuberías, difusores, rejillas deben tener una trayectoria eficiente y organizada para no afectar los demás sistemas que requiere el inmueble.

##### V.4.1 Criterios generales para acondicionamiento de aire, calefacción y ventilación.

Para definir apropiadamente el diseño de un sistema de acondicionamiento de aire y calefacción a utilizar en la oficina corporativa se debe cumplir con los siguientes objetivos específicos.

- Control de temperatura.
- Control de humedad.
- Transportación y distribución del aire.
- Calidad del aire (eliminación de polvos, olores, hollín, humos.)
- Control de nivel de ruido.

##### V.4.2 Levantamiento de datos

En el levantamiento de datos que se realizó al sistema actual se puede observar que el edificio cuenta con un sistema de agua helada, compuesto por una torre de enfriamiento, una generadora de agua helada, bombas distribuidoras de agua helada, tuberías y accesorios para el sistema directo (**ver figura V.2**), con la capacidad suficiente para suministrar agua helada a todos el edificio. El piso 4 (oficinas corporativas) del edificio tiene las características ya antes mencionadas en la memoria descriptiva (agua de condensación), y se pudo

## ANÁLISIS DEL SISTEMA ACTUAL

observar que la distribución del sistema de bombas de calor presentan las siguientes observaciones generales:

- No cuentan con los espacios requeridos para obtener la renovación de aire mínimo requerido. (aire primario 20%)
- Los equipos no están nivelados en su totalidad.
- Existen fugas de refrigerante
- Los ductos de aire acondicionados no se encuentran aislados
- Los termostatos de control no están ubicados en zonas adecuadas
- El mantenimiento de las bombas de calor es complejo
- Los equipos no fueron instalados con criterios sugeridos por el fabricante

(Ver plano AA-01 para levantamiento físico e instalación. Anexo)

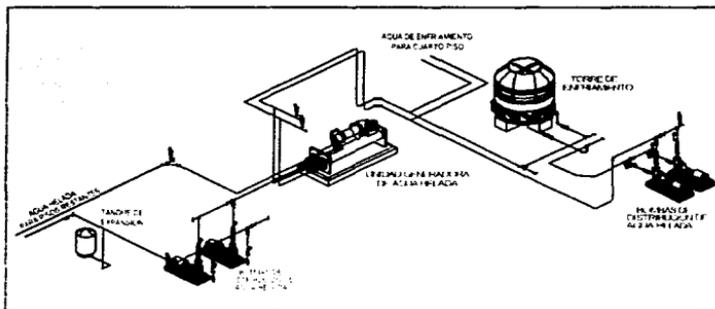


Figura . V.2

Sistema de acondicionamiento de aire que da servicio a todo el edificio.



## V.5 Evaluación

El sistema de bombas de calor lo podemos catalogar como un sistema compacto para realizar los ciclos de refrigeración y calefacción, en una forma eficiente para cualquier inmueble si se tiene el personal calificado para su instalación, pero no son muy usados en ciudades con características climatológicas como la Ciudad de México por la cantidad mínima de días con temperaturas baja (**ver anexo F**).

La evaluación del sistema, se puede resumir de la siguiente manera:

- Las dimensiones de los equipos (bombas de calor), no cuentan con los espacios requeridos para la renovación de aire primario, esto provoca una baja calidad de aire.
- Debido a que las bombas de calor no se encuentran niveladas se presentan fallas en el funcionamiento de sus partes internas (compresor, evaporador, condensador, válvulas etc.). Por ejemplo se presentan fugas de aceite de lubricación del compresor ocasionando problemas mecánicos.
- Los ductos de aire acondicionado no están aislados, esto provoca condensaciones en la red de ductería.
- Los termostatos están ubicados lejos de los ductos de retorno ocasionando lectura erróneas y una operación incorrecta del sistema.
- Para el mantenimiento del equipo se necesita personal calificado.

En el análisis de las condiciones de diseño del sistema se observó un error en la corrida del programa (Load Trace 700); la ventilación para espacios de oficinas según las normas establecidas del IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social) **ver tabla V.2** y de las normas de ASHRAE (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATION AND AIR CONDITIONING ENGINEERS) (**ver**

**Anexo B,** es de 20 cfm/persona (34 m<sup>3</sup>/h) y los diseñadores que hicieron el proyecto del sistema consideraron 25 cfm/persona (42 m<sup>3</sup>/h).

**Tabla. V.2**  
**Condiciones de diseño de las normas de IMSS.**

ZONAS EXTREMOSA Y TROPICAL				
LOCALES	T <sub>db</sub> °C	HUMEDAD RELATIVA (%)	AIRE VENT MCH. PERS	PRESIÓN
CUB. DE ENSEÑANZA	24	50	34	POSITIVA
TALLERES DE ENSEÑANZA	24	50	34	POSITIVA
TALLERES SOLDADURA	24	---	20 A 30 C-HR	NEGATIVA
OFICINAS	24	50	14	POSITIVA
GINNASIO TEPHADO	23	---	100 "	NEGATIVA
COCINA	---	---	100 "	NEGATIVA
SANITARIOS	---	---	20 C-HR	NEGATIVA

Sumando estos factores, resumimos que la instalación se encuentra operando de forma deficiente debido a:

- Instalación defectuosa del equipo y tuberías.
- Falta de mantenimiento regular por parte de personal calificado.
- Consideración baja en ventilación para espacios de oficina.

Una vez conocida la problemática que se presenta en el sistema y aplicando la metodología descrita anteriormente (**Capítulo III**), podemos hacer el rediseño como se hará en los siguientes capítulos

## CAPITULO VI

### ALTERNATIVAS DE SOLUCION.

#### INTRODUCCIÓN

En el capítulo anterior se hizo el análisis del sistema actual, y cabe destacar que el cálculo de las cargas térmicas presentado por la compañía que realizó el proyecto de las instalaciones de aire acondicionado actuales, estaba incorrecto. Es por ello que se tuvo que realizar el cálculo nuevamente para obtener las cargas térmicas correctas. Este capítulo hace una descripción de cómo se realizó este cálculo. Se describe además el sistema propuesto por medio

de planos, catálogo de conceptos, catálogo de los equipos, etc. Se hace además una descripción detallada del funcionamiento del sistema propuesto.

## VI.1 Recopilación de datos.

Como se mencionó en el capítulo anterior, la memoria de cálculo del sistema actual presenta un error en el cálculo, por lo que fue necesario elaborarlo nuevamente. Para tal efecto se procedió a obtener las dimensiones del inmueble a través del plano proporcionado. Se realizó una división del inmueble en 11 zonas, al igual que en el cálculo anterior. Las dimensiones (por cada zona) que nos fueron de utilidad son las siguientes: área del techo, área y orientación de los muros expuestos al sol, porcentaje del área de los vidrios, área de las particiones<sup>1</sup>. Estas dimensiones se muestran en la tabla VI.1. Cabe destacar que el inmueble tiene una franja de vidrio en los muros expuestos, la cual ocupa el 48% del área de cada muro.

Para la elaboración del recálculo de la carga térmica se necesitaron además los datos del lugar (latitud, longitud, temperaturas de bulbo seco y húmedo, humedad relativa), los valores de "u" para los techos, muros, vidrios, etc. Toda esta información la encontramos en el capítulo V (en la sección de parámetros generales)

<sup>1</sup> Una partición es aquel muro o muros que no están expuestos al sol, y que además no tiene acondicionamiento de aire en uno de los lados.

**Tabla VI.1**  
**Dimensiones del inmueble.**

TABLA DE MUROS EXPUESTOS Y PARTICIONES						
ZONA	AREA DEL TECHO EN PIES CUADRADOS	MUROS EXPUESTOS				LONGITUD DE LA PARTICIÓN EN PIES
		MURO 1		MURO 2		
		LONGITUD EN PIES	ORIENTACIÓN RESPECTO AL NORTE EN GRADOS	LONGITUD EN PIES	ORIENTACIÓN RESPECTO AL NORTE EN GRADOS	
1	356.73	11.48	0	36.09	45	26.25
2	717.81	No aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	160.76
2B	480.76	No aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	96.78
3	487.64	41.01	45	No Aplica	No Aplica	41.01
4	430.40	No aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	45.28
5	419.42	No aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	108.27
5B	324.09	No aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	52.49
6	449.55	37.73	0	3.28	225	47.57
7	568.77	44.29	0	3.28	45	57.41
8	461.50	No aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	60.70
9	677.66	45.93	225	No Aplica	No Aplica	50.85
10	442.77	16.40	135	26.25	225	47.57
11	480.76	24.61	45	44.29	135	45.93
11B	63.48	No aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	26.25

### VI.1.1 Ejecución del programa.

Para el cálculo de las cargas térmicas se utilizó el programa de cómputo Trace load 700. Al ejecutar el programa con los datos anteriormente presentados, nos reporta los resultados por zona, los cuales se presentan en el **anexo D**, y en la **tabla VI.2** se muestra el resumen de la corrida, con lo cual se puede seleccionar el equipo a utilizar.

**Tabla VI.2**  
**Corrida del programa.**

RESUMEN DE CARGAS			
ZONA	CAUDAL DE AIRE (CFM)	GASTO DE AGUA (GPM)	TONELADAS DE REFRIGERACIÓN (T.R.)
1	1577	4.08	1.7
2	967	6.48	2.7
2B	631	4.32	1.8
3	1735	5.04	2.1
4	501	3.84	1.6
5	598	4.08	1.7
5B	405	2.88	1.2
6	1030	5.04	2.1
7	1743	7.68	3.2
8	556	4.08	1.7
9	2575	9.12	3.8
10	1647	5.76	2.4
11	2147	5.76	2.4
11B	104	0.72	0.3

### VI.2 Selección del Sistema.

Es importante que el sistema de aire acondicionado se incorpore racionalmente al proyecto arquitectónico eficazmente. El nivel de eficacia depende de la adecuación del sistema y resolución de diversos aspectos.

Para la selección del sistema se consideraron los datos de un levantamiento en campo, un recálculo en la carga térmica, las dimensiones del sistema actual y el tipo de equipo adecuado para el sistema.

54

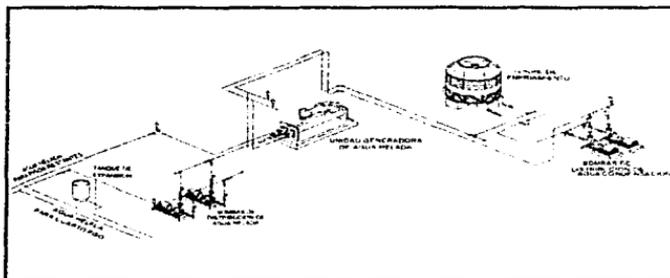
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## ALTERNATIVAS DE SOLUCION

- Levantamiento en campo: Se observó un sistema de agua helada (torre de enfriamiento, unidad generadora de agua helada y bombas de distribución para agua helada) en la azotea del inmueble, para el suministro del piso 1,2 y 3.
- Recalculo de carga térmica: Con la nueva corrida del programa, se observa que la carga baja hasta un 30% en suministro de aire requerido por zonas, por el cambio de los 25 cfm/personas. a 20 cfm/persona. En lo que respecta a la capacidad de enfriamiento se disminuyó un 25%.
- Dimensiones del sistema actual: En el levantamiento del sistema se puede observar que casi el 70% del sistema instalado se puede recuperar en ductos, tuberías y difusores para la modificación.
- Equipo adecuado: por considerar un sistema de agua helada es conveniente la utilización de equipos fan and coil (**Anexo 1**) por el espacio a utilizar y para desarrollar la renovación de aire requería.

### VI.2.1 Desarrollo del proyecto

La generación del agua refrigerada se hará por medio de una unidad generadora de agua refrigerada (U.G.A.R.), de tipo tornillo enfiada por medio de agua, con una capacidad nominal de 200 T.R., la cual estará instalada en el nivel de la azotea de las oficinas corporativas junto con la torre de enfriamiento, así formando un circuito paralelo, para la generación y distribución de agua refrigerada y para el agua de condensación (**Figura VI.1**).



**Figura VI.1**  
**Sistema propuesto**

El sistema de distribución y generación de agua refrigerada será el que se conoce como sistema directo; y sirve para distribuir el agua helada a las diferentes cargas del sistema (fan and coil). Por medio de dos bombas el agua se hace circular a través de la unidad generadora de agua helada, y sale de la misma a una temperatura de 45°F. El agua retorna del sistema una vez que realiza el recorrido en las diferentes carga (fan and coil) a 55°F y el ciclo se repite dependiendo de la demanda requerida.

Para enfriar el condensador de la unidad generadora de agua helada se hace pasar el agua de condensación hacia la torre de enfriamiento por medio de dos bombas, el agua se hace circular a través de la unidad generadora de agua helada, y sale de la misma a una temperatura de 95°F. El agua retorna a la torre de enfriamiento para posteriormente tener una salida de 85°F y el ciclo se repite dependiendo de la demanda.

Entre el circuito de producción y el de distribución se encuentra una tubería la cual lleva incorporada una válvula de dos vías de tipo modular la cual se

SB

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

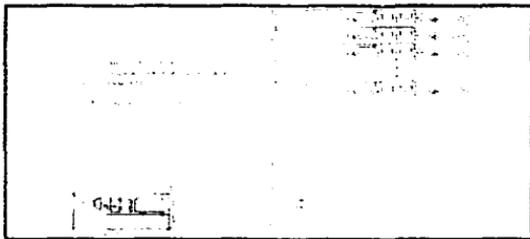
## ALTERNATIVAS DE SOLUCION

encarga de variar el flujo de agua, en función de unos sensores de presión que se encuentran entre la tubería de producción y la de distribución de agua refrigerada. Esto se realiza con el fin de mantener un flujo constante de agua en el circuito de producción, independientemente del circuito de distribución que en este último sí se puede variar.

### VI.3 Automatización.

Para el control de los fan and coil se instalarán termostatos de cuarto, los cuales deberán tener la función de arranque y paro del equipo, control de tres velocidades del ventilador y graduación de temperatura, los termostatos enviarán la señal a la válvula de dos vías para que cierre el flujo de agua cuando no sea necesario. En las áreas públicas se instalarán cajas protectoras transparentes.

Para el control de la Unidad Generadora de Agua Helada se contará con una válvula de dos vías que actuará como by-pass para que el agua refrigerada no realice todo el recorrido por el edificio. Esta válvula contará con un sensor de presión y flujo, el cual enviará una señal al motor modulante. Este motor deberá especificarse para una presión mínima igual a la del sistema **figura VI.3.**



**figura VI.3**  
**Esquema de automatización**

#### VI.4 Selección del equipo

Para la selección del equipo se utilizaron catálogos de la empresa York Aire acondicionado para los fan and coil, cuyo catalogo se presenta en **Anexo E**:

VI.5 Distribución de aire y agua refrigerada. (Ver planos AA-02 anexo)

VI.6 Especificación del equipo.

#### **Equipos de aire acondicionado tipo fan-coil.**

Las unidades de aire acondicionado tipo fan-coil, serán suministradas por **YORK CORPORATION**, en sus diferentes tamaños dependiendo de las áreas en las que se lleguen a requerir. Las unidades deberán ser transportadas y colocadas en obra de acuerdo con los Manuales de Instalación y Operación. Asimismo las unidades deberán de ser instaladas, puestas en operación y ajustadas en estricto acuerdo con estas especificaciones, por el contratista designado para ello.

#### VI.6.1 Requisitos previos.

Previo a la instalación, se deberán de entregar certificados por escrito de todas las pruebas de los equipos tipo fan-coil, cumpliendo estos con los requerimientos de especificaciones en lo relacionado a todas las normatividades y pruebas tanto estatales como federales.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



#### VI.6.2 Descripción.

Estos Fan and Coil están diseñados para instalarse en un espacio cerrado ocultando todos sus componentes. Estas unidades deberán de traer certificados por escrito de las pruebas realizadas a ellos todo apegado a ARI standard 440.

#### VI.6.3 Unidad básica.

Estos equipos estarán fabricados en su totalidad basado en acero galvanizado del calibre adecuado, para resistir la corrosión. Las tuberías, drenajes y conexiones eléctricas, serán fácilmente accesibles, asimismo los agujeros de montaje estarán ya marcados de tal forma que se pueda ahorrar tiempo en la instalación.

Estos deberán ser de gabinete de lámina de acero galvanizada de 0.8 mm (1/32") de espesor como mínimo, deberá contar con un aislamiento fiberglass de 10 mm de espesor. Ventilador con doble entrada, tipo centrífugo curvado hacia adelante, de nivel de ruido bajo, con motor de inducción monofásico para operar a 120V y 60 Hertz, de tres velocidades con capacitor permanente y aislamiento clase E, montado en aislamiento de neopreno y cojinetes lubricados permanentemente. Serpentin de enfriamiento de 9.5 mm (3/8") de diámetro exterior de cobre y 12 aletas por pulgada de aluminio. Charola de condensado, conexión del serpentín de 3/4" FPT (NPT). Agujeros para fácil montaje.

#### VI.6.4 Caja de conexión eléctrica.

Todas las unidades deberán de traer una caja de conexiones eléctricas en un solo lugar para facilitar la instalación del cableado de conexión eléctrica. Igualmente se suministrará un transformador eléctrico a 240v/24v para bajo voltaje al control.

## ALTERNATIVAS DE SOLUCION

### VI.6.5 Motores.

Los motores de los equipos serán estándares a 120v, 3 velocidades, de tipo PSC con protecciones internas contra sobrecarga y estarán montados en gomas de hule como protección contra las vibraciones.

### VI.6.6 Ensamble del ventilador.

Los ventiladores de la unidad serán de tipo centrífugo, de álabes curvos, estarán dinámicamente balanceados para proporcionar una operación silenciosa. La carcasa del ventilador será fabricada con acero galvanizado y será fácilmente removible. Asimismo se deberá proporcionar un servicio completo a los motores y a los ventiladores de la unidad.

### VI.6.7 Serpentes.

Los serpentines serán de 3/8" de diámetro interior fabricados a partir de cobre expandido y aletas de aluminio para asegurar una alta eficiencia. Cada serpentín estará probado desde fábrica a 350 psi. Todos los serpentines contarán como estándar de purgas de aire de tipo manual. Las conexiones al serpentín serán de 5/8 de pulgada de diámetro interior.

### VI.6.8 Charolas de drenaje.

Todas las charolas de drenaje tendrán una cubierta aislante a base de un compuesto polímero de celdas cerradas, retardante al fuego. Este aislamiento provee a la unidad de una resistencia superior a la corrosión. Todas las charolas de drenaje incluyendo la primaria y la secundaria, tendrán conexiones para el escurrimiento del exceso de agua. Todas las charolas tendrán una pendiente dirigida hacia la conexión para facilitar la eliminación del condensado.

El contratista notificará al propietario con dos (2) semanas de anticipación, la fecha de la realización de las pruebas. El propietario o su representante se

CO

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## ALTERNATIVAS DE SOLUCION

reserva el derecho de inspección del equipo y de ser testigo de todas las pruebas de fabricación.

Cada unidad será checada por el contratista y ajustada para una adecuada operación, voltaje y amperaje. Esta información estará anotada en una etiqueta o placa permanente y se colocará en la unidad para referencia del propietario.

### VI.6.9 Catálogo de conceptos.

Este nos muestra la información en detalle de los componentes que se utilizaron para conformar la propuesta de sistema de aire acondicionado presentada en esta tesis.

#### CATALOGO DE CONCEPTOS DEL OFICINAS CORPORATIVAS SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO CIUDAD DE MEXICO

CLAVE	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD TOTAL
-------	-------------	--------	----------------

EQUIPOS			
AA-01	Suministro y colocación de unidad tipo Fan & Coil, Mca. York, Mod. 12yht, para manejar 1,717 cfm, contra una caída de presión estática de 0.75°C.A., con motor de 1 HP, con transmisión por medio de bandas, para una capacidad de refrigeración de 3.54 T.R. con gabinete para instalación visible, todo esto para operar a 115v/1/60Hz (F&C-01)	Pza.	1
AA-02	Suministro y colocación de unidad tipo Fan & Coil, Mca. York, Mod. 12yht, para manejar 618 cfm, contra una caída de presión estática de 0.25°C.A., con motor de 105 W, con transmisión directa, para una capacidad de refrigeración de 1.08 T.R. con gabinete para instalación visible, todo esto para operar a 115v/1/60Hz (F&C-02)	Pza.	1
AA-03	Suministro y colocación de unidad tipo Fan & Coil, Mca. York, Mod. 12yht, para manejar 587 cfm, contra una caída de presión estática de 0.25°C.A., con motor de 131 W, con transmisión directa, para una capacidad de refrigeración de 0.98 T.R. con gabinete para instalación visible, todo esto para operar a 115v/1/60Hz (F&C-03)	Pza.	1
AA-04	Suministro y colocación de unidad tipo Fan & Coil, Mca. York, Mod. 12yht, para manejar 587 cfm, contra una caída de presión estática de 0.25°C.A., con motor de 131 W, con transmisión directa, para una capacidad de refrigeración de 0.98 T.R. con gabinete para instalación visible, todo esto para operar a 115v/1/60Hz (F&C-04)	Pza.	1

61

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ALTERNATIVAS DE SOLUCION

AA-05	Suministro y colocación de unidad tipo Fan & Coil, Mca. York, Mod. 12yhh, para manejar 587 cfm, contra una caída de presión estática de 0.25°C.A., con motor de 96 W, con transmisión directa, para una capacidad de refrigeración de 0.49 T.R., con gabinete para instalación visible, todo esto para operar a 115v/1/60Hz (F&C-05)	Pza	1
AA-06	Suministro y colocación de unidad tipo Fan & Coil, Mca. York, Mod. 12yhh, para manejar 587 cfm, contra una caída de presión estática de 0.25°C.A., con motor de 96 W, con transmisión directa, para una capacidad de refrigeración de 0.98 T.R., con gabinete para instalación visible, todo esto para operar a 115v/1/60Hz (F&C-06)	Pza.	1
AA-07	Suministro y colocación de unidad tipo Fan & Coil, Mca. York, Mod. 12yhh, para manejar 587 cfm, contra una caída de presión estática de 0.25°C.A., con motor de 96 W, con transmisión directa, para una capacidad de refrigeración de 0.98 T.R., con gabinete para instalación visible, todo esto para operar a 115v/1/60Hz (F&C-07)	Pza.	1
AA-08	Suministro y colocación de unidad tipo Fan & Coil, Mca. York, Mod. 12yhh, para manejar 516 cfm, contra una caída de presión estática de 0.25°C.A., con motor de 96 W, con transmisión directa, para una capacidad de refrigeración de 1.01 T.R., con gabinete para instalación visible, todo esto para operar a 115v/1/60Hz (F&C-08)	Pza	1
AA-09	Suministro y colocación de unidad tipo Fan & Coil, Mca. York, Mod. 12yhh, para manejar 1.467 cfm, contra una caída de presión estática de 0.75°C.A., con motor de 1/2 HP, con transmisión por medio de bandas, para una capacidad de refrigeración de 4.13 T.R., con gabinete para instalación visible, todo esto para operar a 115v/1/60Hz (F&C-09)	Pza.	1
AA-10	Suministro y colocación de unidad tipo Fan & Coil, Mca. York, Mod. 12yhh, para manejar 3.150 cfm, contra una caída de presión estática de 0.75°C.A., con motor de 1 HP, con transmisión por medio de bandas, para una capacidad de refrigeración de 5.81 T.R., con gabinete para instalación visible, todo esto para operar a 115v/1/60Hz (F&C-10)	Pza	1
AA-11	Suministro y colocación de unidad tipo Fan & Coil, Mca. York, Mod. 12yhh, para manejar 2.200 cfm, contra una caída de presión estática de 0.75°C.A., con motor de 1 HP, con transmisión por medio de bandas, para una capacidad de refrigeración de 3.88 T.R., con gabinete para instalación visible, todo esto para operar a 115v/1/60Hz (F&C-11)	Pza.	1
AA-12	Suministro y colocación de unidad tipo Fan & Coil, Mca. McQuay, Mod. FCZC1516, para manejar 1.467 cfm, contra una caída de presión estática de 0.75°C.A., con motor de 1/2 HP, con transmisión por medio de bandas, para una capacidad de refrigeración de 3.23 T.R., con gabinete para instalación visible, todo esto para operar a 115v/1/60Hz (F&C-12)	Pza	1
<b>DUCTERIA</b>			
AA-15	Suministro y fabricación de ductos de lamina galvanizada de primera de marca Zintco o similar en calibre 22	Kgs	150
<b> AISLAMIENTO</b>			
AA-49	Suministro y colocación de aislamiento termico de fibra de vidrio de 1" de espesor, para ser colocado en la cara interior de los ductos, tipo Duct-Liner, con acabado de neopreno, fijado con tiras electrosoldadas de acuerdo a la norma, incluye pegamento y adhesivo	M2.	50
<b>DIFUSORES</b>			

62

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ALTERNATIVAS DE SOLUCION

AA-58	Suministro y colocación de difusor de aire Mca. NAMM INDUSTRIAL Mod. DCV, de marco biselado, con control de volumen y transformación de cuello cuadrado de 12" x 12" de 3 vías, fabricado en aluminio extruido, color blanco oston	Pza.	3
<b>TUBERIA</b>			
AA-67	Suministro e instalación de tubería de cobre tipo "M" de 1/2" de diámetro, Mca. Nacobre	M	3
AA-68	Suministro e instalación de tubería de cobre tipo "M" de 3/4" de diámetro, Mca. Nacobre	M	4
AA-69	Suministro e instalación de tubería de cobre tipo "M" de 1" de diámetro, Mca. Nacobre	M	3
AA-70	Suministro e instalación de tubería de cobre tipo "M" de 1-1/4" de diámetro, Mca. Nacobre	M	8
AA-71	Suministro e instalación de tubería de cobre tipo "M" de 1-1/2" de diámetro, Mca. Nacobre	M	8
AA-72	Suministro e instalación de tubería de cobre tipo "M" de 2" de diámetro, Mca. Nacobre	M	8
AA-73	Suministro e instalación de tubería de acero cedula 40, soldable con costura de 2-1/2" de Ø, extremos biselados, incluye soldadura y miscelaneos para instalación	M	8
<b>CONEXIONES</b>			
AA-74	Suministro e instalación de codo de cobre tipo "M" a 90° de 1/2" de diámetro, Mca. Nacobre	Pza.	2
AA-75	Suministro e instalación de codo de cobre tipo "M" a 90° de 3/4" de diámetro, Mca. Nacobre	Pza.	3
AA-76	Suministro e instalación de codo de cobre tipo "M" a 90° de 1" de diámetro, Mca. Nacobre	Pza.	2
AA-77	Suministro e instalación de codo de cobre tipo "M" a 90° de 1-1/4" de diámetro, Mca. Nacobre	Pza.	2
AA-78	Suministro e instalación de codo de cobre tipo "M" a 90° de 1-1/2" de diámetro, Mca. Nacobre	Pza.	#2
AA-79	Suministro e instalación de codo de cobre tipo "M" a 90° de 2" de diámetro, Mca. Nacobre	Pza.	1
AA-80	Suministro e instalación de Tee de cobre tipo "M", de 1/2" x 1/2" x 1/2" de Ø, Mca. Nacobre	Pza.	2
AA-81	Suministro e instalación de Tee de cobre tipo "M", de 3/4" x 3/4" x 3/4" de Ø, Mca. Nacobre	Pza.	2
AA-82	Suministro e instalación de Tee de cobre tipo "M", de 1" x 1" x 1" de Ø, Mca. Nacobre	Pza.	4
AA-83	Suministro e instalación de Tee de cobre tipo "M" de 1-1/4" x 1-1/4" x 1-1/4" de Ø, Mca. Nacobre	Pza.	4
AA-84	Suministro e instalación de Tee de cobre tipo "M", de 1-1/2" x 1-1/2" x 1-1/2" de Ø, Mca. Nacobre	Pza.	4
AA-85	Tee de cobre tipo "M", de 2" x 2" x 2" de Ø, Mca. Nacobre	Pza.	2
AA-86	Suministro e instalación de fuerza unión de cobre-bronce de 1/2" de Ø	Pza.	2
AA-87	Suministro e instalación de fuerza unión de cobre-bronce de 3/4" de Ø	Pza.	1
AA-88	Suministro e instalación de fuerza unión de cobre-bronce de 1" de Ø	Pza.	2
AA-89	Suministro e instalación de fuerza unión de cobre-bronce de 1-1/4" de Ø	Pza.	2

63

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## ALTERNATIVAS DE SOLUCION

INSTRUMENTACION			
AA-112	Suministro e Instalacion de termostato marca honeywell modelo 74039M1103	Pzu.	1

## VI.7 Comparación entre sistemas.

En este apartado se presenta la comparación entre el sistema ya instalado, y el sistema propuesto desde el punto de vista de mantenimiento, de operación, de consumo de energía.

- **Mantenimiento:** Es sistema de Bombas de calor es caro, en comparación del sistema fan and coil, ya que incluye calefacción y enfriamiento, por lo que se requieren técnicos especializados, a diferencia de los sistemas fan and coil, que por su simplicidad, el mantenimiento es más barato.
- **Funcionalidad:** Debido a que el sistema de bombas de calor existente fue sobredimensionado, la instalación de estos equipos requiere de mucho espacio, el cual no fue considerado, por lo que el equipo no funciona adecuadamente ya que no existe el espacio mínimo requerido por el equipo para que haya aire de renovación. El sistema fan and coil seleccionado es más pequeño, eliminando así dicho problema.
- **Ductos:** Los ductos de la instalación anterior fueron aprovechados en su mayoría, sin embargo el sistema existente no consideró el aislamiento de los ductos, por lo que deberán aislarse para que el sistema funcione adecuadamente y evitar así la condensación del agua.
- **Consumo de energía:** Esta comparación la podemos resumir en la **tabla VI.3.** donde se compara la costo-beneficio del sistema actual con la carga del sistema propuesto.

64

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ALTERNATIVAS DE SOLUCION

**TABLA COMPARATIVA COSTO-BENEFICIO**  
**Enfriadores de Líquido con Condensador Enfriado por Agua vs WSHP**  
**Proyecto: OFICINAS CORPORATIVAS**

CANT. EQUIPOS ENFRIADORES	1	0
CAP. SOLO FRIO T.R. (c/u)	100	0
CAP. FRIO Y CALEFACCION TR	0.00	0.00
CAP. TOTAL x SISTEMA TR	100	30
UBICACIÓN	AZOTEA	NIVEL 4
CAP. DE OPERACION MINIMA	5%	100%
RELACION DE EFICIENCIA DE TRABAJO	100%	75%
SE REQUIERE GAS L.P.	NO	NO
MANEJA FRIO EN INVIERNO	0%	SI
MANEJA CALOR EN VERANO	NO	SI
CONSUMO KW SOLO FRIO	64.2	9
CONSUMO KW CALEFACCION	0.00	0.0
CONSUMO KW TOTALES	64.2	22.0
EFICIENCIA Kw/TR	0.642	0.000
TIPO de COMPRESOR	Tornillo	HERMETICO
CANT. COMPRESORES	4	1 POR EQUIPO
ARRANCADOR	Estrella-Delta	
VOLTAJE OPERACION	220V/3F/60Hz.	220V/3F/60HZ
TIPO de Refrigerante	R-134a Ecológico	R-22
CONDENSADOR	Casco y Tubos tipo Inundado	ENFRIADO POR AGUA
FLUJO de AGUA CONDENSADORES	54.50 m3/Hr	54.50 m3/Hr
PERDIDA por EVAPORACION 1%	0.545 m3/Hr	0.545 m3/Hr
COSTO ENFRIADORES de LIQUIDO USD	\$	\$
COSTO TORRES ENFRIAMIENTO USD	\$	\$ 11,000.00
CALDERETAS	\$	\$
SISTEMA de BOMBO	\$	\$ 1,000.00
TUBERIAS Y ACCESORIOS	\$ 1,000.00	\$ 2,500.00

**COSTOS por CONSUMOS EN MONEDA NACIONAL PARA EQUIPO CENTRAL DEL EDIFICIO**

ELECTRICO Bimestral ( Kw )	\$ 15,253.92	\$ 5,227.20
SUBTOTAL AGUA+ELECT. ANUAL M.N.	\$ 91,523.52	\$ 31,363.20
COSTOS de OPERACION ANUAL M.N.	\$	\$
MANTO CHILLERS	\$ 63,000.00	\$
MANTO TORRES	\$ 36,000.00	\$ 120,000.00
MANTO BOMBAS CHILLERS	\$ 3,900.00	\$
MANTO BOMBAS TORRE	\$ 3,900.00	\$ 13,000.00
MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS	\$ 900.00	\$ 1,500.00
SUB TOTAL MANTO ANUAL M.N.	\$ 107,700.00	\$ 134,500.00
GRAN TOTAL x CONSUMOS ANUAL EN MONEDA NACIONAL POR EQUIPO CENTRAL	\$ 199,223.52	\$ 165,863.20
PAGO POR OFICINA EN CONSUMO EQUIPO CENTRAL ANUAL	\$ 5,384.42	\$ 4,482.79

NOTAS: Las consideraciones para este calculo estan basadas en:

Costo del Kw / Hr = \$ 0.45 Pesos  
 Costo del m3 de Agua = \$ 8.50 Pesos

Horas de operación al día  
 Días de operación por Mes

65  
**TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN**

ALTERNATIVAS DE SOLUCION

Costo del Kw / Hr = 10.45 Pesos  
 Costo del m<sup>3</sup> de Agua = 18.50 Pesos  
 Meses de operacion por Año = 12  
 Costos aproximados en la zona metropolitana de la Cd. De México

Horas de operacion al dia  
 Dias de operacion por Mes

**TABLA COMPARATIVA COSTO-BENEFICIO**  
 Enfridores de Líquido con Condensador Enfrido por Agua vs WSHF  
 Proyecto: OFICINAS CORPORATIVAS

	12	11
CANT.	2	2
CAP. SOLO FRIO T.R. (C/M)	30.00	30.00
CAP. FRIO Y CALIFACCION T.R.	ENTRE PLAFON Y LOSA	ENTRE PLAFON Y LOSA
UBICACION		
COSTO POR EQUIPO EN DLLS	\$ 375.00	\$ 850.00
COSTO TOTAL EN EQUIPOS EN DLLS	\$ 4,500.00	\$ 9,350.00
<b>COSTOS per CONSUMOS EN M.N. PARA EQUIPOS DE MANEJO DE AIRE</b>		
CONSUMO KW POR EQUIPO	0.124	3.0
CONSUMO TOTAL EN KW (12EQUIPOS)	1.488	33.00
ELECTRICO Bimestral (Kw ) M.N	\$ 353.55	\$ 7,840.80
COSTOS de OPERACION ANUAL M.N		
PLNIDDO DE MANTENIMIENTO		
COSTO MANTENIMIENTO BIMESTRAL	\$ 3,000.00	\$ 4,400.00
MANO ANUAL FAN AND COIL	\$ 18,000.00	\$ 28,400.00
REPARACION DE ERQUIPO POR QUEMADURA		
TOTAL de CONSUMOS ELECTRICO ANUAL EN M.N. POR EQUIPOS	\$ 2,121.28	\$ 47,044.80
CONSUMO ANUAL POR ELECTRICO Y MANTENIMIENTO	\$ 20,121.28	\$ 73,444.80
PAGO POR OFICINA EN CONSUMO DE FAN AND COIL	\$ 5,030.32	\$ 18,361.20
PAGO POR OFICINA EN CONSUMO EQUIPO CENTRAL (HOJA ANEJA)	\$ 5,384.42	\$ 4,482.79
GRAN TOTAL CONSUMO ANUAL EN EQUIPO CENTRAL Y EQUIPOS POR OFICINA	\$ 10,414.74	\$ 22,843.99

NOTAS: Las consideraciones para este calculo estan basadas en:  
 Costo del Kw / Hr = 10.45 Pesos  
 Costo del m<sup>3</sup> de Agua = 18.50 Pesos  
 Meses de operacion por Año = 12  
 Costos aproximados en la zona metropolitana de la Cd. De México.

Horas de operacion al dia  
 Dias de operacion por Mes

Tabla. VI.3  
**COSTO-BENEFICIO**

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

## CONCLUSIONES

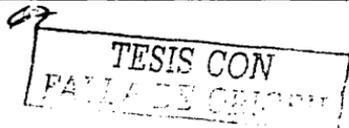
Considerando el estudio realizado anteriormente, es factible sustituir el sistema de bombas de calor instalados en el cuarto piso de un edificio de oficinas corporativas, por el sistema de fan – coil propuesto por el presente trabajo de tesis. una de las bases para sostener tal afirmación, es que los grandes problemas de mantenimiento han repercutido en costo para los usuarios de este sistema, el sistema fan – coil propuesto es más económico puesto que su mantenimiento es más sencillo que el de bombas de calor.

El sistema de bombas de calor utilizado en las instalaciones existentes no es del todo adecuado en lugares con condiciones climatologicas tales como la ciudad de México por la cantidad mínima de días con temperaturas baja.

El cálculo de las cargas térmicas realizado (por otros) para sustentar el uso de las bombas de calor, no fue correcto por el criterio de ventilación requerida, lo que da lugar a equipos de mayor tamaño, y por ende mas caros.

Dado que los equipos se encontraban sobredimensionados, las velocidades en los ductos era muy alta, esto provoco que la operación del sistema era ruidosa en algunas partes de la instalación. Al disminuir la capacidad de los equipos se

---



CONCLUSIONES

disminuye la velocidad en los ductos y por ende el ruido emitido por el sistema. Cabe destacar que la propuesta de aire acondicionado reutiliza el 80% de la ductería instalada y el 83% de los difusores instalados.

Una de las anomalías encontradas en la instalación existente es que los ductos no se encontraban aislados, por lo que será necesario el aislamiento de estos ductos, ya que de lo contrario se seguirán presentando los problemas de escurrimientos en los plafones, los cuales se deben a la condensación del agua en los ductos.

Dados los puntos anteriores podemos concluir que el proyecto es factible desde el punto de vista económico como técnico.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## BIBLIOGRAFÍA

- Aire acondicionado: Pita, Edward G.
- Introducción al estudio de la mecánica de fluidos y transferencias de calor: Kay, John Manziés
- Mecánica de fluidos para Ingenieros: José Rodríguez Ocaña
- Mecánica de fluidos: Binder, Raymond Charles
- Mecánica de fluidos y maquinas hidráulicas: Mataix, Claudio
- Calefacción, aire acondicionado y refrigeración: Eichert, Arlington L.
- Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración: Hernández Goribar, Eduardo
- Refrigeration and air conditioning: Stoecker, W F
- Refrigeración y acondicionamiento de aire: Stoecker, W F
- Sistemas de control para calefacción, dilación y aire acondicionado: Haines, Roger W.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

---

29

**PAGINACIÓN  
DISCONTINUA**

## ANEXO A

### EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO

#### A.1 BOMBA DE CALOR

La bomba de calor es un sistema de refrigeración que se puede usar tanto para enfriar como calentar, es decir es una máquina de refrigeración por compresión de vapor.

Normalmente el objetivo de una máquina de refrigeración es absorber calor en el evaporador de una carga de enfriamiento. El calor que sale del condensador

---

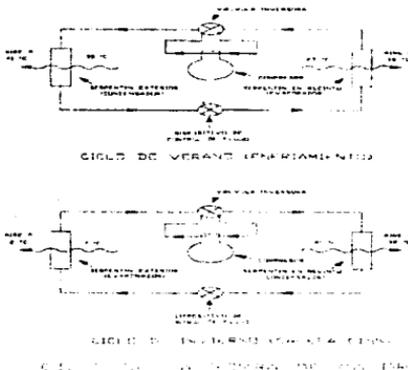
Al

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ANEXO A

pasa a la atmósfera o a un cuerpo de agua, y este calor se puede usar para satisfacer una carga de calefacción, cuando la máquina realiza esto se transforma en una bomba de calor. El efecto de refrigeración, que todavía se tiene, puede usarse o no dependiendo de las necesidades.

En la figura A.1 se muestra como trabaja una bomba de calor en verano e invierno.



**FIGURA A.1**  
**Ciclos de bomba de calor para verano e invierno.**

En verano cuando el refrigerante fluye en la dirección que se indica, el serpentín funciona como evaporador, y el aire se enfría para producir el enfriamiento durante el verano. En invierno, la dirección del flujo del refrigerante

A2

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## ANEXO A

---

se invierte después de salir del compresor, de modo que el serpentín del recinto sirve como condensador y el serpentín exterior sirve como evaporador, el aire del recinto que pasa por el serpentín recibe por lo tanto el calor eliminado por el condensador, la bomba de calor actúa ahora como unidad de calefacción. El calor absorbido en el serpentín exterior es el efecto de la refrigeración pero desde luego en este caso no tiene objeto útil.

La inversión de flujo de refrigerante para cambiar de calefacción a enfriamiento se efectúa con una válvula inversora, tiene cuatro conexiones o puertos, de los cuales dos siempre están abiertos para permitir el flujo en la dirección deseada.

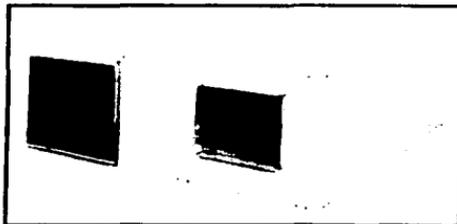
Con frecuencia las bombas de calor (Fig. A.2 y A.3) se consiguen como equipo unitario, al estar todos los componentes armados en paquete, incluyendo la unidad manejadora de aire. Otra disposición, más usual en el equipo más grande sin invertir el flujo de refrigerante, es invertir el flujo de aire. Los serpentines del evaporador y el condensador trabajan por igual en verano como en invierno, sin embargo la disposición de los ductos se hace de tal modo que el aire del recinto circula durante el verano por el serpentín evaporador, y en invierno por el condensador. Se hace lo contrario con el aire de exterior, por lo tanto en invierno el aire del recinto que pasa por el serpentín del condensador se calienta.

Una ventaja definida de la bomba de calor es que puede proporcionar enfriamiento o calefacción con una sola máquina sin grandes modificaciones, en muchos casos esto significa que tendría un costo inicial menor que si se usaran equipos separados para calefacción y enfriamiento. Otra ventaja es que puede tener un menor costo de operación que los sistemas separados convencionales, en especial cuando se usa calefacción con resistencia eléctrica.

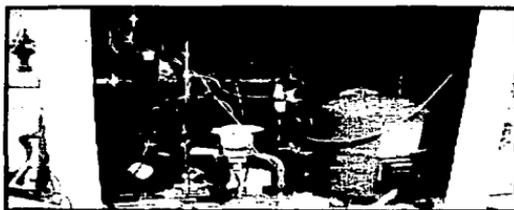
---

A3

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



**Figura A.2**  
**Bomba de calor**



**FIGURA A.3**  
**Partes internas de una bomba de calor**

## **A.2 FAN-COILS**

En este tipo de instalaciones las condiciones son reguladas total o parcialmente mediante acondicionadores instalados en los locales a climatizar llamados fan-coils, y que están constituidos esencialmente por un electroventilador centrífugo de varias velocidades, una sección de filtros, una batería y una bandeja para la recolección de la condensación.

La batería según la estación o el tipo de instalación puede ser alimentada

---

44

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

con agua caliente o con agua fría y caliente y enfría y deshumidifica el aire aspirado por el electroventilador.

Los fan-coils (Fig. A.4) se emplean normalmente para acondicionar las zonas perimetrales de los edificios con aforos medios y, por lo general, son adecuados para climatizar zonas de hasta seis metros de profundidad.



**FIGURA A.4**  
**Fan coil.**

Por lo que se refiere al aire exterior de ventilación a introducir en el ambiente existen diferentes soluciones posibles:

- 1) El fan-coils trata únicamente aire de recirculación, siendo el aire exterior de ventilación tratado centralmente y distribuido en los locales por medio de un sistema de conductos (aire primario).
- 2) El fan-coils está provisto de una toma de aire exterior y trata una mezcla de aire exterior ( del 20 al 25% del aire total) y de aire de recirculación.

La instalación puede ser de dos tubos, de tres tubos ó de cuatro tubos. Para evitar corrientes de aire incontroladas en el interior del edificio acondicionado debidas al viento o al efecto de chimenea, esta solución debe limitarse al caso de edificios relativamente bajos y protegidos del viento.

En cualquier caso y por lo que se refiere al aire de ventilación se estima que es suficiente con las infiltraciones sin que sea necesario en general proveer al fan coil de toma de aire exterior. De este modo se evitan las dificultades arquitectónicas que trae consigo la apertura sobre las fachadas de los edificios de las tomas correspondientes.

En otros casos el aire exterior de ventilación llega a los fan-coils por medio de un conducto y las unidades de tipo horizontal, son en este caso instalados en

AS

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

el techo adyacentes a los pasillos.

Es importante notar que, en lo que se refiere a su funcionamiento de verano en las instalaciones 1), los fan-coils tienen únicamente la misión de realizar un enfriamiento sensible, siendo la carga latente un ambiente controlado centralmente mediante el aire primario, mientras que en las instalaciones del tipo especificado en el punto 2) estos deben controlar la carga latente ambiente con deshumidificación realizada localmente. Las instalaciones con aire primario son particularmente aconsejables en los hospitales. La ausencia de condensación en las baterías mejora las condiciones higiénicas de los locales y la humidificación invernal puede efectuarse fácilmente.

Por lo que se refiere a la regulación de la temperatura ambiente existen varias soluciones posibles:

- a) La regulación es efectuada conmutando manualmente la velocidad de rotación del electroventilador. Por lo general los fan-coils tienen tres velocidades de funcionamiento: máxima, media y mínima.
- b) Un termostato ambiente para y pone en marcha el electroventilador. El ocupante deberá fijar la velocidad de rotación del mismo en función de la carga térmica y de manera que se eviten paradas demasiado frecuentes y consiguientemente molestas. Este tipo de regulación puede en cualquier caso (con ventilador parado) enfriar progresivamente la envolvente de chapa de acondicionador, existiendo la posibilidad de que se forme condensación sobre ésta. Esto exige que el aislamiento de la envolvente sea realizado cuidadosamente.
- c) La regulación es efectuada sobre el caudal de agua de la batería mediante válvulas de dos o tres vías comandadas por termostatos de ambiente. Este tipo de regulación debe ser evitado en las instalaciones con toma de aire exterior ya que existe el peligro de formación de hielo durante la estación invernal.

---

AC

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

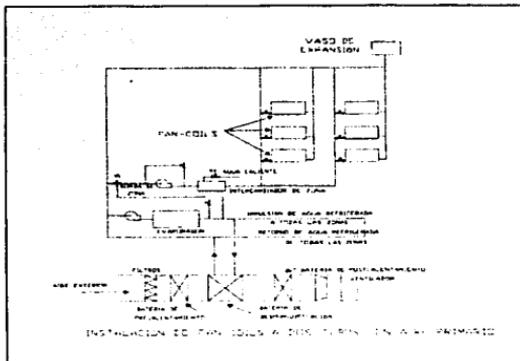
La gran difusión que han tenido las instalaciones de fan-coils es debida a una gran cantidad de factores algunos de los cuales son:

- a) Bajo costo inicial ( para las instalaciones sin aire primario.
- b) Dimensiones reducidas.
- c) Adaptabilidad a las diferentes exigencias de los diversos edificios.
- d) Posibilidad de regular individualmente la temperatura ambiente.
- e) No existe recirculación de aire entre los diferentes ambientes.
- f) Posibilidad de parar una unidad o grupo de unidades con la correspondiente disminución del costo de funcionamiento.
- g) Posibilidad de hacer funcionar a los fan-coils como convectores durante la noche.
- h) Distribución del aire bajo las ventanas.

#### **A.2.1 INSTALACIONES DE FAN-COILS A DOS TUBOS CON AIRE PRIMARIO. ( INSTALACIONES AGUA AIRE)**

Este tipo de instalaciones (Fig. A.5) es análogo a las instalaciones de inducción a dos tubos, sin embargo el aire (exterior) primario tratado centralmente es distribuido directamente a los diferentes ambientes por medio de una red de conductos y rejillas, y se le encomiendan las funciones de regular la humedad relativa, de ventilar los locales y de neutralizar la carga por transmisión propias del aire primario en las instalaciones de inducción.

La diferencia fundamental entre los dos tipos de instalación consiste en la sustitución de los inductores por fan-coils en los que el aire primario, aspirado por los ventiladores, experimenta un enfriamiento (verano) o un calentamiento (invierno) sensible de manera análoga al tratamiento experimentado por el aire secundario en el inductor.



**FIGURA A.5**  
**Instalación de Fan coil a dos tubos con aire primario.**

El agua enfriada proveniente de la central frigorífica es enviada a la batería de deshumidificación del acondicionador primario, mientras que para cada zona que necesite frío, la válvula de tres vías V1 (manejada por un termostato cuyo bulbo sensible está montado sobre el agua fría secundaria) mezcla un cierto caudal de agua fría que llega del circuito primario con otra cierta cantidad de agua de recirculación, de manera que la temperatura de la superficie de la batería del fan-coils se mantenga constante y superior a la temperatura de rocío del aire ambiente. Se evita de esta manera la formación de condensación sobre la superficie de la batería, en estas condiciones la válvula V2 montada en el circuito de agua caliente está cerrada.

Cuando llega el ciclo de invierno la válvula de mezcla V1 es posicionada de manera que no pueda realizarse el paso de agua desde el circuito primario al circuito secundario. La bomba de zona recircula todo el agua pasando por el intercambiador de calor de cada zona, mientras que la válvula V2 montada en el

A8

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

circuito de aire caliente es regulada automáticamente por un termostato cuyo bulbo sensible detecta la temperatura del agua secundaria a la salida de dicho intercambiador.

### A.3 TORRES DE ENFRIAMIENTO

Las torres de enfriamiento (Fig. A.6) es el equipo que enfría el agua caliente después de que está pasa por el condensador, para luego regresarla al mismo. Este equipo transfiere calor desde el agua del condensador hasta el aire atmosférico. La mayor parte de la transferencia de calor se logra mediante la evaporación hacia la atmósfera, de un pequeño porcentaje de agua. El calor necesario para la evaporación se toma de la misma agua enfriándola. El agua que sale del condensador se bombea a la parte superior de la torre de enfriamiento y se esparce por la misma hacia abajo, la torre tiene mamparas internas que se llaman relleno o empaque, que fragmentan el agua formando gotas pequeñas cuando el agua salpica el empaque, con ello se mejora la transferencia de calor. El agua enfriada se recibe en un tanque y se recircula después al condensador.



**FIGURA A.6**  
**Torre de enfriamiento**

19

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### A.3.1 TIPOS Y CONSTRUCCIÓN.

**TORRE ATMÓSFERICA:** En ella la circulación del aire es el resultado del movimiento de éste a través de la torre por convección natural, la cantidad de aire que circula debido a este efecto es bastante limitada, y hoy en día no se usan mucho este tipo de torre de enfriamiento.

**TORRE DE TIRO MECÁNICO:** Este tipo de torre hacen uso de ventiladores para crear un gran flujo de aire. El tipo de tiro inducido tiene al ventilador ubicado a la salida del aire de la torre, mientras que la del tipo forzado tiene al ventilador soplando el aire a través de la torre. Cuando se mueven aire y agua en direcciones opuestas a la torre se le llama de contracorriente, cuando el aire y el agua se mueven en ángulo recto entre sí, a la torre se le llama de flujo cruzado.

Las laterales de la torre pueden ser de madera, acero galvanizado ó plástico. El bastidor estructural puede ser de madera o de acero. El relleno puede ser de madera, metal ó plástico.

La capacidad de una torre de enfriamiento depende de la velocidad de evaporación del agua, esta velocidad disminuye si hay humedad en el medio ambiente, por lo tanto a mayor temperatura ambiente de bulbo húmedo, menor capacidad de la torre.

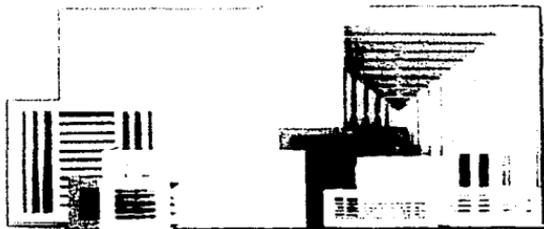
### A.4 DIFUSORES.

Hay cuatro tipos de dispositivos de suministro de aire (Fig. A.7) que se usan para crear una buena distribución en espacio condicionado:

---

A10

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



**FIGURA A.7**  
**Difusores y rejillas**

**PARRILLAS Y REGISTROS:** Estos dispositivos consisten de un marco y barras paralelas que pueden ser fijas o ajustables, las barras sirven para desviar el suministro de aire en la dirección en que se dispongan, y si son ajustables para el alcance y dispersión del aire .

Cuando se emplean para enfriar se prefiere ubicarlas en lugares altos en la pared. El aire se puede dirigir lentamente hacia arriba y a continuación seguirá por el techo debido al efecto de cielo raso, mezclándose bien con el aire secundario inducido, de esta forma la temperatura del aire mezclado no será demasiada baja en comparación con la del recinto antes de que descienda a la zona ocupada. Cuando se usan para calefacción con aire tibio, la salida en la pared provocará una estratificación del aire caliente. Para calefacción con aire tibio en climas fríos es una ubicación perimetral bajo las ventanas, descargando directamente hacia arriba desde el piso, con ello no solo se tiene un buen mezclado del aire primario y secundario sino que se protege al vidrio con aire caliente compensando las corrientes frías descendentes, esta ubicación se acostumbra mucho en instalaciones residenciales.

**DIFUSORES DE CIELO RASO:** Estos dispositivos consisten en general de

11

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

una serie de anillos concéntricos separados, o persianas con un collarín o cuello para conectarlas con el ducto. Pueden ser redondos, cuadrados o rectangulares. También existen en forma de tableros perforados, se usa este tipo porque combina arquitectónicamente con la apariencia de un cielo raso de tableros suspendidos.

En general se localizan en el cielo raso o techo, el aire se descarga en dirección horizontal cuando se usa para enfriamiento y se pega al cielo durante algún trecho debido al efecto de cielo raso. También se instalan con frecuencia en la parte inferior de la ductería horizontal bajo el nivel del techo cuando no se usa un cielo raso suspendido. Para cubrir una superficie cuadrada de piso se usan difusores redondos y cuadrados con aberturas iguales, se puede cubrir una parte de la salida con una lamina para obtener distribuciones direccionales del aire. Algunos tipos de difusores de cielo raso se pueden emplear para calefacción ajustando la distribución para que el aire descargue verticalmente hacia abajo a altas velocidades, esto se usa con mayor frecuencia en aplicaciones industriales.

**DIFUSORES DE RANURA** Es una salida larga en forma de banda con una o más aberturas angostas dependiendo del número de barras o persianas. Se consiguen en disposiciones que le permiten colocarse ya sea en los cielos rasos o en las paredes, además se usan mucho en aplicaciones perimetrales donde la descarga es desde el piso hacia arriba, bajo los cancelos. Esta popularidad se debe al uso de cancelos bajos y vidrieras largas en las construcciones modernas.

Aun cuando la conducción de calor se asocia usualmente con la transferencia de calor a través de sólidos, también es aplicable a gases y líquidos, con sus limitaciones.

## A.5 TUBERÍAS.

Las tuberías se fabrican con muchos materiales y la selección adecuada de ellos depende del servicio para el cuál se pretende la tubería. El servicio comprende:

- 1.- Las propiedades del fluido en cuestión.
- 2.- La temperatura.
- 3.-La presión
- 4.- La exposición a la oxidación o corrosión.

Además el costo y la disponibilidad también afectan la selección de materiales, finalmente las normas y reglamentos en general limitan la selección de materiales para un uso dado. El material de tubería que se usa con mayor frecuencia en los sistemas hidrónicos es el tubo de acero de bajo carbono y el tubo de cobre. Cuando hay problemas serios de oxidación o corrosión se necesitan otro tipo de materiales.

La decisión de utilizar entre tubo de acero o de cobre para determinada instalación se basa principalmente en el costo, el cobre es más costoso, pero en instalaciones menores el costo de mano de obra para instalación es con frecuencia menor. Es común ver grandes instalaciones utilizando acero y en pequeñas cobre.

El tubo de cobre tiene dos ventajas, la primera es que la resistencia a la fricción es menor que la del acero, lo que representa la posibilidad de usar bombas más pequeñas y consumir menos potencia; la segunda es que no está sujeto a oxidación e incrustaciones en comparación con el acero. Por otro lado el acero es un material más fuerte y por lo tanto no se daña con facilidad. En algunas ocasiones el tubo de mayor diámetro es de acero, y de cobre los ramales de menor diámetro, en este caso se debe emplear un buje de plástico para separar eléctricamente el cobre y el acero, porque de otro modo se presentaría

corrosión en la unión debido a la acción electrolítica.

En los sistemas abiertos de tubería como por ejemplo en una torre de enfriamiento podría presentarse corrosión si se usara tubo de acero de bajo carbono, por lo tanto a veces se usa tubo galvanizado para estos fines, este tubo tiene un recubrimiento de aleación de estaño que resiste la oxidación.

Para aplicaciones con una gran corrosión el tubo galvanizado no es adecuado, se usa el tubo de hierro fundido, pero con el inconveniente de que es muy costoso.

## A.6 BOMBAS CENTRIFUGAS

Las bombas centrífugas son las que se usan generalmente tanto en los sistemas hidrónicos como en las torres de enfriamiento, son confiables potentes y eficientes.

El impulsor es la parte que transmite la energía al agua, esta fluye desde el tubo de succión de la bomba y entra a la abertura del centro del impulsor, llamada ojo. El impulsor gira movido a su vez por un motor. El agua se impulsa en dirección centrífuga, o sea radialmente hacia fuera, debido al movimiento de los álabes o aspas del impulsor. La velocidad del agua aumenta mucho en esta acción, la carcasa de la bomba contiene y guía al agua hacia la abertura de descarga.

La acción del impulsor aumenta la velocidad del agua pero no su presión. La energía de velocidad se convierte en energía de presión al disminuir la velocidad. Esto se logra aumentando el área de flujo en lo que se llama voluta de la carcasa.

Los conceptos de mayor importancia en el funcionamiento de una bomba son la presión o carga que puede desarrollar, el flujo que entrega, la potencia necesaria para impulsarla, y su eficiencia, a todos estos conceptos se les llama

---

117

f

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## ANEXO A

características de la bomba. Las características se presentan en general en forma de curvas para cada bomba y se pueden emplear para seleccionar la bomba correcta para cada aplicación. Con frecuencia es muy útil analizar esas curvas para localizar problemas de funcionamiento.

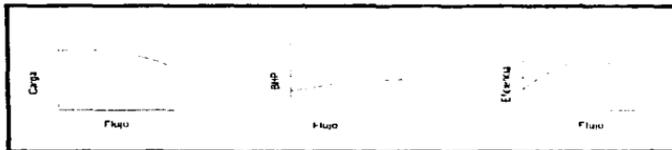
Las curvas que se presentan, en general son tres:

Flujo contra carga

Flujo contra potencia al freno

Flujo contra eficiencia

En la figura se muestra A.8 se muestran las curvas para una bomba centrífuga típica



**FIGURA A.8**  
**Curvas características de una bomba centrífuga**

En la curva carga-flujo indica que una bomba centrífuga desarrolla menos presión o carga a flujos mayores. La curva flujo-potencia indica que esta aumenta con el flujo para cualquier bomba centrífuga. Los BHP (potencia al freno) es la potencia consumida por una bomba. La curva flujo-eficiencia muestra que a descarga cerrada la eficiencia es cero porque no hay flujo, posteriormente aumenta y llega a un máximo y después disminuye de nuevo en el flujo máximo de la bomba.

La bomba centrífuga con impulsor de bronce es la que generalmente se usa en los sistemas hidráulicos, y la carcasa es de hierro fundido.

AMS

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

<p style="text-align: center;">TESIS CON FALLA DE ORIGEN</p>
--

## ANEXO B

# CONDICIONES DE DISEÑO DE LAS NORMAS ASHRAE.

Elite Software      Area Per Person and Ventilation Requirements      Page H.5

### OUTDOOR AIR REQUIREMENTS FOR VENTILATION

ANSI/ASHRAE Standard 62-1989 requires the following ventilation rates for commercial and institutional facilities.

Application	Estimated Maximum Occupancy P/1000R2	CFM per Person
<b><u>COMMERCIAL FACILITIES</u></b>		
<b><u>Dry Cleaners, Laundries</u></b>		
Commercial laundry	10	25,000
Commercial dry cleaner	30	30,000
Storage, pick up	30	35,000
Coin-operated laundries	20	15,000
Coin-operated dry cleaner	20	15,000
<b><u>Food and Beverage Service</u></b>		
Dining rooms	70	20,000

**ANEXO B**

---

Cafeteria, fast food	100	20.000
Bars, cocktail lounges	100	30.000
Kitchens (cooking)	20	15.000
<b>Garages, Repair, Service stations</b>		
Enclosed parking garage		15.00
Auto repair rooms		15.00
<b>Hotels, Motels, Resorts, Dormitories</b>		
Bedrooms		30000
Living rooms		30.000
Baths		35.000
Lobbies	30	15.000
Conference rooms	50	20.000
Assembly rooms	120	15.000
Dormitory sleeping areas	20	15.000
Gambling casinos	120	30.000
<b>Offices</b>		
Office space	7	20.000
Reception areas	60	15.000
Telecommunication centers		
And data entry areas	60	20.000
Conference rooms	50	20.000

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# ANEXO C

## MEMORIA DE CÁLCULO PARA LA INSTALACIÓN EXISTENTE.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Project Name:

Project Name: TESIS CON FALLA DE ORIGEN

1c

COOLING COIL PEAK

CLG SPACE PEAK

HEATING COIL PEAK

TEMPERATURES

Peak at Time  
Outs de Air

Mo Hr 6 / 9  
OADB WB/HR 68 / 68 / 141

Mo Hr 7 / 9  
OADB 65

Mo Hr 13 / 1  
OADB 32

Clg Htg  
SADB 55.0 71.5  
Plenum 75.0 68.0  
Return 75.0 68.0  
RW/OA 74.5 65.0  
Fn Mix/D 0.3 0.0  
Fn Blt/D 0.2 0.0  
Fn Frict 0.7 0.0

Space Sens. + Lat.	Ret. Air Sensible Bluh	Ret. Air Latent Bluh	Net Total		Space Sensible		Space Peak		
			Bluh	Of Total (%)	Bluh	Of Total (%)	Space Sens	Coil Peak Tot Sens	Percent Of Total (%)

Envelope Loads

White Solr	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
White Cond	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Wind Cond	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Glass Solar	25.089	0	25.989	55.65	28.086	77.82	0	0	0.00
Glass Cond	-712	0	-712	-1.52	-1.210	-3.35	-4.320	-4.320	36.79
Wall Cond	344	0	344	0.74	-1.668	-0.46	-1.926	-1.926	16.40
Infiltration	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Exposed Floor	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Plenum	0	0	0	0.00	-0	-0.00	-0	-0	0.00
Envelope Total >>>	25.622	0	25.622	54.87	26.708	74.00	-6.245	-6.245	53.19

Internal Loads

People	3.663	0	3.663	7.84	3.663	10.15	0	0	0.00
Lighting	8.100	0	8.100	17.35	4.500	12.47	0	0	0.00
Misc	1.221	0	1.221	2.61	1.221	3.38	0	0	0.00
Internal Total >>>	12.984	0	12.984	27.80	9.384	26.00	0	0	0.00
Ceiling Load	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Outside Air	0	0	5.822	12.47	0	0.00	0	-5.246	48.81
Sup. Fan Heat	0	0	2.270	4.85	0	0.00	0	0	0.00
Ret. Fan Heat	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Duct Heat PkUp	0	-1805	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
W/UNDR Sizing	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Exhaust Heat	0	0	0	0.00	0	0.00	0	-0.00	0.00
Terminal Bypass	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Internal Total >>>	38.606	-1805	0	46.968	100.00	36.092	100.00	-6.245	-11.741

AIRFLOWS

	Cooling	Heating
Vent	180	180
Infil	0	0
Supply	2,128	2,128
Mix/In	0	0
Return	2,128	2,128
Exhaust	180	180
Rm Exh	0	0
Auxil	0	0

ENGINEERING CXS

	Cooling	Heating
% OA	8.5	9.5
cfm/sq ft	5.95	5.95
cfm/ton	546.79	
sq ft/ton	91.93	
Btu/hr-sq ft	130.53	-32.82
No. People	18	

HEATING COIL SELECTION

COOLING COIL SELECTION

AREAS

	Total Capacity		Sens Cap. MBh	Coil Airfl cfm	Enter DB/WB/HR			Leave DB/WB/HR			Gross Total	Glass sq ft (%)	Main Htg	Capacity	Coil Airfl	Ent	Lvg
	tons	MBh			F	F	gr/ib	F	F	gr/ib				MBh	cfm	F	F
Main Clg	3.9	46.7	36.4	2,128	75.0	60.4	79.8	53.3	51.9	73.4	358		-11.7	2,128	65.0	0	0
Aux Clg	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0		0.0	0	0.0	0	0
Opt Vent	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0		0.0	0	0.0	0	0
Floor Part											0		0.0	0	0.0	0	0
ExFlr											0		0.0	0	0.0	0	0
Roof Wall											548	396	72	0.0	0	0.0	0
Totals	3.9	46.7												-11.7			

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

2C

WSHP-02

COOLING COIL PEAK

CLG SPACE PEAK

HEATING COIL PEAK

TEMPERATURES

Peaked at Time:  
Outside Air:

MoHr: 6/15  
OADB/WSHR 84/74/152

MoHr: 6/15  
OADR 84

MoHr: 13/1  
OADB: 32

Clg Htg  
SADB 56.3 (8.1  
Plenum 75.0 68.0  
Return 75.0 68.0  
Ret/OA 76.7 61.0  
Fn M/RTD 0.3 0.0  
Fn BldTD 0.2 0.0  
Fn Frict 0.7 0.0

	Space		Ret. Air	Ret. Air	Net	Percent	Space	Percent	Space Peak	Coil Peak	Percent
	Sens. + Lat.	Latent	Sensible	Latent	Total	Of Total (%)	Sensible	Of Total (%)	Space Sens	Tot Sens	Of Total (%)
	Btu/h	Btu/h	Btu/h	Btu/h	Btu/h		Btu/h		Btu/h	Btu/h	
Envelope Loads											
Infiltration	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Conduction	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Solar	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Glass	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Wall	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Roof	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Floor	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Exposed Floor	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Ventilation	0	0	0	0	0	0.00	-0	-0.00	-0	-0	0.00
Total =>	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Internal Loads											
People	16,924	0	0	0	16,924	28.26	16,924	51.97	0	0	0.00
Equipment	18,030	0	0	0	18,030	30.08	10,000	36.71	0	0	0.00
Lighting	5,641	0	0	0	5,641	9.42	5,641	17.32	0	0	0.00
Total =>	40,595	0	0	0	40,595	67.76	32,565	100.00	0	0	0.00
Cooling Load	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Outside Air	0	0	0	0	17,091	28.56	0	0.00	0	-12,213	100.00
Supp. Fan Heat	0	0	0	0	2,189	3.66	0	0.00	0	0	0.00
Ret. Fan Heat	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Rct Heat PkUp	0	1,740	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
VAV/UNDR Sizing	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Exhaust Heat	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	-0.00	0.00
Terminal Bypass	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Total =>	40,595	-1,740	0	0	59,845	100.00	32,565	100.00	-0	-12,213	100.00

AIRFLOWS

	Cooling	Heating
Vent	400	-400
Infil	0	0
Supply	2,052	2,052
Micfm	0	0
Return	2,052	2,052
Exhaust	400	400
Rm Exh	0	0
Auxil	0	0

ENGINEERING CKS

	Cooling	Heating
% OA	19.5	19.5
cfm/sq ft	1.24	1.24
cfm/ton	411.48	
sq ft/ton	331.43	
Btu/hr-sq ft	36.21	-7.49
No. People	43	

HEATING COIL SELECTION

COOLING COIL SELECTION

AREAS

	Total Capacity		Sens Cap.	Coil Airfl	Enter DB/WB/HR		Leave DB/WB/HR		Gross Total	Glass	Main Htg	Capacity	Coil Airfl	Ent	Lvg
	tons	MBh			F	F	g/ftb	F				F	g/ftb	MBh	cfm
Main Clg	5.0	59.8	37.7	2,052	77.2	64.3	98.2	54.6	53.8	80.0	Part	-12.4	2,052	61.0	6.0
Aux Clg	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ExFlr	0.0	0	0.0	0.0
Op Vent	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Roof	0.0	0	0.0	0.0
											Wall	0.0	0	0.0	0.0
Totals	5.0	59.8							1.653	0	Total	-12.4			

TESTIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

3C

COOLING COIL PEAK

CLG SPACE PEAK

HEATING COIL PEAK

TEMPERATURES

Peaked at Time  
Outside Air

MoHr: 6/9  
OADB:WB1FR 561.58/141

MoHr: 7/9  
OADB: 65

MoHr: 13/1  
OADB: 32

	Clg	Htg
SAL/B	53.0	70.8
Plenum	75.0	68.0
Return	75.0	68.0
RA/OA	74.5	65.4
Fn MtrTD	0.3	0.0
Fn BlqTD	0.2	0.0
Fn Frict	0.7	0.0

	Space		Ret. Air		Net Percent		Space		Percent		Space Peak		Coil Peak		Percent	
	Sens.	+ Lat.	Sensible	Latent	Total	Of Total	Sensible	Of Total	Space Sens	Coil Sens	Of Total	Space Sens	Tot Sens	Of Total	Of Total	Of Total
	Btuh	Btuh	Btuh	Btuh	Btuh	(%)	Btuh	(%)	Btuh	Btuh	(%)	Btuh	Btuh	Btuh	(%)	(%)
Envelope Loads																
Outside Solr	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00		
Outside Cond	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00		
Wind Cond	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00		
Glass Solar	30,783	0	0	0	30,783	60.23	32,141	77.95	0	0	0.00	0	0	0.00		
Glass Cond	-991	0	0	0	-991	-1.94	-1,355	-3.36	-4,943	-4,943	48.81	-300	-300	2.96		
Wind Cond	303	0	0	0	303	0.59	244	0.59	-300	-300	2.96	0	0	0.00		
Infiltration	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00		
Impermeable Floor	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00		
Infiltration	0	0	0	0	0	0.00	-0	-0.00	-0	-0	0.00	0	0	0.00		
Grand Total ==>	30,095	0	0	0	30,095	58.88	31,000	75.18	-5,244	-5,244	51.77					
Internal Loads																
People	4,677	0	0	0	4,677	9.15	4,677	11.34	0	0	0.00	0	0	0.00		
Lighting	7,200	0	0	0	7,200	14.09	4,000	9.70	0	0	0.00	0	0	0.00		
Misc	1,559	0	0	0	1,559	3.05	1,559	3.78	0	0	0.00	0	0	0.00		
Grand Total ==>	13,436	0	0	0	13,436	26.29	10,236	24.82	0	0	0.00	0	0	0.00		
Cooling Load	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00		
Outside Air	0	0	0	0	5,223	10.22	0	0.00	0	-4,885	-48.23	0	0	0.00		
Supply Fan Heat	0	0	0	0	2,357	4.61	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00		
Return Fan Heat	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00		
Duct Heat PkUp	0	0	-1,874	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00		
VAV/UNDR Sizing	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00		
Exhaust Heat	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00		
Terminal Bypass	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00		
Grand Total ==>	43,531	-1,874	0	0	51,111	100.00	41,235	100.00	-5,244	-10,129	100.00					

AIRFLOWS

	Cooling	Heating
Vent	160	160
Infil	0	0
Supply	2,210	2,210
Minchm	0	0
Return	2,210	2,210
Exhaust	160	160
Rm Exh	0	0
Auxil	0	0

ENGINEERING KCS

	Cooling	Heating
% OA	7.2	7.2
cfm/sq ft	4.84	4.84
cfm/ton	518.89	
sq ft/ton	107.24	
Btuh/r-sq ft	111.69	-22.17
No. People	16	

HEATING COIL SELECTION

COOLING COIL SELECTION

AREAS

	Total Capacity		Sens Cap.	Coil Airfl	Enter DB/WB/HR			Leave DB/WB/HR			Gross Total	Glass	Ent	Lvg
	tons	MBh			F	F	F	F	gr/b	gr/b				
Main Clg	4.3	51.1	44.7	2210	75.0	59.1	73.1	51.3	49.8	67.6	57	0	0	0.0
Aux Clg	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0.0
Part Vent	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0.0
Total	4.3	51.1									57	0	0	0.0

	Capacity	Coil Airfl	Ent	Lvg
	MBh	cfm	F	F
Main Htg	-10.1	2,210	65.4	7.0
Aux Htg	0.0	0.0	0.0	0.0
Preheat	0.0	0.0	0.0	0.0
Reheat	0.0	0.0	0.0	0.0
Humidif	0.0	0.0	0.0	0.0
Opt Vent	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	-10.1			

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

4c

COOLING COIL PEAK

CLG SPACE PEAK

HEATING COIL PEAK

TEMPERATURES

Peaked at Time  
Outside Air

MoHr: 6/15  
OADB W/B:R 84/74/152

MoHr: 6/15  
OADB: 84

MoHr: 13/1  
OADB: 32

	Clg	Htg
SADB	55.0	66.1
Plenum	75.0	68.0
Return	75.0	68.0
Ret/OA	76.2	62.9
Rn Mfg/OA	0.3	0.0
Rn Bldg/OA	0.2	0.0
Rn Frict	0.7	0.0

	Space Sens. + Lat. Bluh		Ret. Air Sensible BLh		Ret. Air Latent BLh		Net Total Of Total (%)		Percent Of Total (%)		Space Sensible Bluh		Percent Of Total (%)		Space Peak Space Sens Bluh		Coil Peak Tot Sens Bluh		Percent Of Total (%)		
	Envelope Loads																				
Walls Solr	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	
Walls Cond	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	
Floors Cond	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	
Roofs Solar	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	
Roofs Cond	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	
Part Cond	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	
Infiltration	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	
Uncooled Floor	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	
Uncooled Ceiling	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	
Uncooled Total ==>	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	
Internal Loads																					
People	7,088	0	0	0	7,068	36.63	7,088	59.31	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	
Equipment	4,500	0	0	0	4,500	23.25	2,500	20.92	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	
Misc	2,363	0	0	0	2,363	12.21	2,363	19.77	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	
Uncooled Total ==>	13,950	0	0	0	13,950	72.10	11,950	100.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	
Heating Load	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	
Outside Air	0	0	0	0	4,646	24.01	0	0.00	0	0	0	0	-3,053	100.00	0	0	0	0	0	0.00	
Supply Fan Heat	0	0	0	0	752	3.88	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	
Return Fan Heat	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	
Duct Heat Pickup	0	0	-598	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	
Reheat/UnDR Sizing	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	
Exhaust Heat	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	
Terminal Bypass	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	

AIRFLOWS

	Cooling	Heating
Vent	100	100
Infil	0	0
Supply	705	705
Miscfm	0	0
Return	705	705
Exhaust	100	100
Rm Exh	0	0
Auxil	0	0

ENGINEERING CKS

	Cooling	Heating
% OA	14.2	14.2
cfm/sq ft	1.02	1.02
cfm/ton	436.97	
sq ft/ton	429.33	
Btu/hr-sq ft	27.95	-4.50
No. People	10	

Grand Total ==> 13,950 -598 0 19,348 100.00 11,950 100.00 -0 -3,053 100.00

HEATING COIL SELECTION

COOLING COIL SELECTION

	Total Capacity		Coil Airfl	Enter DBWB/HR			Leave DBWB/HR		
	tons	M/Bh		F	F	g/b	F	F	g/b
Main Clg	1.6	19.4	705	76.8	62.4	87.8	53.3	52.0	74.0
Aux Clg	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Opt Vent	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Totals	1.6	19.4							

AREAS

	Gross Total	Glass sq ft (%)	Capacity		Coil Airfl	Ent F	Lvg F
			M/Bh	cfm			
Main Htg	-3.1	705	62.9	6.0			
Aux Htg	0.0	0	0.0	0.0			
Preheat	0.0	0	0.0	0.0			
Reheat	0.0	0	0.0	0.0			
Humidif	0.0	0	0.0	0.0			
Opt Vent	0.0	0	0.0	0.0			
Totals	-3.1						

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

5C

COOLING COIL PEAK

CLG SPACE PEAK

HEATING COIL PEAK

TEMPERATURES

Peaked at Time: Outside Air.

MoHr: 6/15 OADBWB/HR 84/74/152

MoHr: 6/15 OADB 84

MoHr: 13/1 OADB 32

Clg Htg 54.4 68.0

Plenum 75.0 68.0  
Return 75.0 68.0  
Rt/UA 77.6 57.3  
Fn MtrTD 0.3 0.0  
Fn BidTD 0.2 0.0  
Fn Frict 0.7 0.0

Space Sens. + Lat. Btuh

Ret. Air Sensible Btuh

Ret. Air Latent Btuh

Net Total Btuh

Percent Of Total (%)

Space Peak Space Sens Btuh

Coil Peak Tot Sens Btuh

Percent Of Total (%)

Envelope Loads

Sky/te Solr	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Sky/te Cond	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Wall Cond	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Glaze Solr	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Glaze Cond	0	0	0	0.00	0	0.00	-0	-0	0.00
Wall Cond	0	0	0	0.00	0	0.00	-0	-0	0.00
Infiltration	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Exposed Floor	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Roof Infiltration	0	0	0	0.00	0	-0.00	-0	-0	0.00
Sub Total***	0	0	0	0.00	0	0.00	0	-0	0.00
Internal Loads									
Office	7,648	0	0	7,648	20.34	7,648	43.21	0	0.00
Copy	13,500	0	0	13,500	35.91	7,500	42.38	0	0.00
Lab	2,549	0	0	2,549	6.78	2,549	14.40	0	0.00
Sub Total***	23,697	0	0	23,697	63.03	17,657	100.00	0	0.00
Lighting Load	0	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0.00
Outside Air Sup. Fan Heat	0	0	0	12,818	34.10	0	0.00	-9,159	100.00
Ret. Fan Heat	0	0	0	1,080	2.87	0	0.00	0	0.00
Duct Heat Pkup	0	-858	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0.00
AV/UNDR Sizing	0	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0.00
Exhaust Heat	0	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0	-0.00
Terminal Bypass	0	0	0	0.00	0.00	0	0.00	1	0.00
Grand Total***	23,697	-858	0	37,595	100.00	17,697	100.00	-0	-9,159 100.00

AIRFLOWS

	Cooling	Heating
Vent	300	300
Infil	0	0
Supply	1,012	1,012
Mixchm	0	0
Return	1,012	1,012
Exhaust	300	300
Rm Exh	0	0
Auxil	0	0

ENGINEERING CKS

	Cooling	Heating
% OA	29.6	29.6
cfm/sq ft	1.35	1.35
cfm/ton	323.04	
sq ft/ton	238.41	
Btu/hr-sq ft	50.33	-12.38
No. People	30	

HEATING COIL SELECTION

COOLING COIL SELECTION

	Total Capacity tons	Sens Cap. MBh	Coil Airfl. cfm	Enter DBWB/HR F	Leave DBWB/HR F	Enter DBWB/HR F	Leave DBWB/HR F
Main Clg	3.1	37.6	21.0	1,012	78.1	65.7	104.9
Aux Clg	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0
Out Vent	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0
Totals	3.1	37.6					

AREAS

	Gross Total	Glass sq ft (%)	Capacity MBh	Coil Airfl. cfm	Ent F	Lvg F
Main Htg	747		-9.3	1,012	57.3	6.0
Aux Htg	0		0.0	0	0.0	0.0
Preheat	0		0.0	0	0.0	0.0
Reheat	0		0.0	0	0.0	0.0
Humidif	0		0.0	0	0.0	0.0
Roof Vent	0	0	0.0	0	0.0	0.0
Wall	0	0				
Totals			-9.3			

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

6C

COOLING COIL PEAK

CLG SPACE PEAK

HEATING COIL PEAK

TEMPERATURES

Peaked at Time:  
Outside Air

MoHr: 6/18  
OADB:WB:HR 79/73/152

MoHr: 6/18  
OADB: 79

MoHr: 13/1  
OADB: 32

	Clg	Htg
SADB	55.0	73.1
Plenum	75.0	68.0
Return	75.0	68.0
ReUOA	75.6	62.8
Fn MirTD	0.3	0.0
Fn BidTD	0.2	0.0
Fn Frict	0.7	0.0

	Space Sens. + Lat.		Ret. Air Sensible		Ret. Air Latent		Net Total		Percent Of Total		Space Sensible		Percent Of Total		Space Peak Space Sens		Coil Peak Tot Sens		Percent Of Total																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	Btuh	Bluh	Bluh	Bluh	Bluh	Bluh	Btuh	(%)	Btuh	(%)	Btuh	(%)	Btuh	(%)	Btuh	(%)	Btuh	(%)	Btuh	(%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Envelope Loads																					Wyle Solr	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	Wyle Cond	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	Lat Cond	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	Glass Solr	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	Glass Cond	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	Infil Cond	7,528	0	0	0	0	0	7,528	26.65	7,528	42.37	-5,212	-5.212	-5,212	-53.23							Infil	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	Ceiling Floor	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	Infiltration	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	-0.00	0	-0.00	0	-0.00	0	-0.00	0	-0.00	0	-0.00	Infil Total***	7,528	0	0	0	0	0	7,528	26.65	7,528	42.37	-5,212	-5.212	-5,212	-53.23							Internal Loads																					Lights	4,866	0	0	0	0	0	4,866	17.23	4,866	27.39	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	People	6,750	0	0	0	0	0	6,750	23.90	3,750	21.11	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	Music	1,622	0	0	0	0	0	1,622	5.74	1,622	9.13	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	Infil Total***	13,238	0	0	0	0	0	13,238	46.85	10,238	57.63	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	Cooling Load	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	Outside Air	0	0	0	0	0	0	6,363	22.53	0	0.00	0	0.00	0	-4,580	46.77					Sup. Fan Heat							1,117	3.96	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	Ret. Fan Heat			0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	Duct Heat Plup			-888	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	OV UNDR Sizing	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	Exhaust Heat			0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	-0.00	0	-0.00	0	0.00	0	0.00	Terminal Bypass			0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	Infil Total***	20,765	-888	0	0	0	0	28,245	100.00	17,765	100.00	-5,212	-9.792	100.00						
Wyle Solr	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Wyle Cond	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Lat Cond	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Glass Solr	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Glass Cond	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Infil Cond	7,528	0	0	0	0	0	7,528	26.65	7,528	42.37	-5,212	-5.212	-5,212	-53.23																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Infil	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Ceiling Floor	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Infiltration	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	-0.00	0	-0.00	0	-0.00	0	-0.00	0	-0.00	0	-0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Infil Total***	7,528	0	0	0	0	0	7,528	26.65	7,528	42.37	-5,212	-5.212	-5,212	-53.23																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Internal Loads																					Lights	4,866	0	0	0	0	0	4,866	17.23	4,866	27.39	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	People	6,750	0	0	0	0	0	6,750	23.90	3,750	21.11	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	Music	1,622	0	0	0	0	0	1,622	5.74	1,622	9.13	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	Infil Total***	13,238	0	0	0	0	0	13,238	46.85	10,238	57.63	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	Cooling Load	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	Outside Air	0	0	0	0	0	0	6,363	22.53	0	0.00	0	0.00	0	-4,580	46.77					Sup. Fan Heat							1,117	3.96	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	Ret. Fan Heat			0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	Duct Heat Plup			-888	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	OV UNDR Sizing	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	Exhaust Heat			0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	-0.00	0	-0.00	0	0.00	0	0.00	Terminal Bypass			0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	Infil Total***	20,765	-888	0	0	0	0	28,245	100.00	17,765	100.00	-5,212	-9.792	100.00																																																																																																																																																																																																																																													
Lights	4,866	0	0	0	0	0	4,866	17.23	4,866	27.39	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
People	6,750	0	0	0	0	0	6,750	23.90	3,750	21.11	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Music	1,622	0	0	0	0	0	1,622	5.74	1,622	9.13	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Infil Total***	13,238	0	0	0	0	0	13,238	46.85	10,238	57.63	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Cooling Load	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Outside Air	0	0	0	0	0	0	6,363	22.53	0	0.00	0	0.00	0	-4,580	46.77																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Sup. Fan Heat							1,117	3.96	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Ret. Fan Heat			0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Duct Heat Plup			-888	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
OV UNDR Sizing	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Exhaust Heat			0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	-0.00	0	-0.00	0	0.00	0	0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Terminal Bypass			0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Infil Total***	20,765	-888	0	0	0	0	28,245	100.00	17,765	100.00	-5,212	-9.792	100.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													

AIRFLOWS

	Cooling	Heating
Vent	150	150
Infil	0	0
Supply	1,047	1,047
Minfcm	0	0
Return	1,047	1,047
Exhaust	150	150
Rm Exh	0	0
Auxil	0	0

ENGINEERING CKS

	Cooling	Heating
% OA	14.3	14.3
cfm/sq ft	2.20	2.20
cfm/ton	444.97	
sq ft/ton	201.89	
Btu/hr-sq ft	59.44	-20.60
No. People	15	

HEATING COIL SELECTION

COOLING COIL SELECTION

AREAS

	Total Capacity		Sens Cap.	Coil Airfl	Enter DB/WB:HR			Leave DB/WB:HR			Floor Part	Gross Total	Glass sq ft	Main Htg	Aux Htg	Preheat	Reheat	Humidif	Opt Vent	Capacity MBh	Coil Airfl cfm	Ent F	Lvg F
	tons	MBh			F	F	g/lb	F	F	g/lb													
Main Clg	2.4	28.3	19.4	1,047	76.1	62.2	87.9	53.3	52.0	77.9	475	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-9.8	1,047	62.8	7.0
Aux Clg	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Opt Vent	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Totals	2.4	28.3									414	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-9.8			

TESTIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

7C

COOLING COIL PEAK

CLG SPACE PEAK

HEATING COIL PEAK

TEMPERATURES

Peaked at Time  
Outside Air

MoHr: 6/17  
CADR/WB/HR: 81/73/151

MoHr: 6/18  
QADB: 79

MoHr: 13/1  
QADB: 32

Ctg Htg  
SADB 54.9 74.1  
Plenum 75.0 68.0  
Return 75.0 68.0  
Ret/UA 75.7 62.3  
Fn MtrTD 0.3 0.0  
Fn BlgTD 0.2 0.0  
Fn Frict 0.7 0.0

	Space Sens. + Lat.		Ret. Air Sensible		Ret. Air Latent		Net Total		Percent Of Total		Space Sensible	Percent Of Total	Space Peak Space Sens	Coil Peak Tot Sens	Percent Of Total	
	Btu/h	Lat	Btu/h	Btu/h	Btu/h	Lat	Btu/h	Lat	Btu/h	(%)						
Envelope Loads																
Skyglaze Solr	0	0	0	0	0	0.03	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	
Skyglaze Cond	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	
Wind Cond	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	
Glass Solar	4,229	0	0	0	4,429	10.24	4,429	16.53	4,429	16.53	0	0.00	0	0	0.00	
Glass Cond	53	0	0	0	53	0.12	53	0.20	53	0.20	-806	-806	-806	5.11		
Wtr Cond	8,503	0	0	0	8,503	19.66	8,503	31.73	8,503	31.73	-7,345	-7,345	46.53			
Infiltration	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	
Exposed Floor	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	
Wtr Infiltration	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	
Sub Total==>	12,986	0	0	0	12,986	30.02	12,986	48.46	12,986	48.46	-8,151	-8,151	51.64			
Internal Loads																
Lights	5,673	0	0	0	5,673	13.11	5,673	21.17	5,673	21.17	0	0	0	0	0.00	
People	11,250	0	0	0	11,250	26.61	6,250	23.32	6,250	23.32	0	0	0	0	0.00	
Music	1,891	0	0	0	1,891	4.33	1,891	7.06	1,891	7.06	0	0	0	0	0.00	
Sub Total==>	18,813	0	0	0	18,813	43.49	13,813	51.54	13,813	51.54	0	0	0	0	0.00	
Ceiling Load	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0	0.00	
Outside Air	0	0	0	0	9,785	22.62	0	0.00	0	0.00	0	0	-7,633	48.36		
Sup Fan Heat	0	0	0	0	1,674	3.87	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0	0.00	
Ret Fan Heat	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0	0.00	
Duct Heat Plup	0	-1,331	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0	0.00	
OV/UNDR Sizing	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0	0.00	
Exhaust Heat	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0	0.00	
Terminal Bypass	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0	0.00	
Grand Total==>	31,799	-1,331	0	0	43,258	100.00	26,799	100.00	26,799	100.00	-8,151	-15,784	100.00			

AIRFLOWS

	Cooling	Heating
Vent	250	250
Infil	0	0
Supply	1,569	1,569
MiscIn	0	0
Return	1,569	1,569
Exhaust	250	250
Rm Exh	0	0
Auxil	0	0

ENGINEERING CKS

	Cooling	Heating
% OA	15.9	15.9
cfm/sq ft	2.83	2.83
cfm/ton	435.23	
sq ft/ton	153.69	
Btu/hr-sq ft	78.08	-28.51
No. People	25	

HEATING COIL SELECTION

COOLING COIL SELECTION

	Total Capacity		Sens Cap.	Coil Arfl	Enter DB/WB/HR			Leave DB/WB/HR		
	tons	MBh			F	F	g/lt	F	F	g/lt
Main Clg	3.6	43.3	29.4	1,569	76.3	62.3	88.3	53.2	51.9	73.7
Aux Clg	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cut Vent	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Totals	3.6	43.3								

AREAS

	Floor Part	Gross Total	Glass sq ft	(%)	Main Htg	Aux Htg	Preheat	Reheat	Humidif	Opt Vent	Capacity MBh	Coil Arfl cfm	Ent F	Lvg F
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
657	74	11												
Total											-15.8			

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

8C

COOLING COIL PEAK

CLG SPACE PEAK

HEATING COIL PEAK

TEMPERATURES

Peaked at Time  
Outside Air

MoHr: 6:15  
OAHB/WB/HR: 84: 74/ 152

MoHr: 6:15  
OAHB: 84

MoHr: 13:11  
OADB: 32

Ctg Htg  
SADB 53.0 68.1  
Return 75.0 68.0  
Ret/OA 75.0 55.6  
Fn MtrTD 0.3 0.0  
Fn BltTD 0.2 0.0  
Fn Frict 0.7 0.0

Space Sens. + Lat. Bluh	Ret. Air Sensible Bluh	Ret. Air Latent Bluh	Net Total Bluh	Percent Of Total (%)	Space Sensible Bluh	Percent Of Total (%)	Space Peak Space Sens Bluh	Coil Peak Tot Sens Bluh	Percent Of Total (%)
-------------------------	------------------------	----------------------	----------------	----------------------	---------------------	----------------------	----------------------------	-------------------------	----------------------

Envelope Loads

Sytle Solr	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	
Sytle Cond	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	
Wind Cond	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	
Glass Solar	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	
Glass Cond	0	0	0	0.00	0	0.00	-0	-0	0.00	
Wall Cond	0	0	0	0.00	0	0.00	-0	-0	0.00	
Infiltration	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	
Exposed Floor	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	
Ventilation	0	0	0	0.00	0	0.00	-0	-0	0.00	
Grand Total ==>	0	0	0	0.00	0	0.00	0	-0	0.00	
Internal Loads										
Office	4,795	0	4,795	18.18	4,795	40.32	0	0	0.00	
Reception	9,900	0	9,900	37.54	5,500	46.25	0	0	0.00	
Rest	1,598	0	1,598	6.06	1,598	13.44	0	0	0.00	
Grand Total ==>	16,293	0	16,293	51.78	11,893	100.00	0	0	0.00	
Cooling Load	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	
Outside Air	0	0	9,400	35.64	0	0.00	0	-6,717	100.00	
Supply Fan Heat	0	0	679	2.58	0	0.00	0	0	0.00	
Return Fan Heat	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	
Duct Heat Pickup	-540	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	
TV UNDER Sizing	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	
Exhaust Heat	0	0	0	0.00	0	0.00	0	-0.00	0.00	
Terminal Bypass	0	0	0	0.00	0	0.00	1	0.00	0.00	
Grand Total ==>	16,293	-540	0	23.372	100.00	11,893	100.00	-0	-6,717	100.00

AIRFLOWS

	Cooling	Heating
Vent	220	220
Infil	0	0
Supply	637	637
MiscIn	0	0
Return	637	637
Exhaust	220	220
Rm Exh	0	0
Auxil	0	0

ENGINEERING CKS

	Cooling	Heating
% OA	34.5	34.5
cfm/sq ft	1.36	1.36
cfm/ton	289.76	
sq ft/ton	213.08	
Btu/hr-sq ft	56.32	-14.46
No. People	22	

COOLING COIL SELECTION

AREAS

Capacity MBh	Coil Airflr dm	Ent F	Lvg F
-6.8	637	55.6	6.0
0.0	0	0.0	0.0
0.0	0	0.0	0.0
0.0	0	0.0	0.0
0.0	0	0.0	0.0
0.0	0	0.0	0.0
-6.8			

Total Capacity Sens Cap. Coil Airflr Enter DB/WB/HR Leave DB/WB/HR

Gross Total Glass

tons	MBh	MBh	cfm	F F	F gr/ib	F F	F gr/ib		
2.2	26.4	14.2	637	78.5	76.3	108.2	51.3	51.2	73.6
0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Totals	2.2	26.4							

Floor

Part

ExFlr

Roof

Wall

TESTES CON FALLA DE ORIGEN

qc

COOLING COIL PEAK

CLG SPACE PEAK

HEATING COIL PEAK

TEMPERATURES

Peaked at Time  
Outside Air

Mo:Fr 9:16  
UA:DB:WB:HR 77:71:138

Mo:Fr 10:16  
UA:DB: 77

Mo:Fr 13:1  
UA:DB: 32

Space Sens. + Lat. Btuh	Ret. Air Sensible Btuh	Ret. Air Latent Btuh	Net Total Btuh	Percent Of Total (%)	Space Sensible Btuh	Percent Of Total (%)	Space Peak Sens Btuh	Coil Peak Tot Sens Btuh	Percent Of Total (%)	SA:DB	Clg	Htg
										75.0	68.0	70.4
										Return	75.0	68.0
										Ret/OA	75.1	65.8
										Fn MtrTD	0.3	0.0
										Fn BldTD	0.2	0.0
										Fn Frict	0.7	0.0
<b>AIRFLOWS</b>												
										Cooling	Heating	
										Vent	170	170
										Infil	0	0
										Supply	2,192	2,192
										MinCFM	0	0
										Return	2,192	2,192
										Exhaust	170	170
										Rm Exh	0	0
										Auxil	0	0
<b>ENGINEERING CKS</b>												
										Cooling	Heating	
										% OA	6.1	6.1
										cfm/sq ft	4.10	4.10
										cfm/ton	560.38	
										sq ft/ton	136.58	
										Btu/hr-sq ft	87.66	-16.10
										No. People	17	
Grand Total ==>	50,581	-2,368	0	59,768	100.00	47,358	100.00	-5,768	-10,958	100.00	<b>HEATING COIL SELECTION</b>	

COOLING COIL SELECTION

AREAS

Total Capacity tons	Capacity MBh	Sens Cap. MBh	Coil Airfl cfm	Enter DB/WB:HR		Leave DB/WB:HR		Floor Part	Glass sq ft (%)	Main Htg	Capacity MBh	Coil Airfl cfm	Ent F	Lvg F
				F	F	F	F							
Main Clg	5.0	59.8	50.6	2,792	75.7	59.8	75.2	53.3	51.3	70.8	-11.0	2,792	55.8	7.0
Aux Clg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Opt Vent	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Totals	5.8	59.8						524	498	95				
											Total	-11.0		

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

100

COOLING COIL PEAK

CLG SPACE PEAK

HEATING COIL PEAK

TEMPERATURES

Peaked at Time  
 Outside Air

MoHr: 10 / 15  
 OADH:WB:HR 78 / 69 / 129

MoHr: 10 / 15  
 OADB: 78

MoHr: 13 / 1  
 OADB: 32

Cig Htg  
 SADB 550 716  
 Plenum 750 680  
 Return 750 680  
 Ret/OA 753 658  
 Fn Mtr/ID 03 00  
 Fn Blt/ID 02 00  
 Fn Frict 07 00

Space  
 Sens. + Lat.

Ret. Air  
 Sensible  
 Ret. Air  
 Latent

Net  
 Total  
 Of Total  
 Percent  
 (%)

Space  
 Sensible  
 Percent  
 Of Total  
 (%)

Space Peak  
 Space Sens  
 Coil Peak  
 Tot Sens  
 Percent  
 Of Total  
 (%)

AIRFLOWS

Cooling Heating  
 Vent 100 100  
 Infil 0 0  
 Supply 1,605 1,605  
 Minchm 0 0  
 Return 1,607 1,605  
 Exhaust 100 100  
 Rm Exh 0 0  
 Auxil 0 0

Envelope Loads

	Bluh	Bluh									
Wydite Solr	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00		
Wydite Cond	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00		
Glz Cond	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00		
Glass Solar	18,374	0	18,374	53.05	18,374	67.49	0	0	0.00		
Glass Cond	376	0	376	1.09	376	1.38	-4,560	-4,560	57.79		
Wall Cond	378	0	378	1.09	378	1.39	-277	-277	3.51		
Partition	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00		
Enclosed Floor	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00		
Partition	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00		
In Total ***	19,128	0	19,128	55.23	19,128	70.26	-4,837	-4,837	51.30		
Internal Loads											
Pls	4,196	0	4,196	12.12	4,196	15.41	0	0	0.00		
Single	4,500	0	4,500	12.99	2,500	9.18	0	0	0.00		
Misc	1,399	0	1,399	4.04	1,399	5.14	0	0	0.00		
Incl Total ***	10,095	0	10,095	29.15	8,995	29.74	0	0	0.00		
Grading Load	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00		
Outside Air	0	0	0	3,700	10.68	0	0.00	0	-3,053	38.70	
Sup. Fan Heat				1,712	4.94	0.00	0.00	0.00	0.00		
Ret. Fan Heat		0		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Duct Heat Pickup		-1,361		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
UV-UNDR Sizing	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00		
F-heat Heat		0		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Terminal Bypass		0		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Grand Total ***	29,223	-1,361	0	34,635	100.00	27,223	100.00	-4,837	-7,890	100.00	

ENGINEERING CKS

Cooling Heating  
 % OA 5.2 6.2  
 cfm/sq ft 3.92 3.92  
 cfm/ton 556.07  
 sq ft/ton 142.00  
 Bluh-sq ft 84.51 -19.28  
 No. People 10

HEATING COIL SELECTION

COOLING COIL SELECTION

AREAS

Capacity  
 MBH  
 Coil Airfl  
 cm  
 Ent F  
 Lvg F  
 Main Htg -7.9 1,605 65.8 7.0  
 Aux Htg 0.0 0 0.0 0.0  
 Preheat 0.0 0 0.0 0.0  
 Reheat 0.0 0 0.0 0.0  
 Humidif 0.0 0 0.0 0.0  
 Opt Vent 0.0 0 0.0 0.0  
 Total -7.9

Total Capacity  
 tons MBH

Sens Cap.  
 MBH

Coil Airfl  
 cfm

Enter DB/WB/HR  
 F F gr/b

Leave DB/WB/HR  
 F F gr/b

Gross Total

Glass  
 sq ft (%)

Main Htg

	tons	MBH	cfm	F	F	gr/b	F	F	gr/b	Floor	Part	ExFlr	Roof	Wall
Main Clg	2.9	34.6	293	1,605	75.8	59.8	75.0	53.3	51.3	70.5	410	0	0	0
Aux Clg	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
Opt Vent	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
Totals	2.9	34.6									410	0	0	0

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

11C

COOLING COIL PEAK

CLG SPACE PEAK

HEATING COIL PEAK

TEMPERATURES

Peaked at Time:  
 Outside Air

Mo/Hr 10 / 10  
 OADB\*WB\*HR 55 / 55 / 129

Mo/Hr 10 / 10  
 OADB 65

Mo/Hr 13 / 1  
 OADB 32

Clg Htg  
 SADB 55.0 11.9  
 Plenum 75.0 68.0  
 Return 75.0 68.0  
 Ret/OA 74.6 66.0  
 Fm MtdT 0.3 0.0  
 Fm BldT 0.2 0.0  
 Fm Frict 0.7 0.0

Space Sens. * Lat Bluh	Ret. Air Sensible Bluh	Ret. Air Latent Bluh	Net Total Bluh	Percent Of Total (%)	Space Sensible Bluh	Percent Of Total (%)	Space Peak Space Sens Bluh	Coil Peak Tot Sens Bluh	Percent Of Total (%)
------------------------	------------------------	----------------------	----------------	----------------------	---------------------	----------------------	----------------------------	-------------------------	----------------------

Envelope Loads

Roof Solar	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	
Roof Cond	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	
Wall Cond	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	
Mass Solar	36,194	0	36,194	65.28	36,469	80.08	0	0	0.00	
Mass Cond	-1,362	0	-1,362	-2.46	-1,442	-3.17	-8,292	-8,292	62.0	
Win Cond	528	0	528	0.95	516	1.13	-.504	-.504	3.76	
Win Infil	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	
Unsealed Floor	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	
Infiltration	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	
Sub Total==>	35,351	0	35,351	63.78	35,544	78.05	-8,796	-8,796	65.76	
Internal Loads										
Lights	4,686	0	4,686	8.45	4,686	10.29	0	0	0.00	
People	6,750	0	6,750	12.17	3,750	8.23	0	0	0.00	
Misc	1,562	0	1,562	2.82	1,562	3.43	0	0	0.00	
Sub Total==>	12,997	0	12,997	23.44	9,937	21.95	0	0	0.00	
Ceiling Load	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	
Outside Air	0	0	4,224	7.62	0	0.00	0	-4,580	34.24	
Sup Fan Heat			2,864	5.17	0	0.00	0	0	0.00	
Ret Fan Heat		0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	
Duct Heat Pkng		-2,277	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	
CV/UNDR Sizing	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	
Exhaust Heat		0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	
Terminal Bypass		0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	
Grand Total==>	48,358	-2,277	0	55.46	100.00	45,542	100.00	-8,796	-13,376	100.00

AIRFLOWS

	Coiling	Heating
Vent	150	150
Infil	0	0
Supply	2,685	2,685
Minctm	0	0
Return	2,685	2,685
Exhaust	150	150
Rm Exh	0	0
Auxil	0	0

ENGINEERING CKS

	Coiling	Heating
% OA	5.6	5.6
cm/sq ft	5.87	5.87
cfm/sft	581.09	
sq ft/sft	95.04	
Btu/hr-sq ft	121.16	-29.23
No. People	15	

HEATING COIL SELECTION

COOLING COIL SELECTION

AREAS

Capacity Coil Airfl Ent Lvg

	Total Capacity tons	Sens Cap. M/Bh	Coil Airfl cfm	Enter DB/WB*HR F F	Leave DB/WB*HR F F	Gross Total	Glass sq ft (%)	Main Htg	Aux Htg	Preheat	Reheat	Humidif	Opt Vent
Main Clg	4.6	55.5	47.3	2,685	75.2	59.4	74.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Aux Clg	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Opt Vent	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Totals	4.6	55.5											

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

12C

# ANEXO D

## MEMORIA DE CALCULO DEL SISTEMA FAN - COIL

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

PLAN AND COIL 1

COOLING COIL PEAK

CLG SPACE PEAK

HEATING COIL PEAK

TEMPERATURES

Peaked at Time  
Outside Air

MoHr: 6/10  
OADB: 68

MoHr: 6/9  
OADB: 68

MoHr: 13/1  
OADB: 32

Cig: 59.8  
Hig: 125.0

Space Sens.	Ret. Air Sensible Btuh	Ret. Air Latent Btuh	Net Total Btuh	Percent Of Total (%)	Space Sensible Btuh	Percent Of Total (%)	Space Peak Space Sens Btuh	Coil Peak Tot Sens Btuh	Percent Of Total (%)
-------------	------------------------	----------------------	----------------	----------------------	---------------------	----------------------	----------------------------	-------------------------	----------------------

SADB Plenum Return	Cig	Hig
81.2	59.8	125.0
81.2	59.8	125.0
80.7	57.5	125.0
0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0

Envelope Loads

Skyte Solr	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Skyte Cond	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Wall Cond	0	-2,069	-2,069	-10.14	0	0.00	0	-2,770	19.06
Glass Solar	15,541	0	15,541	76.16	17,038	83.58	0	0	0.00
Glass Cond	-867	0	-867	-4.25	-1,629	-7.99	-7,955	-7,955	54.75
Wall Cond	463	138	601	2.95	50	0.24	-992	-1,324	9.12
Infiltration	-572	0	-572	-2.80	-744	-3.65	-2,480	-2,480	17.07
Exhaust Floor	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Exhaust Plenum	0	0	0	0.00	-0	-0.00	-0	-0	0.00
Sub Total ==>	14,565	-1,931	12,633	61.91	14,715	72.18	-11,427	-14,529	100.00

AIRFLOWS

	Cooling	Heating
Vent	71	0
Infil	0	0
Supply	1,577	261
Mixtm	315	0
Return	1,577	261
Exhaust	71	0
Rm Eah	0	0
Auxil	0	0

ENGINEERING CKS

	Cooling	Heating
% OA	4.5	0.0
cfm/sq ft	4.42	0.73
cfmton	927.55	
sq ft/ton	209.85	
Btu/hr-sq ft	57.18	-41.83
No. People	4	

Grand Total ==>	21,131	-3,003	0	20,405	100.00	20,356	100.00	-12,611	-14,529	100.00
-----------------	--------	--------	---	--------	--------	--------	--------	---------	---------	--------

HEATING COIL SELECTION

COOLING COIL SELECTION

AREAS

Capacity Coil Airtl Ent Lvg

	Total tons	Capacity MBH	Sens Cap. MBH	Coil Airtl cfm	Enter DBWBHR F	Leave DBWBHR F	Enter DBWBHR g/ftb	Leave DBWBHR g/ftb	Gross Total	Glass sq ft (%)	Main Htg Aux Htg Preheat	Reheat	Humidif	Opt Vent	Ent F	Lvg F
Main Cig	1.7	20.4	17.2	1,577	80.7	63.6	88.3	59.8	59.1	97.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Aux Cig	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Out Vent	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Totals	1.7	20.4							357		14.9	251	57.5	125.0		
Floor									357							
Part									215							
ExFlr									0							
Roof									357	0	0	0	0	0	0	0
Wall									390	187	48					
Totals																-14.9

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

2D

FAN AND COIL 2

COOLING COIL PEAK

CLG SPACE PEAK

HEATING COIL PEAK

TEMPERATURES

Peaked at Time  
Outside Air

Mo/Hr: 6/17  
OADR:WB:HR: 81/73/151

Mo/Hr: 6/17  
OADB: 81

Mo/Hr: 13/1  
OADB: 32

Clg Htg

SADB	57.0	125.0
Plenum	81.2	57.5
Return	81.2	57.5
Ret/OA	81.2	57.5
Fa Mtr/TO	0.0	0.0
Fa Blt/TO	0.0	0.0
Fa Frict	0.0	0.0

AIRFLOWS

	Cooling	Heating
Vent	144	0
Infil	0	0
Supply	967	363
Misc/In	193	0
Return	967	363
Exhaust	144	0
Rm Exh	0	0
Auxil	0	0

ENGINEERING CKS

	Cooling	Heating
% OA	14.8	0.0
cfm/sq ft	1.35	0.51
cfm/ton	356.93	
sq ft/ton	264.95	
Btu/hr-sq ft	45.29	-28.97
No. People	7	

HEATING COIL SELECTION

COOLING COIL SELECTION

AREAS

Capacity	Coil Airfl	Ent	Lvg
MBh	cfm	F	F
Main Htg	-20.8	363	57.5
Aux Htg	0.0	0.0	0.0
Preheat	-2.7	967	53.7
Reheat	0.0	0.0	0.0
Humidif	0.0	0.0	0.0
Opt Vent	0.0	0.0	0.0

Total Capacity	Sens Cap	Coil Airfl	Enter DB/WB/HR	Leave DB/WB/HR		
tons	MBh	cfm	F F gr/s	F F gr/s		
Main Clg	2.7	32.5	26.0	567	81.2 64.9 95.1	57.0 52.7 71.0
Aux Clg	0.0	0.0	0.0	0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0
Opt Vent	0.0	0.0	0.0	0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0
Totals	2.7	32.5				

Gross Total	Glass	
sq ft	(%)	
Floor	718	
Part	1,318	
EX/Fir	0	
Roof	718	0 0
Wall	0	0 0

Total -20.8

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

30

FAN AND COIL 2B

COOLING COIL PEAK

CLG SPACE PEAK

HEATING COIL PEAK

TEMPERATURES

Peaked at Time  
Outside Air

Mo/Hr 6 / 17  
OADB:WB:HR 81 / 73 / 151

Mo/Hr 6 / 17  
OADB 81

Mo/Hr 13 / 1  
OADB 32

Clg Htg

SADB	57.0	125.0
Plenum	81.2	57.5
Return	81.2	57.5
Ret/OA	81.2	57.5
Fa M/TD	0.0	0.0
Fa Blt/D	0.0	0.0
Fa Frict	0.0	0.0

	Space		Ret. Air		Net		Space		Space Peak		Coil Peak	
	Sens. + Lat.	Sensible	Latent	Total	Of Total	Total	Of Total	Sensible	Of Total	Space Sens	Tot Sens	Of Total
	Btuh	Btuh	Btuh	Btuh	(%)	Btuh	(%)	Btuh	(%)	Btuh	Btuh	(%)
Envelope Loads												
Sytle Solr	0	0		0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Sytle Cond	0	0		0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Wind Cond	0	8,235		8,235	38.20	0	0.00	0	0.00	0	-3,733	28.99
Glass Solar	0	0		0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Glass Cond	0	0		0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Wall Cond	0	0		0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Particn	2,006			2,006	9.31	2,006	20.79			-9,142	-9,142	71.01
Exposed Floor	0			0	0.00	0	0.00			0	0	0.00
Infiltration	0			0	0.00	0	0.00			-4	-4	0.00
Grand Total >>>	2,006	8,235		10,241	47.51	2,006	20.79			-9,142	-12,875	100.00
Internal Loads												
People	4,103	0		4,103	19.04	4,103	42.52			0	0	0.00
Electr	2,164			2,164	10.04	1,178	12.21			0	0	0.00
Equip	1,641	0	0	1,641	7.61	1,641	17.01			0	0	0.00
Grand Total >>>	7,909	0	0	7,909	36.69	6,923	71.75			0	0	0.00
Cooling Load	941	-941		0	0.00	720	7.45			-1,595	0	0.00
Outside Air	0	0	0	3,909	18.13	0	0.00			0	0	0.00
Sup. Fan Heat				0	0.00	0	0.00			0	0	0.00
Ret. Fan Heat				0	0.00	0	0.00			0	0	0.00
Duct Heat PkUp				0	0.00	0	0.00			0	0	0.00
Re-Under Sizing	0			0	0.00	0	0.00			0	0	0.00
Exhaust Heat		-504	0	-504	-2.34	0	0.00			0	0	0.00
Terminal Bypass		0		0	0.00	0	0.00			0	0	0.00
Grand Total >>>	10,856	6,790	0	21,555	100.00	9,650	100.00			-10,737	-12,875	100.00

AIRFLOWS

	Cooling	Heating
Vent	96	0
Infil	0	0
Supply	631	222
MinCfm	126	0
Return	631	222
Exhaust	96	0
Rm Exh	0	0
Auxil	0	0

ENGINEERING CKS

	Cooling	Heating
% OA	15.2	0.0
cfm/sq ft	1.31	0.46
cfm/ton	351.46	
sq ft/ton	267.74	
Btu/hr-sq ft	44.82	-25.43
No. People	5	

HEATING COIL SELECTION

COOLING COIL SELECTION

AREAS

Capacity Coil Airfl Ent Lvg

	M/Bh	Coil Airfl	Ent Lvg
		cfm	F F
Main Htg	-12.7	222	57.5 125.0
Aux Htg	0.0	0	0.0 0.0
Preheat	-1.8	631	53.6 57.0
Reheat	0.0	0	0.0 0.0
Humidif	0.0	0	0.0 0.0
Opt Vent	0.0	0	0.0 0.0
Total	-12.7		

	Total Capacity		Coil Airfl	Enter DBWB/HR		Leave DBWB/HR			
	tons	M/Bh		F	F	F	F		
Main Clg	1.8	21.6	631	81.2	64.9	95.3	57.0	52.6	70.3
Aux Clg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Opt Vent	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Totals	1.8	21.6							

	Gross Total	Glass	Areas	
			sq ft	(%)
Floor	481			
Part	794			
ExFlr	0			
Roof	481	0	0	
Wall	0	0	0	

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

40





FAN AND COIL 5

COOLING COIL PEAK

CLG SPACE PEAK

HEATING COIL PEAK

TEMPERATURES

Peaked at Time:  
Outside Air:

Mo/H: 6/17  
OADB-WB HR 81/73/151

Mo/H: 6/17  
OADB 81

Mo/H: 13/1  
OADB 32

	Clg	Htg
SADB	57.1	125.0
Plenum	81.2	57.5
Return	81.2	57.5
Ret/OA	81.2	57.5
Fn MtgTD	0.0	0.0
Fn BlgTD	0.0	0.0
Fn Frict	0.0	0.0

	Space		Rel. Air		Latent		Net		Percent		Space		Percent		Space Peak		Percent	
	Sens. + Lat.	Sensible	Sensible	Latent	Total	Of Total	Sensible	Of Total	Sensible	Of Total								
	Btuh	Btuh	Btuh	Btuh	Btuh	(%)	Btuh	(%)	Btuh	(%)	Btuh	(%)	Btuh	(%)	Btuh	(%)	Btuh	(%)
Envelope Loads																		
Wlyte Sov	0	0			0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Wlyte Cond	0	0			0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Wlyte Cond	0	7,372			7,372	37.34	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	-3,342	24.63			
Wlyte Solar	0	0			0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00			
Wlyte Cond	0	0			0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00			
Wlyte Cond	0	0			0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00			
Wlyte Infil	2,244				2,244	11.37	2,244	24.70	-10,228	-10.228	75.37							
Wlyte Floor	0				0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00			
Wlyte Infil	0				0	0.00	0	0.00	-0	-0	0.00							
Wlyte Total >>>	2,244	7,372			9,617	48.70	2,244	24.70	-10,228	-13,570	100.00							

Internal Loads																			
	Sens. + Lat.	Sensible	Latent	Total	Of Total	Sensible	Of Total												
	Btuh	Btuh	Btuh	Btuh	(%)	Btuh	(%)	Btuh	(%)	Btuh	(%)	Btuh	(%)	Btuh	(%)	Btuh	(%)	Btuh	(%)
Wlyte Lights	3,674	0		3,674	18.61	3,674	40.43	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00				
Wlyte People	1,938			1,938	9.81	1,938	11.61	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00				
Wlyte Dev	1,470	0	0	1,470	7.44	1,470	16.17	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00				
Wlyte Total >>>	7,081	0	0	7,081	35.86	7,081	68.21	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00				
Wlyte Cooling Load	843	-843	0	0	0.00	843	7.10	-1,428	-14.28	0	0.00								
Wlyte Outside Air	0	0	0	3,499	17.72	0	0.00	0	0.00	0	0.00								
Wlyte Sup. Fan Heat				0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00								
Wlyte Ret. Fan Heat				0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00								
Wlyte Duct Heat Plup				0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00								
Wlyte CV-UNDR Sizing	0			0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00								
Wlyte Exhaust Heat		-451	0	-451	-2.28	0	0.00	0	-0.00	0	0.00								
Wlyte Terminal Bypass		0		0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00								

Grand Total >>>	10,168	6,079	0	19,746	100.00	9,087	100.00	-11,655	-13,570	100.00
-----------------	--------	-------	---	--------	--------	-------	--------	---------	---------	--------

COOLING COIL SELECTION

AREAS

	Capacity	Coil Airfl	Ent	Lvg
Main Htg	-13.8	241	57.5	125.0
Aux Htg	0.0	0	0.0	0.0
Preheat	-1.6	598	53.9	57.1
Reheat	0.0	0	0.0	0.0
Humidif	0.0	0	0.0	0.0
Opt Vent	0.0	0	0.0	0.0
Total	-13.8			

	Total Capacity		Coil Airfl	Enter DBWB/HR		Leave DBWB/HR		Gross Total	Glass	Main Htg	Aux Htg	Preheat	Reheat	Humidif	Opt Vent	Total
	tons	Mbt/h		F	F	F	F									
Main Clg	1.7	19.8	598	81.2	64.8	54.8	57.1	52.9	717	Floor	431	0	0	0	0	0
Per Clg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Part	888	0	0	0	0	0
Opt Vent	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ExFlr	0	0	0	0	0	0
										Roof	431	0	0	0	0	0
										Wall	0	0	0	0	0	0
Totals	1.7	19.8														

7 D

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

FAN AND COIL 5B

COOLING COIL PFAK

CLG SPACE PEAK

HEATING COIL PEAK

TEMPERATURES

Peaked at Time

Mo/Hr 6 / 17

Mo/Hr 6 / 17

Mo/Hr 13 / 1

Clg Htg

Outside Air:

OADB/WB/HR 81 / 73 / 151

OADB 81

OADB 32

SADB 56.8 125.0

Plenum 81.2 57.5

Return 81.2 57.5

Ret/OA 81.2 57.5

Fn MtrTD 0.0 0.0

Fn BldgTD 0.0 0.0

Fn Frict 0.0 0.0

Space	Ret Air	Latent	Net	Percent	Space	Percent	Space Peak	Coil Peak	Percent
Sens. + Lat.	Sensible	Latent	Total	Of Total	Sensible	Of Total	Space Sens	Tot Sens	Of Total
Btuh	Btuh	Btuh	Btuh	(%)	Btuh	(%)	Btuh	Btuh	(%)

Envelope Loads

Wylite Skl	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Wylite Cond	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Roof Cond	0	5,548	5,548	38.91	0	0.00	0	-2,515	33.66
Wass Solar	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Wass Cond	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Wint Cond	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Infiltration	1,088	0	1,088	7.63	1,088	17.44	-4,957	-4,957	66.34
Exposed Floor	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Walls	0	0	0	0.00	0	0.00	0	-0	0.00
Sub Total ==>	1,088	5,548	6,635	46.54	1,088	17.44	-4,957	-7,472	100.00

Internal Loads

Lights	2,765	0	2,765	19.39	2,765	44.32	0	0	0.00	
People	1,458	0	1,458	10.23	794	12.73	0	0	0.00	
Misc	1,106	0	1,106	7.76	1,106	17.73	0	0	0.00	
Sub Total ==>	5,328	0	5,328	37.37	4,654	74.78	0	0	0.00	
Coiling Load	634	-634	0	0.00	485	7.78	-1,074	0	0.00	
Outside Air	0	0	2,633	18.47	0	0.00	0	0	0.00	
Supp Fan Heat	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	
Ret Fan Heat	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	
Duct Heat PkUp	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	
OVI/UNDR Sizing	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	
Exhaust Heat	-339	0	-339	-2.38	0	0.00	0	-0.00	0.00	
Terminal Bypass	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	
Grand Total ==>	7,050	4,574	0	14,258	100.00	6,237	100.00	-6,031	-7,472	100.00

AIRFLOWS

	Cooling	Heating
Vent	65	0
Infil	0	0
Supply	405	125
Miscfm	81	0
Return	405	125
Exhaust	65	0
Rm Exhaust	0	0
Auxil	0	0

ENGINEERING CKS

	Cooling	Heating
% OA	16.0	0.0
cfm/sq ft	1.25	0.39
cfm/ton	340.86	
sq ft/ton	272.69	
Btu/hr-sq ft	44.01	-22.03
No. People	3	

HEATING COIL SELECTION

COOLING COIL SELECTION

AREAS

	Total Capacity tons	Sens Cap. MBh	Coil Airfl cfm	Enter DB/WB/HR		Leave DB/WB/HR		Floor Part	Gross Total	Glass sq ft	(%)	Main Htg	Capacity MBh	Coil Airfl cfm	Ent F	Lvg F
				F	F	F	F									
Main Clg	1.2	14.3	113	405	81.2	65.0	95.8	56.8	324	0	0	-7.1	125	57.5	125.0	
Aux Clg	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	3.0	430	0	0	0.0	0	0.0	0.0	
Opt Vent	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0.0	0	0.0	0.0	
									324	0	0	0.0	0	0.0	0.0	
									430	0	0	0.0	0	0.0	0.0	
									0	0	0	0.0	0	0.0	0.0	
									0	0	0	0.0	0	0.0	0.0	
									0	0	0	0.0	0	0.0	0.0	
Totals	1.2	14.3											-7.1			

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

810

FAN AND COIL 6

COOLING COIL PEAK

CLG SPACE PEAK

HEATING COIL PEAK

TEMPERATURES

Peaked at Time  
Outside Air

MoHr 6:17  
OADBWB/HR 81/72/151

MoHr 6:17  
OADB 81

MoHr 13:11  
OADB 32

	Clg	Htg
SADB	58.7	125.0
Plenum	81.2	57.5
Return	81.2	57.5
Ret/OA	81.2	57.5
Fn MfTID	0.0	0.0
Fn BldTD	0.0	0.0
Fn Frict	0.0	0.0

	Space		Ret Air		Net Percent		Space		Percent		Space Peak		Coil Peak		Percent	
	Sens	+ Lat.	Sensible	Latent	Total	Of Total	Sensible	Of Total	Space Sens	Coil Sens	Of Total	Space Sens	Coil Sens	Of Total		
	Btuh		Btuh	Btuh	Btuh	(%)	Btuh	(%)	Btuh	Btuh	(%)	Btuh	Btuh	(%)		
Envelope Loads																
Wall Solr	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00		
Wall Cond	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00		
Glass Cond	0	0	7,696	0	7,696	30.02	0	0.00	0	-3,489	24.32	0	0	0.00		
Glass Solar	4,255	0	0	0	4,255	16.60	4,255	29.85	0	-4,886	34.06	0	0	0.00		
Glass Cond	997	0	0	0	697	3.50	697	6.29	-4,886	-1,476	10.29	0	0	0.00		
Fdn Cond	972	260	0	0	1,232	4.83	972	6.82	-1,193	-1,476	10.29	0	0	0.00		
Infiltration	986	0	0	0	985	3.85	986	6.92	-4,494	-4,494	31.33	0	0	0.00		
Unoccupied Floor	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00		
Ventilation	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00		
Sub Total ==>	7,110	7,956	15,066	0	15,066	58.76	7,110	49.88	-10,570	-14,345	100.00					
Internal Loads																
Lights	3,835	0	0	0	3,835	14.96	3,835	26.91	0	0	0.00	0	0	0.00		
People	2,022	0	0	0	2,022	7.89	1,101	7.73	0	0	0.00	0	0	0.00		
Misc	1,534	0	0	0	1,534	5.98	1,534	10.76	0	0	0.00	0	0	0.00		
Sub Total ==>	7,391	0	0	0	7,391	28.83	6,470	45.39	0	0	0.00	0	0	0.00		
Cooling Load	863	-890	0	0	0	0.00	673	4.72	-1,490	0	0.00	0	0	0.00		
Outside Air	0	0	0	0	3,653	14.25	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00		
Supp Fan Heat	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00		
Ret Fan Heat	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00		
Direct Heat Pickup	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00		
OV/UNDR Sizing	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00		
Exhaust Heat	-471	0	0	0	-471	-1.84	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00		
Terminal Bypass	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00		
Grand Total ==>	15,360	6,606	0	0	25,639	100.00	14,253	100.00	-12,060	-14,345	100.00					

AIRFLOWS

	Cooling	Heating
Vent	90	0
Infil	0	0
Supply	1,030	249
Miscfm	206	0
Return	1,030	249
Exhaust	90	0
Rm Exh	0	0
Auxil	0	0

ENGINEERING CKS

	Cooling	Heating
% OA	8.7	0.0
cfm/sq ft	2.29	0.56
chm/ton	481.97	
sq ft/ton	210.36	
Btuh/sq ft	57.05	-31.76
No People	4	

HEATING COIL SELECTION

Capacity	Coil Airfl	Ent	Lvg
Mbh	cfm	F	F
-14.3	249	57.5	125.0
0.0	0	0.0	0.0
-3.0	1,030	55.3	56.7
0.0	0	0.0	0.0
0.0	0	0.0	0.0
0.0	0	0.0	0.0
-14.3			

COOLING COIL SELECTION

AREAS

	Total Capacity		Coil Airfl	Enter DB/WB/HR		Leave DB/WB/HR		Gross Total	Glass	Main Htg	Aux Htg	Preheat	Reheat	Humidif	Opt Vent	Total
	tons	Mbh		F	F	F	F									
Main Clg	2.1	25.6	21.6	1,030	81.2	64.2	91.0	58.7	55.3	60.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Aux Clg	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Opt Vent	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Totals	2.1	25.6														

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

9D

## FAN AND COIL 7

COOLING COIL PEAK					CLG SPACE PEAK				HEATING COIL PEAK			TEMPERATURES		
Peaked at Time	Mo/Hr 6/17		Mo/Hr 6/17		Mo/Hr 13/1			Cig		Htg				
Outside Air:	OADB WB+R 81: 73 / 151		OADB 81		OADB: 32			SADB		Plenum		Return		
Space Sens. # Lat. Btuh	Ret. Air Sensible Btuh	Ret. Air Latent Btuh	Net Total Btuh	Percent Of Total (%)	Space Sensible Btuh	Percent Of Total (%)	Space Sens Space Sens Btuh	Coil Peak Tot Sens Btuh	Percent Of Total (%)	Fn MtrTD	Fn BldTD	Fn Frict	81.2	57.5
Envelope Loads														
Sky/Gl Solar	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00				81.2	57.5
Sky/Gl Cond	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00				81.2	57.5
Wind Cond	0	9.740	9.740	25.72	0	0.00	0	-4.415	19.78				81.2	57.5
Glass Solar	10.071	0	10.071	26.59	10.071	43.08	0	0	0.00				0.0	0.0
Glass Cond	1.963	0	1.963	5.18	1.963	8.40	-10.698	-10.698	47.94				0.0	0.0
Wall Cond	1.112	417	1.529	4.04	1.112	4.76	-1.334	-1.781	7.98				0.0	0.0
Partition	1.190	0	1.190	3.14	1.190	5.09	-5.423	-5.423	24.30				0.0	0.0
Exposed Floor	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00				0.0	0.0
Infiltration	0	0	0	0.00	0	0.00	-0	-0	0.00				0.0	0.0
Sub Total ==>	14.337	10,156	24,493	64.67	14,337	61.33	-17,456	-22,317	100.00					
Internal Loads														
Lights	4.853	0	4.853	12.81	4.853	20.76	0	0	0.00					
People	2.560	0	2.560	6.76	1.394	5.96	0	0	0.00					
Misc	1.941	0	1.941	5.13	1.941	8.30	0	0	0.00					
Sub Total ==>	9.355	0	9.355	24.70	8.188	35.03	0	0	0.00					
Cooling Load	1.113	-1,113	0	0.00	852	3.64	-1,866	0	0.00					
Outside Air	0	0	4.623	12.21	0	0.00	0	0	0.00					
Sup. Fan Heat	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00					
Ret. Fan Heat	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00					
Duct Heat Pkup	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00					
UV/UNDR Sizing	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00					
Exhaust Heat	0	-596	0	-596	0	0.00	0	0	0.00					
Terminal Bypass	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00					
Grand Total ==>	24,804	9,447	0	37.875	100.00	23,377	100.00	-19,342	-22,317	100.00				

## AIRFLOWS

	Cooling	Heating
Vent	114	
Infil	0	
Supply	1,743	400
Miscfm	349	
Return	1,743	400
Exhaust	114	
Rm Exh	0	
Auxil	0	

## ENGINEERING CKS

	Cooling	Heating
% OA	6.5	0.0
cfm/sq ft	3.06	0.73
cfm/ton	552.35	
sq ft/ton	180.22	
Btu/hr-sq ft	66.58	-40.25
No. People	6	

## HEATING COIL SELECTION

COOLING COIL SELECTION										AREAS			CAPACITY				
Total Capacity tons	Sens Cap. MBH	Coil Airft cfm	Enter DB/WBHR F	Leave DB/WBHR F	Enter DB/WBHR F	Leave DB/WBHR F	Gross Total	Glass sq ft (%)	Main Htg Aux Htg	Preheat	Reheat	Humidif	Opt Vent	Capacity MBH	Coil Airft cfm	Ent F	Lvg F
Main Clg	3.2	37.9	32.7	1,743	81.2	64.0	89.6	569	569	0	0	0	0	-22.9	400	57.5	125.0
Aux Clg	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	471	0	0	0	0	0	0.0	0	0.0	0.0
Opt Vent	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	0.0	0.0
Totals	3.2	37.9					569	252	569	0	0	0	0	-22.9			

ITESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

100

FAN AND COIL 8

COOLING COIL PEAK

CLG SPACE PEAK

HEATING COIL PEAK

TEMPERATURES

Peaked at Time Outside Air	Mo: Hr 6: 18 OADB: WB: HR 79: 73: 152				Mo: Hr 6: 17 OADB: B1				Mo: Hr 13: 1 OADB: 32				SADB	Clg	Htg
	Space Sens. + Lat. Bluh	Ret. Air Sensible Bluh	Ret. Air Latent Bluh	Net Total Bluh	Percent Of Total (%)	Space Sensible Bluh	Percent Of Total (%)	Space Peak Space Sens Bluh	Coil Peak Tot. Sens Bluh	Percent Of Total (%)	Return	Ret/OA			
<b>Envelope Loads</b>															
W/ite Solr	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0.00					
Sk/ite Cond	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0	0.00					
Roof Cond	0	8,433	8,433	41.79	0	0.00	0	-3,581	38.45						
G/ass Solar	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00						
G/ass Cond	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00						
Wall Cond	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00						
Partition	1,067		1,067	5.29	1,258	14.55	-5,734	-5,734	61.55						
Exposed Floor	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00						
Platiation	0	0	0	0.00	0	0.00	-0	-0	0.00						
<b>Sub Total &gt;&gt;&gt;</b>	<b>1,067</b>	<b>8,433</b>	<b>9,500</b>	<b>47.08</b>	<b>1,258</b>	<b>14.55</b>	<b>-5,734</b>	<b>-9,315</b>	<b>100.00</b>						
<b>Internal Loads</b>															
Lights	3,937	0	3,937	19.51	3,937	45.82	0	0	0.00						
People	2,076	0	2,076	10.29	1,130	13.16	0	0	0.00						
Misc	1,575	0	1,575	7.80	1,575	18.33	0	0	0.00						
<b>Sub Total &gt;&gt;&gt;</b>	<b>7,588</b>	<b>0</b>	<b>7,588</b>	<b>37.60</b>	<b>6,642</b>	<b>77.31</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>						
<b>Smoking Load</b>	<b>903</b>	<b>-903</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>691</b>	<b>8.04</b>	<b>-1,530</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>						
Outside Air	0	0	3,574	17.71	0	0.00	0	0	0.00						
Sup. Fan Heat	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00						
Ret. Fan Heat	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00						
Dist. Heat Plup	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00						
W/UNDER Sizing	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00						
Exhaust Heat		-483	0	-483	-2.40	0.00	0	-0.00	0.00						
Terminal Bypass	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00						
<b>Grand Total &gt;&gt;&gt;</b>	<b>9,558</b>	<b>7,047</b>	<b>0</b>	<b>20,179</b>	<b>100.00</b>	<b>8,591</b>	<b>100.00</b>	<b>-7,264</b>	<b>-9,315</b>	<b>100.00</b>					

AIRFLOWS

	Cooling	Heating
Vent	92	0
Infil	0	0
Supply	556	150
Miscfm	111	0
Return	556	150
Exhaust	92	0
Rm Exh	0	0
Auxil	0	0

ENGINEERING CKS

	Cooling	Heating
% OA	15.6	0.0
cm/sq ft	1.20	0.33
cm/min	330.40	
sq ft/min	274.38	
Bluh/sq ft	43.73	-18.63
No. People	5	

HEATING COIL SELECTION

COOLING COIL SELECTION

AREAS

	Total Capacity		Coil Airft	Enter DB/WB/HR		Leave DB/WB/HR		Floor Part	Glass	Main Htg	Aux Htg	Preheat	Reheat	Humidif	Opt Vent
	tons	Mbh		F	F	F	F								
Main Clg	17	20.2	16.0	555	80.8	65.0	96.3	59.8	51.7	67.0	0	0	0	0	0
Aux Clg	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0
Opt Vent	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0
<b>Totals</b>	<b>17</b>	<b>20.2</b>													

Capacity	Coil Airft	Ent	Lvg
-8.6	150	57.5	125.0
0.0	0	0.0	0.0
-1.6	556	53.3	56.8
0.0	0	0.0	0.0
0.0	0	0.0	0.0
0.0	0	0.0	0.0
<b>Total</b>	<b>-8.6</b>		

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

117D

FAN AND COIL 9

COOLING COIL PEAK

CLG SPACE PEAK

HEATING COIL PEAK

TEMPERATURES

Peaked at Time  
Outside Air

Mo/Hr: 9 / 17  
OADB WB+HR: 76 / 70 / 138

Mo/Hr: 10 / 15  
OADB: 77

Mo/Hr: 13 / 1  
OADB: 32

Clg Htg

SADB 59.7 125.0  
Plenum 81.2 57.5  
Return 81.2 57.5  
Ret/OA 80.9 57.5  
Fn MtrTD 0.0 0.0  
Fn BldTD 0.0 0.0  
Fn Frict 0.0 0.0

Space Sens. + Lat. Btu/h	Ret. Air Sensible Btu/h	Ret. Air Latent Btu/h	Net Total Btu/h	Percent Of Total (%)	Space Sensible Btu/h	Percent Of Total (%)	Space Peak Space Sens Btu/h	Coil Peak Tot Sens Btu/h	Percent Of Total (%)
--------------------------	-------------------------	-----------------------	-----------------	----------------------	----------------------	----------------------	-----------------------------	--------------------------	----------------------

Envelope Loads

Whtle Solr	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Whtle Cond	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Roof Cond	0	10.016	10.016	22.14	0	0.00	0	-5.259	27.65
Glass Solar	18.620	0	18.620	41.15	29.609	61.76	0	0	0.00
Glass Cond	163	0	163	0.36	511	1.53	-7.681	-7.681	40.38
Wall Cond	1,299	535	1,834	4.05	1,203	3.60	-958	-1,279	6.72
Infiltration	254	0	254	0.56	280	0.84	-4.803	-4.803	25.25
Exposed Floor	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Plenum	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Sub Total ==>	20,336	10,551	30,887	68.27	22,603	67.73	-13,443	-19,023	100.00

Internal Loads

People	5,781	0	5,781	12.78	5,781	17.32	0	0	0.00
Equip	3,049	0	3,049	6.74	1,660	4.97	0	0	0.00
Light	2,313	0	2,313	5.11	2,313	6.93	0	0	0.00
Sub Total ==>	11,143	0	11,143	24.63	9,754	29.23	0	0	0.00
Deling Load	1,326	-1,326	0	0.00	1,015	3.04	-2,247	0	0.00
Outside Air	0	0	3,925	8.67	0	0.00	0	0	0.00
Sup. Fan Heat	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Ret. Fan Heat	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Duct Heat Pickup	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
OV/UNDR Sizing	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Exhaust Heat	-710	0	-710	-1.57	0	0.00	0	-0.00	0.00
Terminal Bypass	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Grand Total ==>	32,805	8,515	45,245	100.00	33,371	100.00	-15,690	-19,023	100.00

AIRFLOWS

	Cooling	Heating
Vent	136	0
Infil	0	0
Supply	2,575	325
Mixctm	515	0
Return	2,575	325
Exhaust	136	0
Rm Exh	0	0
Auxil	0	0

ENGINEERING CKS

	Cooling	Heating
% OA	5.3	0.0
cfm/sq ft	3.80	0.48
cfm/ton	683.05	
sq ft/ton	179.71	
Btu/hr-sq ft	66.78	-27.41
No. People	7	

HEATING COIL SELECTION

COOLING COIL SELECTION

AREAS

Capacity MBh	Coil Airft cfm	Ent. F	Lvg F
-18.5	325	57.5	125.0
0.0	0	0.0	0.0
-7.7	2,575	56.2	59.7
0.0	0	0.0	0.0
0.0	0	0.0	0.0
0.0	0	0.0	0.0
-18.6			

Total Capacity tons	Sens Cap. MBh	Coil Airft MBh	Enter DB/WBHR F F	Leave DB/WBHR F F
---------------------	---------------	----------------	-------------------	-------------------

Gross Total	Glass sq ft (%)	Main Htg Aux Htg Preheat	Humidif	Opt Vent
-------------	-----------------	--------------------------	---------	----------

Floor Part ExFlr Roof Wall

678	0	0	0	0
417	0	0	0	0
678	0	0	0	0
377	181	48		

Main Ctg	3.6	45.2	40.0	2,575	80.9	63.6	88.1	59.7	57.4	88.5
Aux Ctg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Opt Vent	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Totals	3.6	45.2								

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

127

FAN AND COIL 10

COOLING COIL PEAK

CLG SPACE PEAK

HEATING COIL PEAK

TEMPERATURES

Peaked at Time Outside Air	MoHr 5/16 OAOBWBHR 77/71/138			MoHr 10/16 OAOB 77			MoHr 13/1 OAOB 32			Clg	Htg		
	Space Sens. + Lat. Btuh	Ret. Air Sensible Btuh	Ret. Air Latent Btuh	Net Total Btuh	Percent Of Total (%)	Space Sensible Btuh	Percent Of Total (%)	Space Sens Space Sens Btuh	Coil Peak Tot Sens Btuh	Percent Of Total (%)	SADB 597	Plenum 912	
Envelope Loads											Return 812	57.5	
- Wall Solr	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	Ret/DA 810	57.5	
- Wall Cond	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	Fn MtrTD 0	0.0	
- Wall Cond	0	5.575	0	5.575	19.22	0	0.00	0	-3.436	21.15	Fn BltTD 0	0.0	
- Glass Solar	12.087	0	0	12.087	41.67	12.590	58.89	0	0	0.00	Fn Frict 0	0.0	
- Glass Cond	436	0	0	436	1.50	-474	2.22	-7.132	-7.132	43.89			
- Wall Cond	858	333	0	1,190	4.10	1,016	4.75	-890	-1,187	7.31	Cooling	Heating	
- Partition	250	0	0	250	0.86	252	1.23	-4,494	-4,494	27.65	Vent	89	0
- Exposed Floor	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	Infil	0	0
- Infiltration	0	0	0	0	0.00	0	0.00	-0	-0	0.00	Supply	1,647	289
- Sub Total ==>	13,630	5,907	0	19,537	67.36	14,342	67.09	-12,516	-16,250	100.00	Minclm	329	0
Internal Loads											Return	1,647	289
- People	3,777	0	0	3,777	13.02	3,777	17.67	0	0	0.00	Exhaust	89	0
- Music	1,992	0	0	1,992	6.87	1,085	5.07	0	0	0.00	Rm Esh	0	0
- Misc	1,511	0	0	1,511	5.21	1,511	7.07	0	0	0.00	Auxil	0	0
- Sub Total ==>	7,280	0	0	7,280	25.10	6,373	29.81	0	0	0.00			
- Ceiling	866	-866	0	0	0.00	663	3.10	-1,468	0	0.00			
- Outside Air	0	0	0	2,649	9.13	0	0.00	0	0	0.00			
- Sup Fan Heat	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00			
- Ret. Fan Heat	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00			
- Infil Heat Pickup	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00			
- W/LUNDR Sizing	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00			
- Exhaust Heat	0	-464	0	-464	-1.60	0	0.00	0	-0.00	-0.00			
- Terminal Bypass	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00			
- Sub Total ==>	21,777	4,577	0	29,003	100.00	21,378	100.00	-13,984	-16,250	100.00			

**AIRFLOWS**

	Cooling	Heating
Vent	89	0
Infil	0	0
Supply	1,647	289
Minclm	329	0
Return	1,647	289
Exhaust	89	0
Rm Esh	0	0
Auxil	0	0

**ENGINEERING CKS**

	Cooling	Heating
% OA	5.4	0.00
cfm/sq ft	3.72	0.65
cfm/ton	681.60	
sq ft/ton	183.16	
Btu/hr-sq ft	65.52	-37.39
No. People	4	

HEATING COIL SELECTION

COOLING COIL SELECTION

AREAS

Capacity

	Total Capacity		Coil Airfl cfm	Enter DB/WB/HHR			Leave DB/WB/HHR			Gross Total	Glass sq ft (%)	Main Htg Aux Htg Preheat Reheat Humidif Opt Vent	Ent F	Lvg F		
	tons	MBh		Sens Cap. MBh	F	F	g/ltb	F	F						g/ltb	
Main Clg	2.4	29.0	25.6	1,647	81.0	63.6	88.1	59.7	57.4	89.1	Floor	443	-16.6	289	57.5	125.0
Aux Clg	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Part	390	0.0	0	0.0	0.0
Opt Vent	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ExFr	0	0.0	0	0.0	0.0
											Roof	443	0	0	0	0.0
											Wall	350	168	48	0	0.0
Totals	2.4	29.0											Total	-16.6		

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

13D

FAN AND COIL 11

COOLING COIL PEAK				CLG SPACE PEAK				HEATING COIL PEAK				TEMPERATURES	
Peaked at Time:		Mo/Hr: 6 / 16		Mo/Hr: 9 / 10		Mo/Hr: 13 / 1						Clg	Htg
Outside Air		OADB:WB:HR 83 / 74 / 152		OADB 67		OADB 32						SADB	59.8 125.0
Space	Ret. Air	Ret. Air	Net	Percent	Space	Percent	Space Peak	Coil Peak	Percent	Percent	Percent	Plenum	81.2 57.5
Sens. + Lat.	Sensible	Latent	Total	Of Total	Sensible	Of Total	Space Sens	Tot Sens	Of Total	Of Total	Of Total	Return	81.2 57.5
Btuh	Btuh	Btuh	Btuh	(%)	Btuh	(%)	Btuh	Btuh	(%)	Btuh	(%)	ReVOA	81.3 57.5
<b>Envelope Loads</b>													
Skyglaze Solr	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	Fn MfTD	0.0 0.0
Skyglaze Cond	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	Fn BlTD	0.0 0.0
Wd Wall Cond	0	7.094	7.094	24.68	0	0.00	0	-3.733	17.35	0	0.00	Fn Frict	0.0 0.0
Wd Wall Solar	5.153	0	5.153	17.92	23.865	86.02	0	0	0.00	0	0.00	<b>AIRFLOWS</b>	
Wd Wall Cond	2.635	0	2.635	9.17	-2.666	-9.61	-11.522	-11.522	53.56	0	0.00	Cooling	Heating
Wd Wall Tot	1.050	3.79	1.429	4.97	3.71	1.34	-1.437	-1.918	8.92	0	0.00	Vent	96
Wd Wall Tot	964	0	964	3.35	-1.470	-5.30	-4.339	-4.339	20.17	0	0.00	Infil	0
Unconditioned Floor	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	Supply	2.147
Infiltration	0	0	0	0.00	-0	-0.00	-0	-0	0.00	0	0.00	MinCFM	429
Wd Wall Tot	9.802	7.473	17.276	60.09	20.100	72.45	-17.298	-21.512	100.00	0	0.00	Return	2.147
<b>Internal Loads</b>													
People	4.103	0	4.103	14.27	4.103	14.79	0	0	0.00	0	0.00	Exhaust	96
Equipment	2.164	0	2.164	7.53	1.178	4.25	0	0	0.00	0	0.00	Rm Exh	0
Lighting	1.641	0	1.641	5.71	1.641	5.92	0	0	0.00	0	0.00	Auxil	0
Wd Wall Tot	7.909	0	7.909	27.51	6.923	24.95	0	0	0.00	0	0.00	<b>ENGINEERING CKS</b>	
Wd Wall Tot	941	-941	0	0.00	720	2.60	-1.595	0	0.00	0	0.00	Cooling	Heating
Outside Air	0	0	4,068	14.15	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	% OA	4.5
Sup Fan Heat	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	cfm/sq ft	4.46
Ret Fan Heat	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	cfm/ton	855.20
Duct Heat PkUp	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	sq ft/ton	209.74
OV-UNDR Sizing	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	Btu/hr-sq ft	59.78
Exhaust Heat	-504	0	-504	-1.75	0	0.00	0	0	-0.00	0	0.00	No People	5
Terminal Bypass	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	<b>HEATING COIL SELECTION</b>	
Grand Total	18.652	6.028	0	28.749	100.00	27.743	100.00	-18.893	-21.512	100.00			

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

COOLING COIL SELECTION

AREAS

	Total Capacity tons	Sens Cap. MBh	Coil Airfl cfm	Enter DB/WB/HR			Leave DB/WB/HR			Floor	Part	ExFlr	Roof	Wall	Capacity MBh	Coil Airfl cfm	Ent F	Lvg F
				F	F	gr/lb	F	F	gr/lb									
Main Clg	2.4	28.8	24.4	2.147	51.3	63.7	88.3	59.8	59.1	97.4	0	0	0	0	-22.4	351	57.5	125.0
Aux Clg	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ext Vent	0.0	3.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	2.147	56.4	59.8	0.0
Totals	2.4	28.8									0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0

14D

FAN AND COIL 11B

COOLING COIL PEAK

CLG SPACE PEAK

HEATING COIL PEAK

TEMPERATURES

Peaked at Time:  
Outside Air

MoHr: 6 / 17  
OADB:WB1R: 81 / 73 / 151

MoHr: 6 / 17  
OADB: 81

MoHr: 13 / 1  
OADB: 32

Clg Htg  
SADB 57.4 125.0  
Plenum 81.2 57.5  
Return 81.2 57.5  
ReuOA 81.2 57.5  
Fn MTRD 0.0 0.0  
Fn BldTD 0.0 0.0  
Fn Frict 0.0 0.0

AIRFLOWS

	Cooling	Heating
Vent	13	0
Infil	0	0
Supply	104	56
MiscIn	21	0
Return	104	56
Exhaust	13	0
Rm Exh	0	0
Auxil	0	0

ENGINEERING CKS

	Cooling	Heating
% OA	12.2	0.0
cfm/sq ft	1.63	0.88
cfm/ton	398.51	
sq ft/ton	243.83	
Btu/hr-sq ft	49.22	-50.13
No. People	1	

HEATING COIL SELECTION

COOLING COIL SELECTION

AREAS

	Capacity	Coil Airfl		Ent	Lvg
		MBh	cfm		
Main Htg	-3.2	56	57.5	125.0	
Aux Htg	0.0	0.0	0.0	0.0	
Preheat	-0.3	104	54.4	57.4	
Reheat	0.0	0.0	0.0	0.0	
Humidif	0.0	0.0	0.0	0.0	
Opt Vent	0.0	0.0	0.0	0.0	
<b>Total</b>	<b>-3.2</b>				

	Space Sens. + Lat		Ret. Air Sensible		Ret. Air Latent		Net Total		Percent Of Total		Space Peak		Coil Peak		Percent Of Total	
	Sens.	Lat	Btu/h	Btu/h	Btu/h	Btu/h	Total	Of Total (%)	Sensible	Latent	Space Sens	Coil Tot Sens	Coil Tot Lat	Of Total (%)	Of Total (%)	
Envelope Loads																
- Wall Solar	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	
- Wall Cond	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	
- Roof Cond	0	1.088	1.088	34.79	0	0.00	0	0.00	0	0.00	-493	16.59	0	0.00		
- Glass Solar	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	
- Glass Conv	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	
- Roof Cond	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	
- Infiltration	544	0	544	17.41	544	35.02	-2,480	-2,480	83.41							
- Exposed Floor	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	
- Ventilation	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	-0	-0	0.00	0	0.00	
- Sub Total ==>	544	1.088	1,632	52.20	544	35.02	-2,480	-2,973	100.00							
Internal Loads																
- Lights	542	0	542	17.34	542	34.88	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00		
- People	286	0	286	9.14	156	10.02	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00		
- Music	217	0	217	6.93	217	13.95	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00		
- Sub Total ==>	1,045	0	1,045	33.42	914	58.85	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00		
- Heating Load	124	-124	0	0	0	0.00	95	6.12	-211	0	0	0.00	0	0.00		
- Outside Air	0	0	0	0	516	16.51	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	
- Sup. Fan Heat	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	
- Ret. Fan Heat	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	
- Duct Heat Pickup	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	
- VAV UNDER Sizing	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	
- Exhaust Heat	0	-67	0	-67	-2.13	0.00	0	0.00	0	0.00	0	-0.00	0	-0.00		
- Terminal Bypass	0	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	
- Sub Total ==>	1,713	897	0	3,126	100.00	1,554	100.00	-2,690	-2,973	100.00						

JESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

15D

SELECCIÓN DEL EQUIPO DE AIRE  
ACONDICIONADO



## FAN COIL AIR CONDITIONERS ENGINEERING GUIDE

Horizontal Models: YHBC, YPHBC, YRHBC, YCHBC

Electric Heat Models: YHH, YHHS, YPHH, YPHHS

High Capacity Models: YHYB, YPHYB

Vertical Models: YVC, YVF, YVS

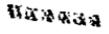


Capacities from 200-2000 CFM  
(1/2 to 5 Tons)



## Description

### YORK FAN COIL UNITS

	<p><b>MODEL YHBC</b> Ceiling Concealed Model</p> <p><b>YHBC</b> This unit is designed for ceiling concealed installation. It is available in 1, 2, 3, and 4 ton capacities. It features a built-in electric heat coil and a return air filter. The unit is designed for easy installation and maintenance.</p>
	<p><b>MODEL YHHC</b> Ceiling Concealed with Electric Heat</p> <p><b>YHHC</b> This unit is designed for ceiling concealed installation. It is available in 1, 2, 3, and 4 ton capacities. It features a built-in electric heat coil and a return air filter. The unit is designed for easy installation and maintenance.</p>
	<p><b>MODEL YHHC-1</b> Ceiling Concealed Model with Return and Filter</p> <p><b>YHHC-1</b> This unit is designed for ceiling concealed installation. It is available in 1, 2, 3, and 4 ton capacities. It features a built-in electric heat coil and a return air filter. The unit is designed for easy installation and maintenance.</p>
	<p><b>MODEL YHHC-2</b> Ceiling Concealed with Electric Heat, Return Air Filter and Filter</p> <p><b>YHHC-2</b> This unit is designed for ceiling concealed installation. It is available in 1, 2, 3, and 4 ton capacities. It features a built-in electric heat coil, a return air filter, and a filter. The unit is designed for easy installation and maintenance.</p>
	<p><b>MODEL YHHC-3</b> Ceiling Cabinet Model</p> <p><b>YHHC-3</b> This unit is designed for ceiling cabinet installation. It is available in 1, 2, 3, and 4 ton capacities. It features a built-in electric heat coil and a return air filter. The unit is designed for easy installation and maintenance.</p>
	<p><b>MODEL YHHC-4</b> Ceiling Cabinet - Return and Filter</p> <p><b>YHHC-4</b> This unit is designed for ceiling cabinet installation. It is available in 1, 2, 3, and 4 ton capacities. It features a built-in electric heat coil, a return air filter, and a filter. The unit is designed for easy installation and maintenance.</p>



# ANEXO F

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

DATOS CLIMATOLOGICOS

NORMALES CLIMATOLÓGICAS

CLASIFICACIÓN ESTACIONAL ELEMENTOS	CIUDAD DE MEXICO												OBS SINÓPTICO	
	ALTITUD 2260MSNM												ORG IGLESIA SAN	
	ENERO	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	
<b>TEMPERATURAS</b>														
MÁXIMA EXTREMA	12	30.5	29.4	32.2	33.5	33.5	31.3	29.2	35.2	28.1	28.5	27.9	26.7	35.2
FECHA (DÍA AÑO)		03/79	12/71	21/77	28/76	16/80	04/69	14/78	03/78	08/72	12/69	01/72	29/74	03/67-78
PRÓXIMO DE MÁXIMA	12	27.5	23.7	26.7	27.4	27.1	25.2	23.9	23.7	23.4	22.5	21.8	24.3	
MÍNIMA	12	15.0	13.7	15.8	15.2	16.4	17.4	16.7	16.9	16.6	15.9	14.1	12.9	15.9
FECHA (DÍA AÑO)		12/70	4/71	6/71	8/71	10/71	11/71	11/71	11/71	9/8	6/0	3/9	8/1	
PRÓXIMO DE MÍNIMA	12	4.9	-5.1	-0.5	1.0	2.4	3.6	1.5	7.7	2.0	2.4	-4.4	-2.9	-5.5
MÍNIMA EXTREMA	12	4.9	-5.1	-0.5	1.0	2.4	3.6	1.5	7.7	2.0	2.4	-4.4	-2.9	-5.5
FECHA (DÍA AÑO)		00/73	05/76	08/77	12/71	04/70	15/79	15/74	23/74	30/79	02/79	27/74	24/80	05/02-75
MÁXIMA LAJUNTAEMPERE	11	9.9	16.5	2.3	-1.0	1.8	2.0	0.5	4.9	-3.0	-1.5	-16.5	7.2	-10.5
FECHA (DÍA AÑO)		15/75	20/77	03/78	12/71	02/77	15/79	25/72	23/74	09/74	05/80	27/74	23/72	27/11/74
PRÓXIMO DE MÁX	12	19.5	19.6	23.1	19.0	17.3	13.8	12.7	12.3	12.2	11.6	16.5	17.2	16.2
TOTAL HORAS INSOLACION	11	221.5	204.2	230.6	215.1	200.5	176.6	165.9	169.2	151.5	184.7	194.6	203.4	2317.9
<b>HUMEDAD</b>														
HUMEDAD RELATIVA MEDIA	11	57	56	53	52	57	61	66	67	65	63	60	56	59
EVAPORACIÓN	12	124.1	137.0	140.0	149.4	164.7	149.8	135.2	131.1	121.0	124.5	118.6	121.5	1722.9
<b>PRECIPITACION</b>														
MEDIA	12	8.3	6.5	5.6	22.6	50.0	89.5	193.3	169.8	82.2	56.0	7.0	5.9	556.7
MÁXIMA	12	35.7	19.1	47.2	47.5	105.5	206.1	169.4	255.6	140.4	158.6	28.8	36.1	255.9
FECHA (AÑO)		7/5	7/9	7/8	7/2	7/2	7/8	7/0	7/6	7/7	7/8	7/3	7/6	06/76
MÁXIMA DEL MES EN 24 HRS	12	14.1	19.1	20.8	33.8	35.4	39.3	33.5	55.0	49.9	38.4	26.6	18.3	55.0
FECHA (DÍA AÑO)		21/75	05/80	16/78	30/79	31/72	27/71	23/70	28/76	11/79	24/78	13/73	01/76	28/03/76
MÍNIMA	12	0.5	1.1	3.0	1.9	11.9	38.1	68.7	27.0	46.1	2.0	0.1	1.0	0.1
FECHA (DÍA AÑO)		7/1	7/1	7/9	7/8	6/9	7/6	8/0	7/8	6/9	7/9	7/9	7/2	11/76
<b>PRESSION</b>														
MEDIA EN LA ESTACION	11	781.8	781.6	782.2	782.7	781.5	781.9	782.0	781.7	782.5	782.7	782.5	781.9	
<b>FRECUENCIA DE ELEMENTOS Y FENOMENOS ESPECIALES</b>														
NÚM DÍAS CALIENTE (DÍA AÑOS)	12	1.75	2.63	3.18	6.72	11.63	17.09	19.33	18.08	14.75	8.25	2.41	1.50	107.23
NÚM DÍAS CALIENTE (DÍA AÑOS)	12	0.58	1.00	1.63	2.90	2.27	1.81	2.50	2.55	1.00	1.93	1.91	0.83	23.94
NÚM DÍAS DE NEBLAJAS	11	15.25	12.33	10.90	10.81	4.45	2.35	3.00	2.50	3.33	6.00	9.63	12.81	53.67
NÚM DÍAS DE NUBLADO PARCIAL	11	10.83	13.00	15.27	15.45	16.18	10.45	8.72	7.66	8.00	11.30	13.45	12.90	141.21
NÚM DÍAS DE NUBLADO COMPLETO	11	4.91	4.63	4.81	3.72	7.63	17.19	19.27	20.83	18.66	13.70	6.90	5.18	127.42
NÚM DÍAS CON BRUJAS	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56	0.58	0.08	1.58
NÚM DÍAS CON GRANIZOS	12	0.00	0.00	0.01	0.27	0.18	0.18	0.00	0.25	0.08	0.08	0.08	0.00	1.12
NÚM DÍAS CON HELADA	12	0.41	2.00	0.27	0.35	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.25	1.51	2.50	12.37
NÚM DÍAS EN FORMA DE NIEVE	12	0.16	0.30	0.00	0.00	1.35	1.72	1.16	2.58	0.91	0.58	0.00	0.00	8.65
NÚM DÍAS CON NIEVA	12	4.80	4.00	9.00	9.00	6.00	6.63	9.57	4.58	7.66	8.08	6.00	7.66	24.04
NÚM DÍAS CON NIEVA	12	0.00	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.27

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

2H