

8
Rey



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales
" A R A G O N "

**PROYECTO DE AIRE ACONDICIONADO PARA
LA BIBLIOTECA DE LA ENEP - ARAGON**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A N:

JESUS HERNANDEZ SERVIN

JUAN MANUEL GUTIERREZ PADILLA



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 está 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.

INDICE

	Página.
CAPITULO I.	
INTRODUCCION.....	4
1.1.- OBJETIVO.....	5
1.2.- RAZON.....	5
1.3.- JUSTIFICACION.....	5
CAPITULO II.	
GENERALIDADES.....	8
2.1.- TEORIA DEL AIRE ACONDICIONADO.....	8
2.2.- TEORIA ERGONOMICA.....	15
2.3.- TEORIA DEL CONFORT.....	35
2.4.- TERMINOLOGIA EMPLEADA.....	39
CAPITULO III.	
PROYECTO.....	48
3.1.- BASES DEL DISEÑO.....	48
3.2.- CALCULO DE LA CARGA TERMICA.....	49
3.3.- DISTRIBUCION DEL AIRE.....	79
3.4.- DIMENSIONAMIENTO DE DUCTOS.....	84
CAPITULO IV.	
EQUIPO, ACCESORIOS Y SISTEMA DE CONTROL.....	96
4.1.- USO Y MANTENIMIENTO.....	112
CAPITULO V.	
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA DEL PROYECTO.....	120
5.1.- ANALISIS ECONOMICO.....	121
5.2.- FINANCIAMIENTO.....	128

	Página
CAPITULO VI.	
CONCLUSIONES.....	130
INDICE DE CONCEPTOS.....	135
BIBLIOGRAFIA.....	137

CAPITULO I

INTRODUCCION

	Página
I.1.- OBJETIVO	5
I.2.- RAZON	5
I.3.- JUSTIFICACION	5

I. - INTRODUCCION

El acondicionamiento del aire es un tema muy amplio con diversas aplicaciones en la industria, así como para proporcionar confort al ser humano - en sus actividades cotidianas, ya sea de trabajo o lugares donde concurre en sus ratos de ocio o de esparcimiento.

Considerando que el ingeniero al terminar su estudio carece de conocimientos prácticos acerca de su carrera, es esta la razón que nos motivó a - realizar este proyecto en esta rama de la ingeniería, que estimamos tiene un amplio campo de trabajo; el cual en el pasado se le consideró como un artículo de lujo o un mal necesario en algunas regiones de clima extremoso del norte de la república; actualmente se reconoce a esta especialidad no solamente como un servicio útil para proporcionar confort, sino un medio adecuado para mejorar las condiciones de vida de la población.

Este trabajo está dividido básicamente en tres partes. En la primera - parte trata sobre los principios del aire acondicionado, y se analizan algunas necesidades ergonómicas más importantes, relacionadas con el trabajo. En la parte dos se incluye lo referente al aspecto técnico del proyecto. En la última parte se plantea la cuestión económica del proyecto.

1.1.- OBJETIVO

La finalidad que se persigue con la elaboración de este trabajo, es de desarrollar un estudio técnico económico del diseño de un sistema de acondicionamiento de aire para crear las condiciones óptimas adecuadas al trabajo que se desarrolla en este local de estudio.

1.2.- RAZON

En virtud de las características arquitectónicas del edificio de la biblioteca, la carga térmica aumenta considerablemente, sobre todo en épocas de verano; agregando la gran afluencia de personas y el calor disipado por el alumbrado eléctrico; esto hace que la temperatura interior se incremente y haya un desajuste en el contenido de la humedad y temperatura del aire.

Esto puede traer como consecuencia que el sistema termoregulador del cuerpo humano se altere y la eliminación de calor se obstaculice, ocasionando la aparición de fatiga y un estado de estrés por calor en el individuo.

1.3.- JUSTIFICACION

El rendimiento intelectual del estudiante en condiciones fisiológicas adecuadas debe ser el necesario para el máximo aprovechamiento, pues el entorno de trabajo partiendo del concepto de la "Ergonomía" es ampliamente significativo en este aspecto.

En la actividad psíquica tienen influencia diversos factores; como son los de origen ambiental y su clara incidencia en el fenómeno de la fatiga, ocasionando la disminución de la capacidad de memoria, la concentración de la atención, la percepción sensorial, y otras funciones psicológicas del individuo.

Por lo anteriormente expuesto, hacemos notar la importancia de propor-

cionar un ambiente de trabajo saludable, que se puede lograr artificialmente por medio de un sistema de acondicionamiento del aire.

CAPITULO II
GENERALIDADES

Página

2.1.- TEORIA DEL AIRE ACONDICIONADO.	8
2.1.1.- CONCEPTOS BASICOS	10
2.2.- TEORIA ERGONOMICA	15
2.2.1.- FINALIDAD DE LOS ESTUDIOS ERGONOMICOS	16
2.2.2.- ERGONOMIA DEL TRABAJO	18
2.2.2.1.- FACTORES ANATOMICOS QUE INTERVIENEN EN EL TRABAJO	20
2.2.2.2.- FACTORES FISIOLÓGICOS QUE INTERVIE- NEN EN EL TRABAJO	26
2.2.2.2.1.- EL AMBIENTE TERMICO.	27
2.2.2.2.2.- FACTORES QUE DETERMINAN EL CONFORT.	31
2.3.- TEORIA DEL CONFORT.	35
2.4.- TERMINOLOGIA EMPLEADA.	39

II.- GENERALIDADES

Este capítulo comprende los principios sobre los que se basa el acondicionamiento del aire, y su aplicación en la obtención del confort ambiental, también trata de aspectos ergonómicos y su importancia en el logro del bienestar humano.

2.1.- TEORIA DEL AIRE ACONDICIONADO

RESEÑA HISTORICA

El acondicionamiento del ambiente en el que ha vivido el hombre, es un problema que ha inquietado a las diferentes culturas desde la más remota antigüedad.

Desde épocas lejanas, el hombre de las cavernas que habitaba en lugares fríos; para poder vivir tuvo que protegerse del frío, quemando leña, pero se le presentaron dificultades con la extracción del humo.

Las civilizaciones que residían en climas tropicales se les presentaba el problema contrario, como idear un sistema de enfriamiento para el lugar - donde vivían.

En Egipto los principios de la refrigeración eran ya conocidos, mil años antes de Cristo. Tenían un sistema para eliminar el calor del palacio - del faraón; este estaba construido con grandes bloques de piedra que pesaban alrededor de 100 Ton.; de un lado eran lisas y del otro ásperas. Estos bloques eran transportados durante la noche por los esclavos, al desierto del Sahara, donde se enfriaban debido a las bajas temperaturas. Antes del amanecer estas piedras eran regresadas al palacio que alcanzaba temperaturas aproximadamente de 26°C, mientras que en el interior oscilaba una temperatura - de 54°C.

Así mismo humedecían hojas de palma que interponían sobre las ventanas para que la brisa de la tarde penetrara al palacio húmeda y fresca.

Las crónicas de Bernal Díaz del Castillo cuentan como se conservaba el pescado que consumía Moctezuma, con nieve traída del Popocatepetl, trecientos años antes de que se empleara el mismo método en los Estados Unidos de América.

El prototipo de un sistema de aire acondicionado fue inventado por un ingenioso granjero norteamericano que descubrió una gran caverna cerca de su casa y al sentir que el aire interior era extremadamente frío construyó un rústico sistema de ductos y por medio de un molino de vientos introdujo aire fresco al interior de su casa.

El ducto estaba dividido en dos cámaras; la superior contenía el aire calentado por el sol, y la inferior conducía aire de la caverna. El ducto superior era usado para calentar en días fríos, y el inferior para días calurosos.

La humedad era regulada en la base de una cámara, donde podía mezclarse el aire de ambos ductos, debido a que el aire caliente contenía mucha humedad, y el aire frío tenía poca humedad. De ésta cámara se mandaba el aire a las habitaciones de la casa por medio de pequeños tubos. En invierno el aire era calentado en un serpentín de vapor que se encontraba en la entrada de cada ducto.

Con éste ingenioso sistema se iniciaron los conocimientos sobre el acondicionamiento del aire.

A partir de esta primera experiencia con la inclusión de aire frío para vencer el excesivo calor durante el verano en una casa habitación; se ha creado una de las industrias de servicios más importantes para mejorar las condiciones de vida de las diferentes comunidades.

2.1.1.- CONCEPTOS BASICOS

El acondicionamiento del aire es una técnica empleada por el hombre para regular ciertas características del aire a voluntad con el fin de mantener un local a ciertas condiciones atmosféricas, de acuerdo a las aplicaciones que se le vaya a dar; ya sea para producir confort a personas, requisitos para un proceso industrial, o para conservación de alimentos, productos químicos, etc.

Antes de iniciar el estudio del acondicionamiento del aire, es necesario conocer las características y propiedades del aire.

La composición del aire en la atmósfera es una mezcla de gases, lo - - cual tiene la siguiente proporción:

ELEMENTO	VOLUMEN EN %	PESO EN %
NITROGENO	78.1	76.0
OXIGENO	20.9	23.1
ARGON	1.0	0.9

El vapor de agua varía desde un 0 % teórico (aire seco), hasta una saturación del 100 %.

El aire contiene, normalmente, muchas impurezas, como part. sólidas, - polvos, etc., en proporciones que dependen de diversos factores.

El aire contiene por lo general los siguientes elementos:

1.- GASES

a) Nitrógeno	78.03	%
b) Oxígeno	20.98	%
c) Argón	0.94	%
d) Bióxido de Carbono	0.03	%
e) Hidrógeno		
f) Xenón	0.01	%
g) Kriptón		
h) Otros		

2.- IMPUREZAS

- a) Humos de sulfuro
- b) Humos de ácidos
- c) Anhídrido de carbono (Co)
- d) Polvo
- e) Cenizas
- f) Minerales
- g) Microorganismos

En relación al aire atmosférico se puede decir que se encuentra en condiciones muy variadas, dependiendo del lugar y la estación del año, y la hora a que se haga referencia; siendo muchas veces desfavorables para las actividades humanas.

Un sistema de aire acondicionado se considera completo cuando opera en forma continua y al mismo tiempo sobre los siguientes parámetros:

- a) Temperatura
- b) humedad
- c) Velocidad del aire
- d) Higiene del aire
- e) Ruido

En acondicionamiento del aire se consideran básicamente dos fines:

- 1) Acondicionamiento del aire en verano
- 2) Acondicionamiento del aire en invierno.

Los procesos psicométricos básicos utilizados en acondicionamiento del aire son los siguientes:

- 1) Enfriamiento y Deshumidificación
- 2) Enfriamiento y humidificación
- 3) Calentamiento y humidificación
- 4) Calentamiento y deshumidificación

Para mantener un espacio con condiciones de temperatura, humedad y limpieza del aire adecuadas, se resuelve creando o formando uno o varios procesos psicométricos, de acuerdo al problema específico de que se trate.

El conocimiento de los procesos que se efectúan con el aire húmedo, se facilitan con la ayuda del diagrama psicométrico, que consiste de una gráfica de las propiedades del aire húmedo a diferentes condiciones de temperatura; y en el se tienen los siguientes parámetros:

- a) Temperatura de bulbo seco
- b) Temperatura de bulbo húmedo
- c) Temperatura de rocío
- d) Humedad específica
- e) Humedad relativa
- f) Volumen específico.
- g) Presión parcial del vapor
- h) Entalpía
- i) Relación de calor sensible (F.C.S.)

Para fijar estándares de temperatura, humedad, movimiento y pureza del

del aire, es indispensable determinar los valores óptimos para que el cuerpo humano tenga la sensación de confort.

Por razones de diferencias fisiológicas y psicológicas de los individuos, para encontrar valores fijos es prácticamente imposible.

Una forma de solucionar el problema es la carta de temperatura efectiva. Esta carta pretende encontrar la relación entre la temperatura, humedad y movimiento del aire, que produzca mayor comodidad en el mayor número de personas, fig. 2.1.

Por lo tanto la temperatura efectiva es un índice de confort, del grado de calor o frío que percibe una persona cuando se expone a varias combinaciones de temperatura, humedad y movimiento del aire, el cual se determina experimentalmente, sin que esto indique realmente la temperatura de un termómetro.

Para este mismo fin existen tablas de diferentes asociaciones que nos dan estandares de temperatura, humedad y velocidad del aire para las diversas aplicaciones.

temperatura efectiva

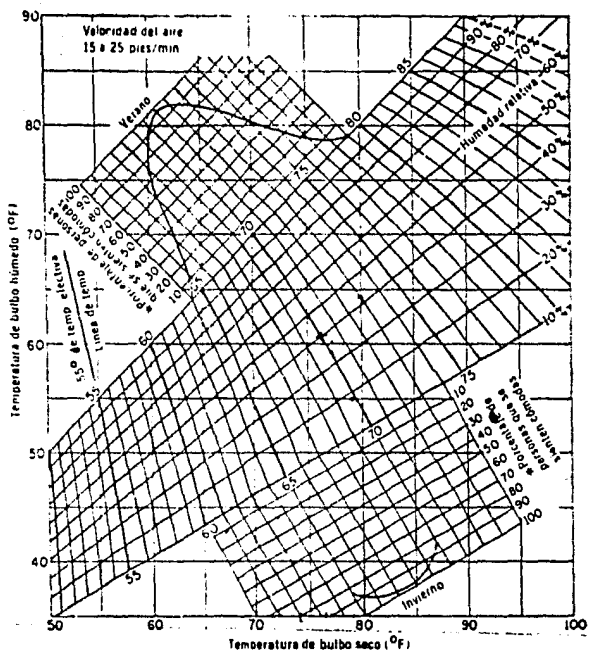


FIG. 2.1.- CARTA DE TEMPERATURA EFECTIVA

2.2.- TEORIA ERGONOMICA

Uno de los factores más importantes que caracteriza a los países desarrollados es el hecho de que la mayoría de la población vive en un mundo artificial, producto del hombre en su mayor parte. Este incluye aspectos tan diversos como, máquinas, artefactos, herramienta, vehículos, autopistas y otros relacionados con el ambiente, como la iluminación y el control atmosférico, objetos personales y servicios, etc.

Se puede decir que todo lo que utiliza el hombre, desde los abrelatas hasta los grandes complejos industriales y los sistemas de transporte, los entornos en los que vive y trabaja, y muchos tipos de servicios públicos, -- tienen relación con la ergonomía.

Esta actividad interdisciplinaria se ocupa de los métodos de diseño de máquinas, operaciones y ambientes de trabajo, de tal modo que vayan de acuerdo con las limitaciones y capacidades de los seres humanos.

El término "Ergonomía" se ha utilizado en los países europeos, que proviene de las raíces griegas ergon (trabajo) y nomos (ley, regla). En los Estados Unidos, las expresiones que más se aproximan son factores humanos, Ingeniería de los factores humanos, psicología de Ingeniería e Ingeniería hombre - máquina. En los países del Este, se utiliza tanto ergonomía como psicología de ingeniería.

Se puede afirmar que el hombre se ha ocupado de la ergonomía en cierto modo desde que se han producido herramientas e implementos de trabajo. Sin embargo, como una tecnología, la ergonomía tiene una historia relativamente corta. Fué hasta por el siglo XIX que se realizaron investigaciones sobre las formas en que la capacidad del hombre para trabajar se vio influenciada por su puesto de trabajo. En 1898, Frederick W. Taylor efectuó estudios empíricos para el mejor diseño de herramientas de trabajo.

Posteriormente, ingenieros de tiempos y movimientos desarrollaron principios de economía de movimientos, de ordenación del trabajo, y de diseño del trabajo. Por lo que se puede decir que los ingenieros de tiempos y movimientos se consideran los antecesores del ingeniero moderno en ergonomía.

En la actualidad la ergonomía es una disciplina en fase de desarrollo y, aunque se le reconoce que cumple una finalidad, todavía no ha definido su esfera de actividad. El ergónomo debe ocuparse de la seguridad del trabajador y su salud tanto mental como física, aunque hasta el presente se ha limitado a los problemas industriales o militares, se preve que tendrá en lo sucesivo mayor actividad en la organización de las vidas privadas de la gente y en el uso de los ratos de ocio, en los problemas de transporte, planificación urbana, contribuyendo así al mismo tiempo al bienestar y a la prosperidad de los hombres.

2.2.1.- FINALIDAD DE LOS ESTUDIOS ERGONOMICOS

El proporcionar seguridad y disminuir los accidentes de trabajo no son las únicas metas que persigue la ergonomía; existen otras tan importantes como las siguientes:

- a) Crear condiciones de trabajo psicológica y anatómicamente aceptable.
- b) Asegurar la utilización adecuada de las capacidades humanas.
- c) Aumentar la productividad en el trabajo
- d) Disminuir la cantidad de esfuerzo requerido al realizar un trabajo dado.
- e) Aumentar la eficiencia con que las máquinas pueden ser operadas.
- f) Proporcionar comodidad humana.

Así, la ergonomía puede ser aplicada a estos problemas de la siguiente manera:

1.- ERGONOMIA, CONSUMO DE ENERGIA Y ELIMINACION DE LA TENSION AMBIENTAL.

La ergonomía puede utilizarse para reducir el consumo de energía y tensión. La evaluación del gasto de energía en el trabajo mediante el uso de -- criterios fisiológicos, psicológicos o indirectos hace posible recomendar modificaciones para la adaptación de carga de trabajo y tensión ambiental adecuadas a las capacidades humanas.

Al evaluar la capacidad de trabajo y la cantidad de trabajo debe tenerse en cuenta la actividad física (intensidad, ritmo, horas de trabajo y pausas de descanso), el efecto de las condiciones ambientales, (humedad, temperatura, velocidad del aire, ruido, iluminación, polvo).

2.- ERGONOMIA Y BIOMECANICA

Un campo importante para el ergónomo es la deambulación y postura, que implican consumo de energía. Aquí el ergónomo puede recurrir a la biomecánica. Debe procurarse que esfuerzos posturales sean reducidos, que se proporcione instrucción sobre métodos cinéticos, que los asientos para cualquier actividad sean confortables.

3.- ERGONOMIA Y TAREAS SENSOMOTORAS

Una parte importante de muchos trabajos es la percepción e interpretación de señales que requieren una decisión y reacción.

El ergónomo puede ayudar a facilitar la recepción de información o aumentar la eficiencia de las respuestas; puede ayudar a reducir la tensión --

mental, la fatiga, los trastornos fisiológicos y finalmente, los errores y accidentes.

4.- ERGONOMIA DE SISTEMAS COMPLEJOS HOMBRE - PRODUCCION.

La ergonomía también estudia la relación entre un hombre y el sistema del cual forma parte y la comunicación y problemas Cibernéticos que esto plantea. Mediante la clasificación de las operaciones a realizar, el ergónomo puede decidir que tareas deben ser encomendadas a los hombres y cuales a las máquinas.

5.- ERGONOMIA Y ADAPTACION DEL HOMBRE A SU TRABAJO

Aunque es esencial adaptar el trabajo al hombre, la ergonomía puede también ayudar a adaptar el hombre a un trabajo. El psicólogo y el sociólogo laboral han estudiado estos temas. El ergónomo interviene en los problemas de instrucción y sugiriendo métodos de enseñanza.

2.2.2.- ERGONOMIA DEL TRABAJO

La actividad humana (ya sea de trabajo o de recreo) oscila en un amplio rango, que va de lo que es estrictamente mental, pasa por lo que es psicomotriz y llega hasta lo que es de dominio físico. Se afirma que los niveles elevados de intensidad de trabajo aumentan las probabilidades de agotamiento y que los niveles bajos aumentan las de aburrimiento, por lo que los niveles intermedios resultan ser los óptimos. Por esto, los esfuerzos en lo concerniente a la ergonomía deberían estar encaminados a alcanzar este óptimo.

En la figura 2.2 se muestra un modelo generalizado de trabajo humano,

variable en cuanto a tipo de trabajo y nivel de intensidad. En la figura se observa la zona en la que tres tipos de trabajo se hallarían dentro de este modelo. Es posible que para cualquier tipo de trabajo exista un óptimo que puede ser el más aconsejable para el ser humano.

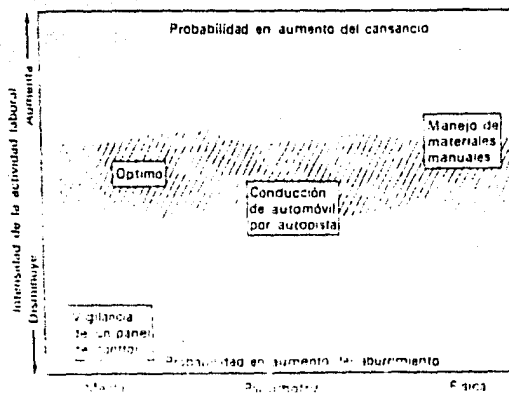


Fig. 2.2.- TIPO DE ACTIVIDAD LABORAL

2.2.2.1.- FACTORES ANATOMICOS QUE INTERVIENEN EN EL TRABAJO.

El cuerpo humano es una máquina extraordinaria. Su compleja disposición de palancas, bisagras y juntas, dirigidos por un sistema de mando autónomo, que puede decidir por sí mismo como debe realizarse una función, hace que sea una máquina única en su género.

El análisis de las características esenciales de la estructura del hombre, tan importante para el diseño de los útiles de trabajo con que labora, se conoce como Antropometría, que es el estudio de las proporciones y modelos de las diversas partes del cuerpo humano tales como el peso, la estatura, la longitud de los brazos, la altura de los hombros, y la proporción entre la longitud de las piernas y la del tronco, teniendo en cuenta la variación de las diversas medidas individuales en torno a un promedio. Además se ocupa del funcionamiento de las diversas "palancas" musculares e investiga las fuerzas que pueden aplicarse según las diversas posiciones por diferente grupo de músculos.

Numerosos experimentos han determinado las fuerzas que pueden ejercer los diferentes grupos de músculos según las diversas posiciones que adopte el individuo.

En esta parte mencionaremos lo referente a la posición del cuerpo y principales características de las sillas para una sala de estudio.

A) POSTURAS Y MOVIMIENTOS

En ergonomía, se consideran muy importantes los movimientos y las posturas que el individuo debe conservar durante su actividad en el trabajo.

En otros países se han realizado investigaciones a fin de mejorar los

factores que influyen en la posición del dorso en el trabajo, pues se ha observado que los dolores de espalda, son los más frecuentes.

En la siguiente tabla se da una lista de las malas posturas y las consecuencias que acarrearán cada una de ellas al mantenerlas por largos períodos de tiempo.

MALAS POSTURAS	PROBABLE SITIO DE DOLOR U OTROS SINTOMAS
De pie.	pies, cintura y cadera
Sentado sin soporte en la cintura.....	cintura y cadera
Sentado sin soporte para la espalda.....	músculos de la espalda
Sentado sin buenos soportes para los pies a la altura correcta.....	rodillas, piernas, cintura y cadera.
Sentado con descansa brazos en una su- perficie de trabajo alta.....	Hombro y parte alta de la espalda
Con los brazos suspendiendo algún ob- jeto fuera de la línea vertical.....	hombros, antebrazos
Con los brazos alcanzando algo hacia arriba.....	hombros y antebrazos
Con la cabeza inclinada hacia atrás....	región del cuello.
Con el tronco hacia adelante.....	cintura, cabeza, espalda
Cargando objetos pesados en la espalda inclinándose hacia adelante.....	Cintura, cadera y espalda
Alguna posición incómoda.....	los músculos involucrados
Manteniendo alguna articulación en su posición extrema.....	las articulaciones involucradas.

De la tabla anterior se sugiere la idea de mejorar la posición del cuerpo, alternando las posiciones en el trabajo como se muestra en las figuras 2.2, 2.3 y 2.4.

- a) Fig. 2.3. Sentado (casi recto). El mayor esfuerzo recae sobre los músculos de la espalda. El corazón trabaja a ritmo normal.

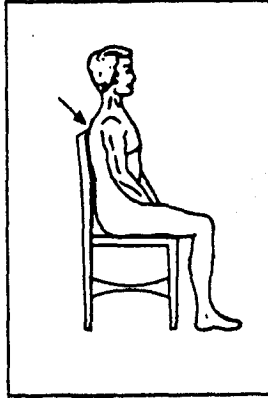


Fig. 2.3

- b) Fig. 2.4. De pie. El mayor esfuerzo recae sobre los músculos de las piernas, glúteos, espalda y nuca. En esta posición el corazón trabaja más y existe estancamiento de sangre en la espalda.

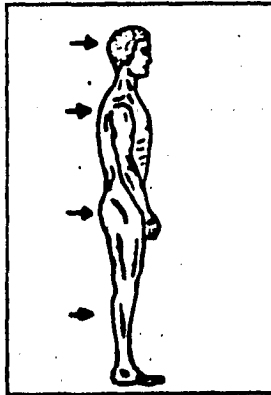


Fig. 2.4

- c) Fig. 2.5. Sentado (inclinado hacia adelante). Hay relajamiento de los músculos abdominales. El corazón trabaja a ritmo normal.



Fig. 2.5.

B) LOS ASIENTOS

Es posible que las sillas sean el mueble más utilizado por el hombre contemporáneo, en la que pasa la mayor parte de su vida activa, incluyendo su infancia, tanto para comer, jugar, estudiar, trabajar, o simplemente descansar. Una mala silla puede, en consecuencia afectar la conformación física e impedir una inadecuada concentración, disminuir la capacidad productiva, influir en el descanso, etc.

Los principales atributos de una silla dependen de su diseño, de su perfil y de su adecuación respecto a la anatomía humana, para que exista libre circulación de la sangre.

El principal propósito de un asiento no es solamente el quitar el peso que recae en los pies, sino también el tratar de mantener en una posición estable mientras se realiza una labor, y relajar aquellos músculos que no se requieren para el desempeño del trabajo.

El asiento debería ser diseñado para eliminar la incomodidad debido a la presión que recae en cada uno de los músculos, por una mala distribución del peso del cuerpo. El estar sentado en una misma postura ocasiona disconfort.

Investigaciones recientes han demostrado la importancia que tiene la posición del codo, así como la distancia de los ojos al objeto de trabajo. Para llevar a cabo operaciones manuales, se recomienda que la superficie de trabajo se encuentre al mismo nivel ó más abajo que el codo, y que forme un ángulo de 90° , esta disposición causa una menor fatiga, y en el caso de escritura se ha demostrado que la ejecución es más rápida, con menos errores.

Las características más importantes que debe tener un asiento son las siguientes:

- 1) Permitir que la persona pueda cambiar de posición.
- 2) La presión que la silla ejerza sobre los músculos debe ser nula ó lo menos posible.
- 3) Es necesario que el asiento tenga cierta inclinación hacia atrás. Para asientos de superficie de poca fricción, como los de madera o plástico, el ángulo de la pendiente se ha calculado de 3 a 5 grados.
- 4) El respaldo debe tener ciertas características; su altura, debido al apoyo que debe tener la región torácica y por debajo de las escápulas la inclinación del respaldo es de unos 115 a 120 grados respecto a la horizontal.
- 5) La altura de la paleta debe ser adecuada a la de la silla.

Para el diseño de los asientos es importante los dos puntos siguientes:

- a) Estudio sistemático de los criterios subjetivos hechos a una selec
ción que represente a la población.

- b) Observar el comportamiento del cuerpo humano: Las posturas que --
adoptan, cada y cuando y cuando cambian de postura, la cantidad y
calidad del trabajo, etc.

2.2.2.2.- FACTORES FISIOLÓGICOS QUE INTERVIENEN EN EL TRABAJO.

El funcionamiento del organismo humano puede compararse al de una máquina en lo que se refiere al abastecimiento y consumo de combustible, a la producción de energía, al rendimiento y a la eliminación de los productos de desecho.

Esta máquina humana, como todas las demás máquinas, tiene también sus limitaciones. El combustible debe ser adecuado en cantidad y calidad, el oxígeno debe ser en cantidades apropiadas, los productos de desecho deben ser eliminados y el equilibrio calórico mantenido. La insuficiencia de la alimentación, la pobreza de oxígeno en el aire o la insuficiencia del proceso respiratorio, los trastornos del metabolismo, la eliminación defectuosa de los productos de desecho, o la incapacidad del organismo para eliminar con rapidez la energía calórica producida, constituyen factores que limitan la cantidad de trabajo que puede realizar el cuerpo humano.

Con respecto a los consumos de energía en diferentes clases de actividades se dan los siguientes ejemplos en kilo calorías por minuto: dormir: - 1,3; estar sentado: 1,6; estar de pie: 2,25.

Al explicar los consumos de energía en un período convencional de trabajo, Lehmann, supone que la energía máxima que puede suministrar un hombre en un lapso de tiempo es de 4800 Kcal/día; restando de aquí los supuestos calóricos basales y de descanso, estimados en unos 2300 Kcal/día, quedando - - 2500 Kcal/día disponibles para el trabajo cotidiano.

Esto hace suponer que se pueden gastar unas 5 Kcal/min.

Si se acepta este tope de 5 Kcal/min. como el aconsejable, entonces - si una actividad determinada excede este límite, debe haber un tipo de descanso para compensar el exceso. A este respecto, Murrell (P.376) presenta - una fórmula para evaluar la cantidad de descanso que exige cualquier activi--

dad laboral, y es la siguiente:

$$D = \frac{T (K-S)}{K - 1.5}$$

Donde:

D	Tiempo de descanso en minutos
T	Tiempo total de trabajo
K	Media de Kcal/min de trabajo
S	Kcal/min tomadas como estandar
1,5	Aproximación del nivel de descanso en Kcal/min.

Aplicando a esta fórmula valores a K, se obtienen los valores de D. - que aparecen en la gráfica 2.1, curva superior (S=4).

Se debe tener presente que esta formulación solamente toma en cuenta - los aspectos fisiológicos del trabajo; y no considera los factores psicológi - cos y otros.

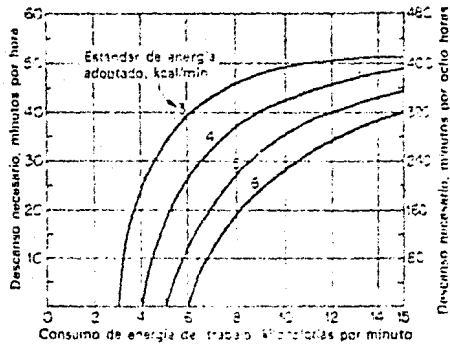
2.2.2.2.1. EL AMBIENTE TERMICO

Los efectos de la temperatura en relación al desempeño humano no han - sido comprendidos por la mayoría de la gente, se ha comprobado que las tempe - raturas extremas disminuyen la eficiencia en el desarrollo del trabajo.

La forma en que el cuerpo humano mantiene una temperatura constante, - y los medios de transferir calor, son analizados en esta parte.

Para entender porque en un medio ambiente en particular se siente calor o frío, se necesita saber algo de como trabaja el cuerpo humano.

El hombre, así como todos los mamíferos, son homeotermos, es decir, - que su temperatura se mantiene casi constante, de 37°C, la cual se detecta - a nivel de la piel, y es una aproximación de la temperatura interna del cuer



GRAFICA 2.1.- PERIODOS DE DESCANSO.

po.

En el organismo existen cuatro formas principales de energía; energía química, mecánica, eléctrica y térmica. La energía química se emplea para desarrollar trabajo. La energía química se transforma en tres formas que permiten mantener los procesos vitales.

El músculo al acortarse y levantar un peso muestra conversión de energía en trabajo a energía eléctrica se produce durante la transmisión de un impulso nervioso.

Con respecto a la eficiencia del cuerpo humano para convertir energía química en trabajo se ha calculado que es muy baja. En consecuencia gran parte de ésta energía producida debe convertirse en energía de calor. Además de este calor liberado por las reacciones químicas, la energía de trabajo también se convierte en calor.

El calor derivado de los procesos metabólicos se emplea para mantener una temperatura corporal óptima. Sin embargo, en condiciones habituales el organismo genera más calor del que se utiliza con este fin, por lo tanto el cuerpo humano se enfrenta con el problema de eliminar los excesos de calor.

La primera ley de la termodinámica es aplicable a los sistemas vivientes, en los cuales es posible estudiar el balance energético al igual que las transformaciones de energía.

La relación entre los factores implicados en el balance entrada - salida de energía se expresa con la siguiente igualdad:

$$\text{ENERGIA INCORPORADA} = \text{ENERGIA ELIMINADA}$$

Donde:

Energía incorporada	Energía química de los alimentos
Energía eliminada	Energía térmica + energía de trabajo
	+ Energía química almacenada

Para que las funciones fisiológicas se realicen normalmente, el exceso de calor producido debe eliminarse. Los medios que emplea el organismo para conseguirlo son los siguientes:

a) RADIACION

Esta forma de intercambio ocurre en la superficie del cuerpo, y es función de las temperaturas y naturaleza de las superficies radiantes. El calor de la piel afecta la absorción y reflexión de la radiación solar.

b) CONDUCCION

Es la transmisión del calor, utilizando las propiedades de conductividad de los medios que nos rodean. Aquí intervienen en primer lugar, la diferencia de temperaturas entre el cuerpo y el ambiente, y la conductividad del medio.

c) CONVECCION

Consiste en la renovación del aire que, sucesivamente, se pone en contacto con el cuerpo. Al ser calentado el aire por el cuerpo humano, asciende por la disminución de densidad y descarga su calor en otras partes del local. La convección es una vía importante para la redistribución del calor dentro del organismo, a través de la sangre circulante. Este fenómeno sirve para - dos objetivos:

1) Llevar el calor metabólico a la superficie del cuerpo, desde donde se disipa.

2) Transporta el calor de los tejidos activos, por ejemplo: músculos, corazón e hígado, evitando el desarrollo de partes calientes durante los períodos de gran actividad.

d) EVAPORACION

La pérdida por evaporación consta de tres partes:

- 1) El calor que se pierde desde los pulmones a través de la respiración.
- 2) Pérdida de calor por medio del agua vaporizada en la piel, que recibe el nombre de pérdida insensible de calor.
- 3) El calor del sudor evaporado, necesario para regular la temperatura corporal, que se llama pérdida sensible, y es la que tiene capacidad enfriadora de la piel.

2.2.2.2.2.- FACTORES QUE DETERMINAN EL CONFORT.

De lo anteriormente expuesto, se puede decir que para funcionar correctamente en el trabajo, el hombre debe mantener el equilibrio de su temperatura, lo cual se logra controlando los factores siguientes:

A) FACTORES FISICOS.

Son aquellos que afectan al hombre que trabaja en diversos ambientes - de temperatura y humedad inadecuados.

Dentro de los factores físicos que determinan si sentimos calor, frío, o comodidad, son los siguientes:

- 1) Temperatura del aire
- 2) Temperatura radiante
- 3) Humedad del aire.
- 4) Movimiento del aire.

De estos factores la temperatura del aire es la más importante.

Se habla de un ambiente de temperatura ergonómica cuando ésta se mantiene en el orden de los 18° C, en cuyo caso el ambiente ayudará a que el hombre desempeñe sus labores con más efectividad.

Cuando se estudia la temperatura en el ambiente de trabajo se debe considerar lo siguiente:

a) La temperatura ambiente es la temperatura experimentada por una persona en un ambiente dado. Es el resultado del intercambio de calor por convección, conducción y radiación solar.

b) La temperatura efectiva es un índice determinado experimentalmente, que incluye la temperatura, el movimiento del aire y la humedad. El intervalo normal es de 18.3°C, hasta 22.8°C, con una humedad relativa de 20 a 60 %.

c) La temperatura operativa, es la temperatura del cuerpo. Se determina por los efectos acumulativos de todas las fuentes y receptores de calor.

Para que el individuo mantenga una temperatura aceptable en la piel - de aproximadamente 32°C, es necesario una eliminación de calor congruente - con las necesidades de temperatura operativa. Esto se puede expresar con la siguiente ecuación :

$$E = M \pm R \pm C$$

Donde:

E Pérdida de calor por evaporación

M Ganancia de calor por metabolismo

R Intercambio de calor por radiación

C Intercambio de calor por convección

Si el ambiente es de tipo de calor seco, donde la fuente principal es radiadora, el problema fundamentalmente es de ganancia de calor, y se resuelve reduciendo la carga térmica. Si el ambiente de calor húmedo, el problema depende de la pérdida de calor, y su solución es por ventilación y deshumidificación del aire ambiente.

Para estimar el tiempo que una persona puede estar expuesta a un cierto ambiente de calor, es necesario medir la carga de calor. Las mediciones - se pueden hacer sobre el ambiente y la persona.

Cuando se toman mediciones en la persona se utilizan una o más de tres características, que son:

- a) pulso o ritmo cardíaco
- b) Consumo de oxígeno
- c) Temperatura del cuerpo.

El ritmo cardíaco aumentará además por la presencia del calor mientras se efectúa un trabajo particular. La diferencia en el pulso es una medida de la carga de calor sobre la persona. Una regla general que se puede utilizar es que la carga de calor no debe causar un incremento en el pulso de más de 15 latidos por minuto. Otro valor de referencia es que la combinación de la carga de trabajo y la carga ambiental no deben causar un aumento en el ritmo cardíaco de más de 45 latidos por minuto sobre el pulso normal en reposo.

La medición del solo consumo de oxígeno no proporciona una estimación satisfactoria de la carga de calor. Sin embargo, la relación normal entre el ritmo cardíaco y el consumo de oxígeno no se mantendrá cuando se realiza trabajo en presencia de un exceso de calor, y esta variación se puede utilizar como estimación de la carga térmica.

En ergonomía se han establecido tablas con temperaturas favorables a diversos tipos de trabajo como la siguiente:

TIPO DE TRABAJO	TEMPERATURA (EN ° C)
INTELLECTUAL EN POSICION DE SENTADO	21 - 23
LIGERO, EN POSICION DE SENTADO	19
LIGERO, EN POSICION DE PIE	18
PESADO, EN POSICION DE PIE	17
MUY PESADO	15 - 16

Tabla 2.1.- TEMPERATURAS PARA DIVERSOS TIPOS DE TRABAJO

Con relación a las condiciones de humedad, estas determinan en gran parte el calor en el trabajo, así, si la humedad relativa es muy alta, habrá molestias de respiración y problemas de transpiración, y por el contrario si es muy baja aumenta los problemas de respiración y resequedad de la nariz o garganta. Por lo que se recomienda humedades de 30% a 70%, siendo la ideal a 60 %.

Con respecto al control del movimiento del aire, en ocasiones se presentan dificultades para que este produzca condiciones óptimas, especialmente cuando hay pocas ventanas, el techo es bajo, el local es muy largo o pequeño, o hay grandes fluctuaciones en el número de personas usándolo.

B) FACTORES BIOLÓGICOS.

Estos factores son los de orden individual de que dispone el hombre para controlar el calor, y son:

- 1) El grado metabólico
- 2) El aislamiento de la ropa usada.

El grado metabólico disminuye con la edad, por lo que las personas de edad avanzada requieren de temperatura un poco más alta para desempeñar una labor.

2.3.- TEORIA DEL CONFORT

Se entiende por confort ambiental a una manifestación subjetiva de agrado a la persona, durante la permanencia en un ambiente físico determinado.

Confort en lo que a condiciones del clima se refiere es un término medio entre el frío y el calor. Pero más que definir que es el confort, interesa entender de que manera está relacionado con el aspecto fisiológico del

hombre.

Podemos decir que sentir frío equivale a un intercambio de calorías - cuerpo-aire y sentir calor lo contrario.

Se debe comprender de que manera estas pérdidas de calorías se producen, aceleran o retardan para buscar la forma de intervenir sobre ellas. Logrando con esto su regulación, y así obtener el confort.

Los factores siguientes se consideran que influyen en el confort.

- a) Sexo
- b) Superficies de radiación próximas
- c) Educación o hábitos
- d) El temperamento
- e) El grado de sensibilidad
- f) La salud
- g) La fisiología

De este análisis se concluye que el confort es una sensación de comodidad, y por tanto no es medible.

En los EE.UU., la ASHRAE* ha realizado ensayos con respecto a la elaboración de un modelo matemático que sea de tipo orientativo y aproximado -- del grado de confort en un ambiente acondicionado.

Uno de estos ensayos de tipo estadístico que se han hecho, indican lo que sería la media de las sensaciones de un gran número de personas que se encuentren en un local con acondicionamiento del aire. Por lo que se propone la siguiente expresión como un índice de confort, ecuación 2.1.

* American Society of Heating Refrigeration Air-Conditioning Engineers.

$$Y = 0.107 (2.2 T + HR \text{ gri}) \text{ Ec. (2.1)}$$

Donde: T, es la temperatura en °C; HR es la humedad relativa, y gri re presenta los gramos de agua por Kg. de aire seco que podría tener; este dato se obtiene de la tabla 2.3 en la que se tienen los gramos de agua que a diferente temperatura, saturan un Kg. de aire. Así se establecen números del 1 - al 10 que tienen los siguientes significados.

- a).- alrededor de 6 : fresco
- b).- alrededor de 6.5 : desagradable
- c).- alrededor de 7 : agradable
- e).- alrededor de 7.5 : algo cálido.

Todos estos valores son de carácter subjetivo, pues no se tiene en cuenta la época del año, ni las ropas que se usan en cada temporada.

Por otro lado existen tablas como la 2.2., que proporcionan valores más aproximados, puesto que estas toman en cuenta la estación del año y el uso que tenga el local.

Además de la ecuación de confort existe también la carta de temperatura efectiva, que es para el mismo fin que la ecuación 2.1. En esta carta se trata de encontrar una relación entre los factores, temperatura, humedad y movimiento del aire, a fin que produzcan la mayor comodidad posible, para la mayoría de las personas, como se mencionó en la parte 2.1.

En los dos casos la temperatura encontrada se llama temperatura efectiva, que es un índice empírico del grado de calor que percibe un individuo, cuando se expone a diferentes condiciones del aire.

Tabla 2.2.

	VIVIENDA	OFICINAS	TIENDAS	FABRICAS
VERANO, TEMPERATURA °C	26 - 27	24 - 26	26 - 27	26 - 29
INVIERNO, TEMPERATURA °C	20 - 22	20 - 22	18 - 20	17 - 19
VERANO E INVIERNO HUMEDAD RELATIVA %	50 - 52	50 - 52	45 - 50	60 - 65

Tabla 2.3.- Gramos de agua que a diferentes temperaturas, saturan un Kg. de aire.

Temperatura (°C)	gri (gramos agua/Kg aire seco)	Temperatura (°C)	gri (gramos agua/Kg aire seco)	Temperatura (°C)	gri (gramos agua/Kg aire seco)
-5	2.49.	15	10.69	35	36.73
-4	2.70	16	11.41	36	38.95
3	2.94	17	12.17	37	41.29
-2	3.20	18	12.98	38	43.75
-1	3.49	19	13.84	39	46.36
0	3.79	20	14.75	40	49.11
1	4.07	21	15.71	41	52.01
2	4.38	22	16.74	42	55.08
3	4.70	23	17.82	43	58.32
4	5.05	24	18.95	44	61.75
5	5.42	25	20.16	45	65.36
6	5.81	26	21.44	46	69.03
7	6.41	27	27.79	47	73.23
8	6.67	28	24.22	48	77.50
9	7.15	29	25.72	49	82.01
10	7.66	30	27.31	50	86.78
11	8.19	31	29.00		
12	8.76	32	30.78		
13	9.36	33	32.66		
14	10.00	34	34.64		

2.4.- TERMINOLOGIA EMPLEADA.

Con el objeto de una clara comprensión sobre la teoría del aire acondicionado y de la Ergonomía, y por razón de amplitud de este tema, incluimos - como referencia en este apartado una lista de definiciones de la terminología usada frecuentemente en estas especialidades:

También tiene como objetivo que las personas que lean este trabajo rápidamente comprendan su contenido sin tener que interrumpir su lectura para buscar definiciones en diccionarios comunes, pues aquí tratamos de dar las - utilizadas por personas de la especialidad y dentro de la práctica.

1) ANTROPOMETRIA.- Estudio de la proporción y medidas de las diversas partes del cuerpo humano, tales como: estatura, peso, longitud de los brazos, altura de los hombros, etc., en torno a un promedio. Se ocupa del funcionamiento de las diversas palancas musculares e investiga las fuerzas que pueden aplicarse según las diversas posiciones de los diferentes grupos de músculos.

2) BIOMECANICA.- Explicación física y mecánica de cierto número de fenómenos vitales (Ingeniería humana).

3) CALOR.- Es una forma de energía en tránsito a través de los límites de un sistema en que no existe transferencia de masa, y que no puede almacenarse, esta transferencia de energía se realiza como consecuencia de una diferencia de temperatura entre el sistema y sus alrededores.

El calor queda definido por su intensidad y por su cantidad; la intensidad se mide en unidades de temperatura y la cantidad, en unidades de calor.

4) CALOR LATENTE.- Es el calor absorbido o desprendido por una sustancia cuando cambia de estado, físico, sin cambiar su temperatura.

5) CALOR SENSIBLE.- Es el calor que absorbe o desprende la sustancia cuando aumenta su temperatura, sin que el cuerpo cambie de estado. Su intensidad se mide por medio de un termómetro común y se denomina temperatura de bulbo seco.

6) CONDUCTIVIDAD TERMICA.- Es una propiedad del material e indica la cantidad de calor que fluirá a través de una área unitaria si el gradiente de temperatura es la unidad.

7) CONDUCCION.- Proceso en el cual fluye el calor desde una región de temperatura alta a una región de temperatura baja, dentro de un medio (sólido, líquido o gaseoso) o entre medios diferentes en contacto físico directo.

8) CONVECCION.- Es un proceso de transporte de energía por acción combinada de conducción de calor, almacenamiento de energía y movimiento de mezcla tiene gran importancia como mecanismo de transferencia de energía entre una superficie sólida y un líquido o un gas. La convección se clasifica en convección libre y convección forzada, en la primera el movimiento de mezcla se realiza únicamente por diferencia de densidades, causado por los gradientes de temperatura; para la segunda el movimiento es inducido por un agente externo, tal como una bomba o un agitador.

9) CALENTAMIENTO Y HUMIDIFICACION.- Mediante este proceso se puede obtener las condiciones deseadas de las siguientes maneras:

a) Haciendo pasar el aire por un banco de resistencias eléctricas, y -

posteriormente por una corriente de vapor de agua.

b) El aire se puede calentar y humidificar simultáneamente haciéndolo pasar por rociadores de agua caliente o bien sobre charolas que contengan - agua caliente. El agua que se utiliza deberá calentarse continuamente durante el proceso a fin de suministrar el calor latente requerido para evaporarla.

10) CALENTAMIENTO Y DESHUMIDIFICACION.- El calentamiento y la deshumidificación simultáneas se puede realizar haciendo pasar el aire por un absorbente sólido o a través de un líquido absorbente. En ambos casos el absorbente tendrá una presión de vapor de agua que la del aire.

La humedad se condensa fuera del aire; en consecuencia, el calor latente se libera y aumenta el calor sensible del aire.

Para absorbentes sólidos se usa la sílice, la alúmina, etc., y para los absorbentes líquidos, sales orgánicas o compuestos orgánicos.

11) CIBERNETICA.- Estudio científico de mensajes y mecanismos reguladores o de control (especialmente aquellos que implican realimentación), sean hallados en máquinas, personas, grupos sociales o instituciones. De este conjunto definido proviene la sugerencia de que los procesos psíquicos deben -- considerarse como mensajes que tienen propiedades generales semejantes a -- otros mensajes.

12) EFICIENCIA.- En general eficiencia es la relación de lo que es realmente a lo que debe ser teóricamente.

Eficiencia del organismo humano (razón del trabajo físico efectuado a la energía neta utilizada, ambos en calorías) durante condiciones de trabajo moderado.

Este concepto es confundido algunas veces con eficacia (que es la habilidad innata en los seres humanos para lograr un efecto determinado, es decir, es una fuerza para realizar algo). A diferencia de la eficiencia, que es la medición de este efecto logrado.

13) ESTRES .- Fuerza aplicada a un sistema, suficiente para causar tensión o distorsión en el sistema, y cuando es muy grande, para alterarlo hacia una nueva forma. El término puede restringirse a la fuerza y sistemas físicos o extenderse a los psicológicos.

Los efectos del estres debido al calor sobre la realización de actividades mentales están relacionados con las condiciones ambientales; tales como la temperatura efectiva y la duración del trabajo.

14) ESCAPULA.-Es un hueso (es decir, uno por lado) que forma parte de la articulación del hombro correspondiente. Tiene forma de ala y es plano.

15) ENTALPIA.- Para un proceso a presión constante y volumen constante, define a la cantidad de calor que posee el aire en una circunstancia dada. - Es la energía que tiene el aire, a partir de los 0°C.

16) ENFRIAMIENTO Y DESHUMIDIFICACION.- Haciendo pasar sobre superficies frías o a través de rociadores de agua fría, el aire se enfría y deshumidifica simultáneamente.

En una lavadora de aire, el agua se enfría por medios externos y luego se recircula continuamente en la cámara de rociado.

En un equipo de aire acondicionado convencional, este proceso se obtiene utilizando un serpentín de refrigeración, cuya temperatura de rocío se encuentra más abajo que la temperatura de rocío del aire inicial.

En los procesos prácticos, no se obtiene el punto de saturación, sino un poco antes, con su respectivo "efecto equivalente de by pass".

17) ENFRIAMIENTO Y HUMIDIFICACION.- Este proceso se obtiene en una lavadora de aire típica, en donde el agua misma sin ser enfriada o calentada se está recirculando continuamente, teniendo un enfriamiento y humidificación - simultáneamente del aire.

18) FATIGA.- Las definiciones sobre la naturaleza de la fatiga son numerosas, así como las investigaciones hechas. Las investigaciones psicológicas se han interesado también por los efectos de varias condiciones ambientales de eficiencia en el trabajo. Los factores ambientales más importantes que se han investigado incluyen los efectos de la temperatura, el ruido, la iluminación, la ventilación y, últimamente, las vibraciones, el aislamiento, las tensiones y las fuerzas de gravedad.

En general la fatiga se refiere a un grupo de fenómenos asociados a la disminución o pérdida de la eficiencia y habilidad y el desarrollo de ansiedad, frustración o aburrimiento en el individuo.

19) FISILOGIA.- Es la ciencia que estudia las funciones de los organismos vivos.

20) HUMEDAD RELATIVA.- Es la relación entre la cantidad efectiva de humedad (humedad absoluta) de una mezcla de aire y vapor de agua, y la cantidad máxima de humedad que la mezcla es capaz de absorber a la misma temperatura y presión. Es común expresarla como un porcentaje del peso de humedad - por metro cúbico correspondiente a la saturación.

21) HUMEDAD ESPECIFICA.- Es el peso de la cantidad de humedad mezclada en la unidad de peso de aire seco.

22) HUMEDAD ABSOLUTA.- Es la proporción de vapor de agua contenida en - una determinada cantidad de aire y se expresa en gramos de agua por metro cú bico de aire.

23) HOMEOTERMIA.- Es la capacidad que tiene el hombre para mantener su sangre caliente.

24) METABOLISMO.- Proceso químico colectivo que convierte los alimentos de dos maneras, denominadas trabajo mecánico y calor.

25) PRESION PARCIAL DEL VAPOR.- Es la presión ejercida por el vapor de agua en el aire atmosférico.

26) PRODUCTIVIDAD.- El concepto de productividad, no obstante la variedad de significados y la ambigüedad con que frecuentemente se utiliza, está asociado invariablemente, a la relación entre el resultado obtenido y los - medios empleados, y se puede expresar matemáticamente como sigue:

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{RESULTADOS OBTENIDOS}}{\text{MEDIOS EMPLEADOS}}$$

La palabra productividad no es nueva. Lo que es realmente es la aplicación de esta en los problemas políticos, económicos, técnicos y sociales. En ocasiones se toma la palabra eficiencia como sinónimo de productividad, aunque esta última engloba el aspecto de eficiencia y rendimiento.

27) PSICOLOGIA.- Ciencia que estudia las reacciones dinámicas de la con ducta humana, sus experiencias subjetivas y las relaciones que hay entre - - ellas.

28) RADIACION.- Proceso mediante el cual fluye el calor desde un cuerpo de alta temperatura a uno de baja temperatura, cuando están separados por un espacio que puede ser el vacío. El movimiento del calor radiante en el espa-

cio es similar al de la propagación de la luz y puede describirse por medio de la teoría ondulatoria.

29) REFRIGERACION.- Rama de la ciencia que trata del proceso de reducir y mantener más baja que su alrededor, la temperatura de un espacio dado o de un producto.

Los procesos de refrigeración se clasifican en sensibles y latentes.

30) RENDIMIENTO.- Aprovechamiento en la ejecución, medido generalmente por una tarea o prueba estandarizada.

También se puede definir como el éxito como resultado de un esfuerzo - en pro de un fin deseado. (rendimiento se aplica más bien al resultado en - pruebas pedagógicas; es decir, implica una demostración de pericia adquirida y no una capacidad congénita.

31) SUBJETIVO.- En casi todos los casos (término ambiguo). Intrínseca-- mente inaccesible a la observación de más de una persona; experiencia que se caracteriza como necesariamente perteneciente sólo al que la experimenta.

32) TEMPERATURA.- La temperatura es una propiedad termodinámica comun-- mente empleada, pero es difícil definir. Generalmente se asocia con la actividad molecular de una sustancia, o se define indirectamente, y es la medida de la intensidad del calor de la sustancia.

La ley cero de la termodinámica postula la existencia de esta propie-- dad a través del equilibrio térmico.

33) TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO.- Es la temperatura termodinámica que - nos indica la cantidad total de calor contenida en el aire. Indicando el ter - mómetro la temperatura a que está evaporándose el agua.

34) TEMPERATURA DE BULBO SECO.- Es la medida del calor sensible del aire.

35) TEMPERATURA DE ROCIO.- Se refiere a la temperatura de saturación correspondiente a la presión de vapor de agua presente en el aire; en otras palabras es la temperatura a la cual se inicia la condensación del vapor saturado al quitarle calor a una mezcla aire-vapor.

C A P I T U L O I I I
P R O Y E C T O

	Página
3.1.- BASES DEL DISEÑO	48
3.1.1.- CONDICIONES DEL PROYECTO	48
3.2.- CALCULO DE LA CARGA TERMICA	49
3.2.1.- CARGA DE REFRIGERACION	50
3.2.2.- CONDUCTIVIDADES TERMICAS EMPLEADAS	52
3.2.3.- CALCULO DE LOS COEFICIENTES GLOBALES	52
3.2.4.- CALCULO DE AREAS	59
3.2.5.- GANANCIAS DE CALOR POR CONDUCCION	63
3.2.6.- GANANCIAS DE CALOR POR RADIACION	64
3.2.7.- GANANCIAS DE CALOR POR PERSONA	66
3.2.8.- GANANCIAS DE CALOR POR ALUMBRADO	68
3.2.9.- CALCULO DEL FACTOR DE CALOR SENSIBLE	71
3.2.10.- CALCULO DEL FLUJO MASICO DE AIRE	72
3.2.11.- CALCULO DE LAS CONDICIONES DE MEZCLA	76
3.2.12.- CALCULO DE LA CAPACIDAD DEL EQUIPO	77
3.3.- DISTRIBUCION DEL AIRE	79
3.3.1.- DISTRIBUCION DEL AIRE POR LOCAL	80
3.4.- DIMENSIONAMIENTO DE DUCTOS	84
3.4.1.- DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE DUCTOS	84
3.4.2.- PRESION ESTATICA DEL SISTEMA DE DUCTOS	85

III.- PROYECTO

Como el proyecto de la biblioteca no contempló en un principio la instalación de atmósfera controlada resulta por ende un costo más elevado, pues se agudizan los problemas de adaptación. Por otro lado si se hubieran considerado desde el inicio de la construcción resultaría más económico realizar la instalación como parte del diseño original a través de una planeación y coordinación adecuada.

En todo proyecto existe un estudio técnico y otro económico íntimamente relacionados y que se condicionan recíprocamente. Por ello el proyecto mejorará en la medida en que se logre la adecuada combinación técnico-económica, de aquí la importancia de un buen trabajo de equipo.

En este capítulo se desarrollan los pasos que intervienen en acondicionamiento de aire, siguiendo la secuencia; desde conocer la cantidad de aire, balance térmico, hasta los elementos auxiliares para transportarlo y distribuirlo a las áreas consideradas en el cálculo, y la selección adecuada del equipo para obtener un mayor aprovechamiento del sistema.

3.1.- BASES DEL DISEÑO.

Existen diversas opiniones de selección para las condiciones ambientales de diseño exteriores de un lugar específico, por lo que para este proyecto nos referimos a las normas AMICA (ASOCIACION DE INGENIEROS EN CALEFACCION Y ACONDICIONAMIENTO DE AIRE), 1-1956.

Es importante hacer un estudio completo con la más posible exactitud del cálculo y selección de los componentes del sistema para el óptimo aprovechamiento del mismo.

3.1.1.- CONDICIONES DEL PROYECTO.

De acuerdo a las condiciones climatológicas del lugar, solamente consideraremos un sistema de acondicionamiento de aire para verano.

Las condiciones del proyecto son:

a) LOCALIZACION

El edificio se encuentra situado en el estado de México (Texcoco), a 19.31° latitud norte, 2 215 m. de altura sobre el nivel del mar.

b) CONDICIONES EXTERIORES

Temperatura de bulbo seco (tbs)	32°C.
Temperatura de bulbo húmedo (tbh)	19°C.
Presión atmosférica	588 mm Hg.

Las condiciones de diseño exteriores e interiores, fueron obtenidas de la tabla 1-1956 de la norma (AMICA).

c) CONDICIONES INTERIORES

Temperatura de bulbo seco (tbs)	24.5°C.
Humedad relativa (Ø)	50%.

Estos valores se consideran en "ERGONOMIA" como óptimos, que coinciden también con las tablas existentes que fueron obtenidas de una combinación de la temperatura efectiva y con la carta de comodidad.

3.2.- CALCULO DE LA CARGA TERMICA

En la evaluación de un problema de acondicionamiento de aire, el análisis de las ganancias de calor que intervienen son de gran importancia; las ganancias por transferencia de calor que afectan son:

- a) Radiación
- b) Conducción
- c) Convección

Un estudio cuidadoso de los diferentes componentes que afectan térmicamente el espacio por acondicionar da como resultado una estimación más real de las cargas térmicas.

3.2.1.- CARGA DE REFRIGERACION

La cantidad de calor que se tiene que remover del local se debe a la siguiente ganancia de calor:

- a) Cargas debidas a la radiación solar.
- b) Cargas debidas a personas, las cuales emiten calor por radiación, convección, y, también vapor de agua.
- c) Cargas debidas a alumbrado eléctrico.

La cantidad de calor transmitida a través de muros, pisos, puertas, etc. puede ser calculada por medio de la fórmula 3.1.

$$Q = \frac{A}{L} K (t_{ext.} - t_{int.}) \quad \text{fórmula (3.1)}$$

Donde:

Q	Calor transmitido (watts)
A	Area (m ²)
L	Espesor del material (m)
(t _{ext.} -t _{int.})	Diferencia de temp. (°C)
K	Coefficiente de conductividad térmica del material $\left(\frac{\text{watts}}{\text{m} \cdot \text{C}} \right)$

De la Figura 3.A Se deduce la fórmula anterior, que consiste de un elemento de división , de material homogéneo entre dos masas de aire de tem-

peraturas diferentes.

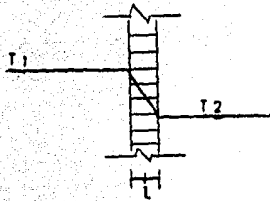


Fig. 3.A.- ELEMENTO DE DIVISION DE UN MATERIAL

Si la Temp. Ext. es $>$ temp int. el flujo de calor es del exterior hacia el interior y viceversa.

Para una pared compuesta de tres materiales se tiene la Fig. 3.B.

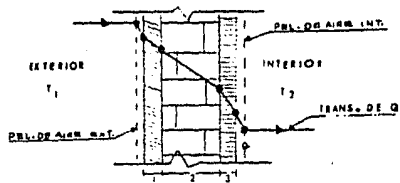


Fig. 3.B.- PARED COMPUESTA DE TRES MATERIALES

Para este caso no se puede aplicar la fórmula 3.1, por que no conocemos el espesor de la película del aire. Por lo tanto la fórmula general para obtener la transmisión de calor para paredes de varios materiales es la siguiente:

$$Q = AU(te-ti)$$

donde

fórmula (3.2)

Q

Ganancia de calor (Watts)

U	Coefficiente global de transmisión de calor	(watts/m ² °C)
A	Area	(m ²)
(te-ti)	Diferencia de temperaturas entre el exterior e interior de la pared	(°C)

3.2.2.- CONDUCTIVIDADES TERMICAS EMPLEADAS (K)

CONCEPTO	SIMBOLO	(Watts/m ² °C)
Losa de concreto	K _{LC}	1.27
Vidrio	K _v	0.813
Yeso	K _y	0.160
Aplanado	K _A	0.697
Tirol	K _T	0.160
Impermeabilizante	K _I	0.174
Coefficiente de película de aire exterior	he	34 (Watts/m ² °C)
Coefficiente de película de aire interior	hi	9.33 (Watts/m ² °C)

Valores obtenidos de los apuntes del Ing. DE ANDA Fac. de Arquitectura UNAM. 1985.

3.2.3.- CALCULO DE LOS COEFICIENTES GLOBALES DE TRANSFERENCIA DE CALOR

El cálculo del coeficiente global de transferencia de calor para los diferentes materiales se obtiene de la siguiente relación:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_i} + \frac{L_1}{K_1} + \frac{L_2}{K_2} + \dots + \frac{L_n}{K_n}}$$

donde

- h_e Coeficiente de película del aire exterior
 h_i Coeficiente de película del aire interior.
 L Espesor del material homogéneo.
 K Conductividad térmica del material.

Así por ejemplo; para el muro exterior que está compuesto de un solo material el coeficiente es el siguiente.

a).- Muro exterior

$$U = \frac{1}{\frac{1}{34} + \frac{1}{9.33} + \frac{.15}{1.27}} ; \quad U = 3.92 \frac{\text{watts}}{\text{m}^2\text{°C}}$$

La tabla 3.1 resume los coeficientes globales de transferencia de calor.

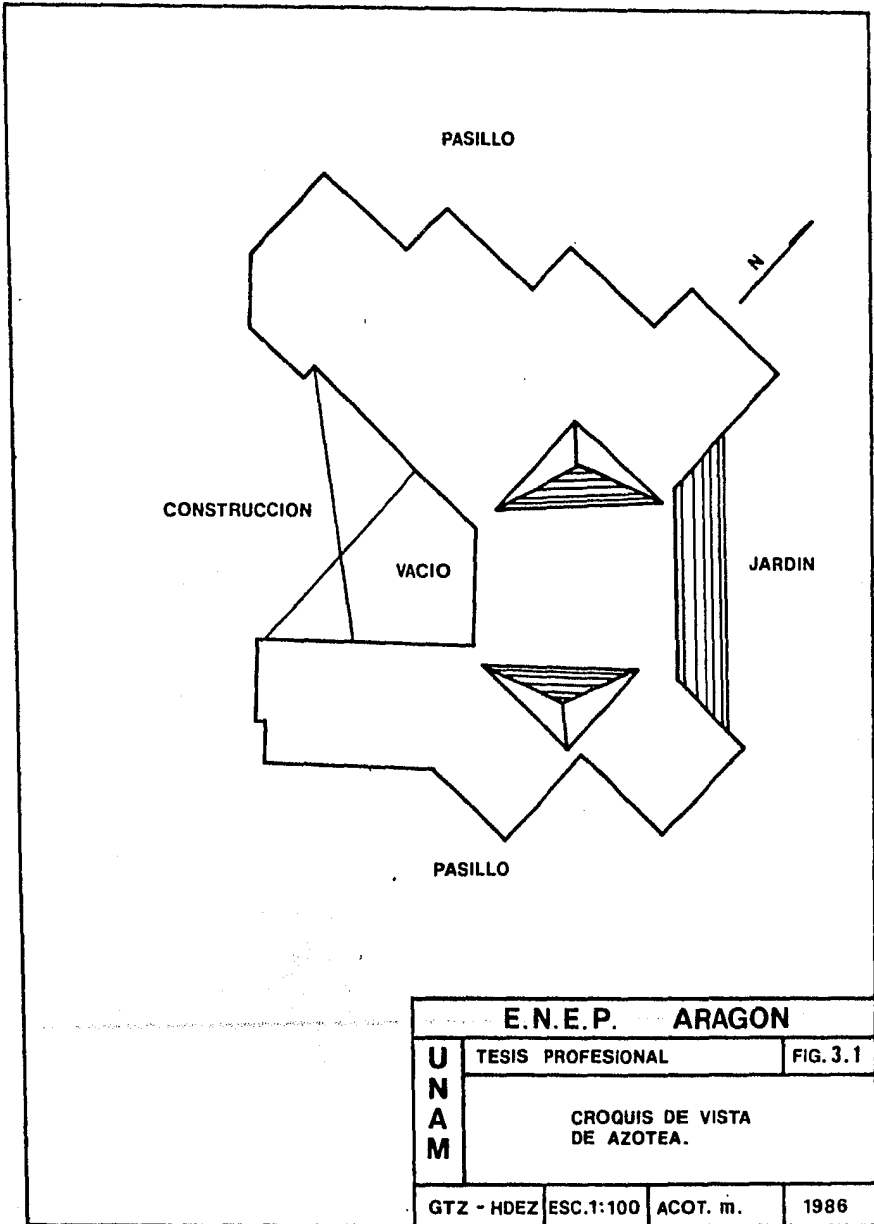
CONCEPTO	CARACTERISTICAS DEL MATERIAL	(Watts/m ² °C)
MURO EXT.	CONCRETO DE 0.15 m	3.92
MURO INT.	CONCRETO DE 0.15 m	3
MURO INT.	CONCRETO DE .15 m, APLANADO .019 m	2.78
TECHO	CONC. 45 m, TIROL Y YESO .09m, imp. .015m	1.23
PTAS. VENT.	EXT. DE VIDRIO DE .019 m	6.25
PTAS. VENT.	INT. DE VIDRIO DE .019 m	4.21
CANCEL INT.	VIDRIO DE 0.019 m	4.21
FALDON EXT.	CONCRETO DE .15 m	3.92

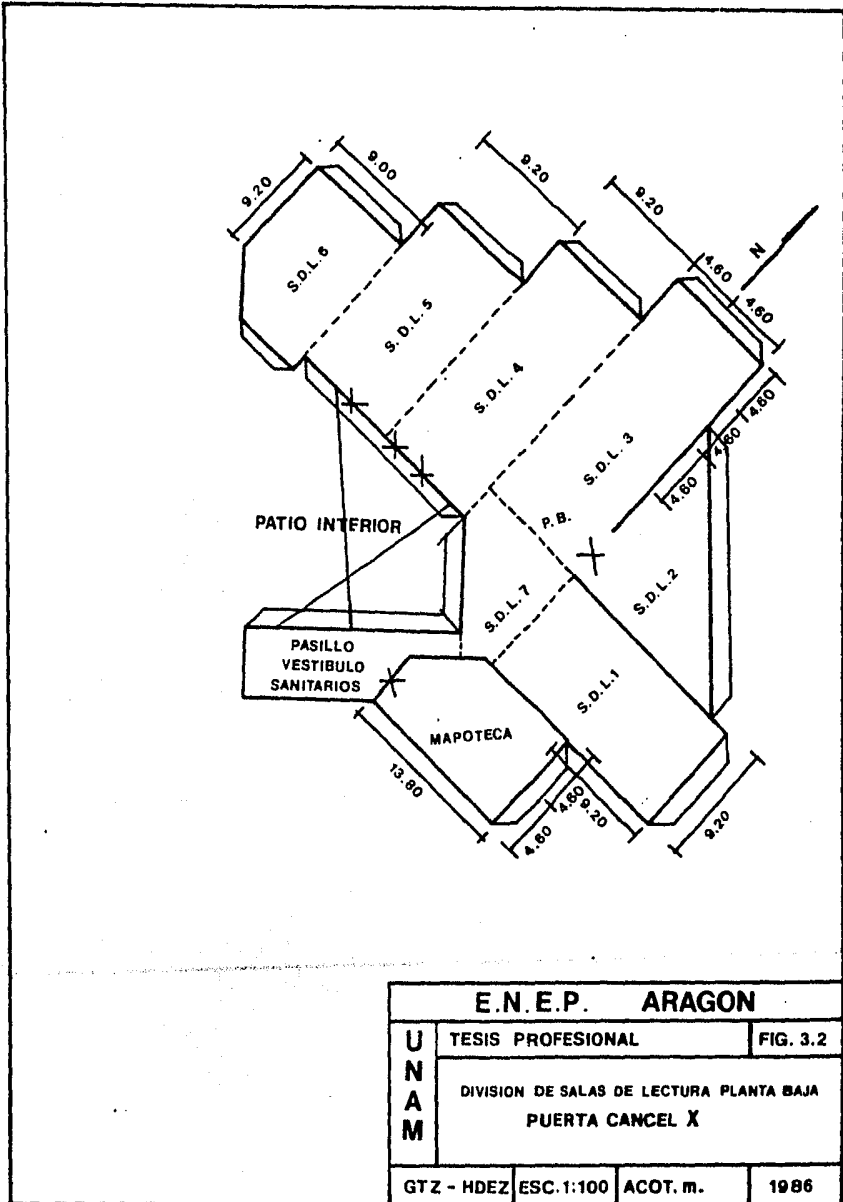
Tabla 3.1.- COEFICIENTES GLOBALES DE TRANSFERENCIA DE CALOR.

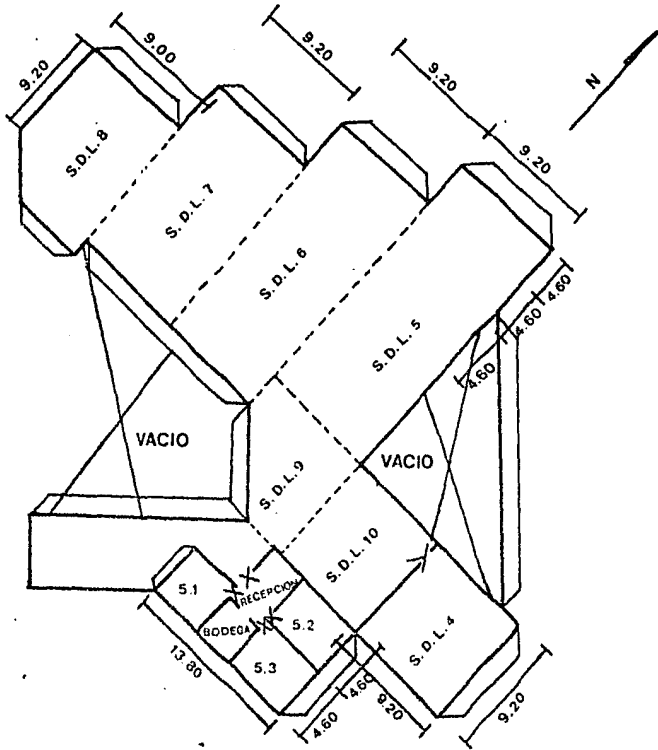
3.2.4.- CALCULO DE AREAS

Para continuar el cálculo de la carga térmica es necesario conocer la distribución interna y las áreas de fachada del edificio donde existe transferencia de calor.

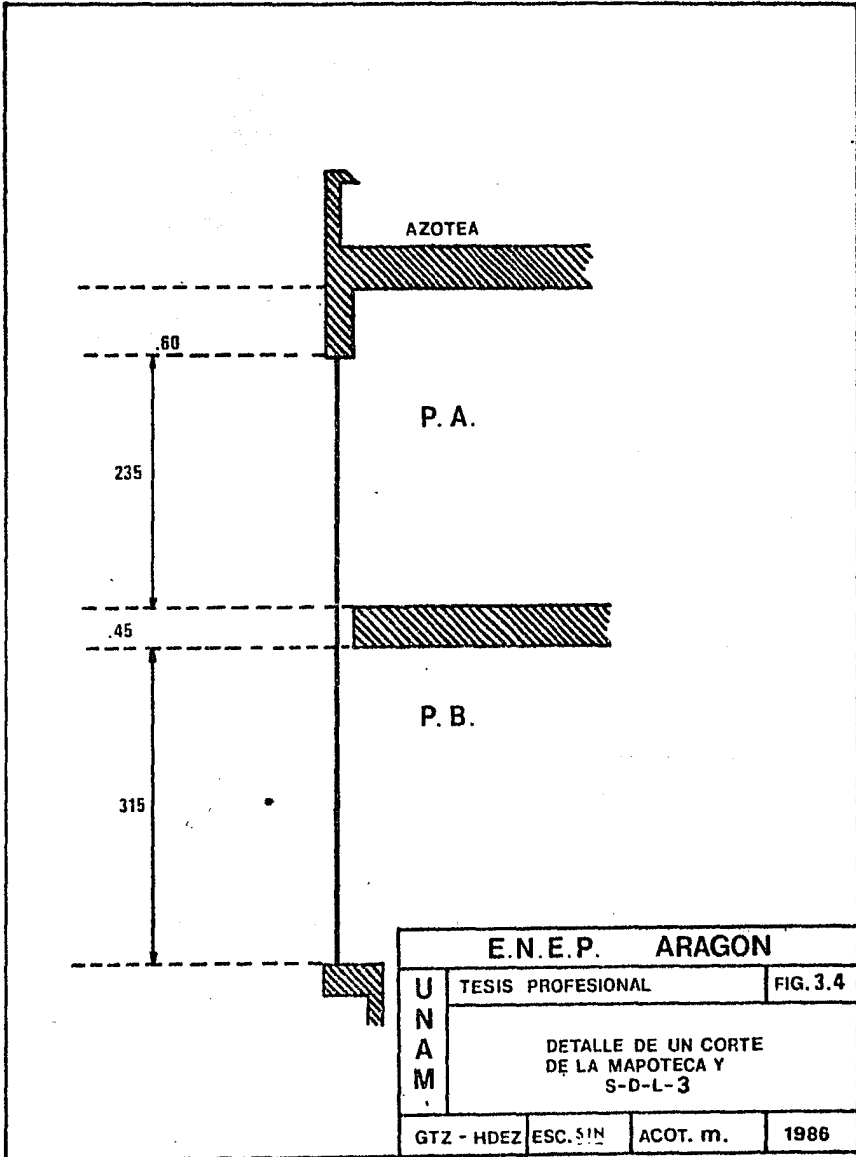
Para calcular la carga térmica y hacer la distribución del aire, fue necesario dividir el área total como si se tratara de locales independientes como puede observarse en los croquis 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4.







E.N.E.P. ARAGON			
U N A M	TESIS PROFESIONAL		FIG. 3.3
	DIVISION DE SALAS DE LECTURA PLANTA ALTA PUERTA X		
GTZ - HDEZ	ESC. 1:100	ACOT. m.	1986



Por cuestiones de espacio y para hacer más entendible el análisis referente a las áreas se resumen estas en las tablas 3.2 y 3.3.

	DESCRIPCION	LOCALIZACION	AREA m ²
M A P O T E C A	MURO EXTERIOR	SUR	23.6
	MURO INTERIOR	SUR	19
	MURO INTERIOR	NORTE	29
	MURO INTERIOR	NOROESTE	19.5
	CANCEL INTERIOR	OESTE	14.5
	VENTANA EXTERIOR	ESTE	29
	TECHO		116.5
	PISO		116.5
S D L 1	MURO EXTERIOR	SUR	29
	MURO INTERIOR	SUR	29
	MURO INTERIOR	NORTE	52
	MURO EXTERIOR	NORTE	5.7
	VENTANA EXTERIOR	ESTE	29
	PISO		169
TECHO		169	
S D L 2	MURO INTERIOR	SUR	51.7
	MURO INTERIOR	OESTE	37.5
	CANCEL INTERIOR	OESTE	14
	VENTANA EXTERIOR	NORESTE	41
	TRAPECIO	NORESTE	41
	FALDON EXTERIOR	NORESTE	10.5
	TECHO		135
PISO		135	
S D L 3	MURO EXTERIOR	ESTE	21
	MURO INTERIOR	ESTE	37.5
	CANCEL INTERIOR	ESTE	14
	VENTANA EXTERIOR	NORTE	29
	MURO EXTERIOR	OESTE	14.5
	PISO		212
	TECHO		212

TABLA 3.2.- AREAS DE LA PLANTA BAJA.

Continúa la tabla 3.2.

	DESCRIPCION	LOCALIZACION	A R E A m ²
S. D. L. 4	CANCEL EXTERIOR	SUR	29
	VENTANA EXTERIOR	NORTE	29
	MURO EXTERIOR	OESTE	14.5
	PISO		184
	TECHO		184
S. D. L. 5	CANCEL EXTERIOR	SUR	29
	VENTANA EXTERIOR	NORTE	29
	MURO EXTERIOR	OESTE	14.5
	PISO		184
	TECHO		184
S. D. L. 6	CANCEL EXTERIOR	SUR	15
	VENTANA EXTERIOR	NORTE	28
	MURO EXTERIOR	OESTE	29
	VENTANA EXTERIOR	ESTE	8.5
	VENTANA EXTERIOR	SUROESTE	12
	PISO	PISO	85
	TECHO	TECHO	85
S. D. L. 7	VENTANA EXTERIOR	SUROESTE	30
	PISO		60.5
	TECHO		60.5

	DESCRIPCION	LOCALIZACION	AREA m ²
S. 1	MURO INTERIOR	SUR	14.5
	MURO INTERIOR	NORTE	14.5
	MURO INTERIOR	ESTE	11
	PUERTA INTERIOR	ESTE	2.6
	TECHO		21
	PISO		21
S. 2	VENTANA EXTERIOR	ESTE	12
	CANCEL INTERIOR	SUR	15
	MURO INTERIOR	NORTE	19
	MURO INTERIOR	OESTE	11.5
	PUERTA INTERIOR	OESTE	2
	FALDON INTERIOR	ESTE	3
	TECHO		3
	PISO		3
S. 3	VENTANA EXTERIOR	ESTE	12
	MURO EXTERIOR	SUR	19
	MURO EXTERIOR	OESTE	11.5
	PUERTA INTERIOR	OESTE	2
	FALDON	ESTE	2.8
	TECHO		28
	PISO		28
S. D. L. 4	VENTANA EXTERIOR	ESTE	23.5
	MURO EXTERIOR	SUR	23.5
	MURO INTERIOR	NORTE	23
	MURO EXTERIOR	NORTE	6
	FALDON	ESTE	5.5
	TECHO		
	PISO		
	CANCEL INTERIOR	OESTE	23.5
S. D. L. 5	VENTANA EXTERIOR	NORTE	23.5
	MURO EXTERIOR	OESTE	14.5
	MURO EXTERIOR	ESTE	21
	MURO INTERIOR	ESTE	52
	FALDON	NORTE	5.52
	TECHO		212
	PISO		212

TABLA 3.3.- AREAS DE LA PLANTA ALTA

Continúa la tabla 3.3.

	DESCRIPCION	LOCALIZACION	A R E A m ²
S. D. L. 6	VENTANA EXTERIOR	NORTE	23.5
	MURO EXTERIOR	OESTE	14.5
	FALDON EXTERIOR	NORTE	5.5
	VENTANA EXTERIOR	SUR	15.7
	FALDON SUPERIOR	SUR	5.5
	FALDON INTERIOR	SUR	8.3
	TECHO		18.4
	PISO		18.4
S. D. L. 7	VENTANA EXTERIOR	SUR	15.7
	VENTANA EXTERIOR	NORTE	23.5
	MURO EXTERIOR	OESTE	14.5
	FALDON EXTERIOR	NORTE	5.5
	FALDON EXT. SUP.	SUR	5.5
	FALDON EXT. INT. RECHO	SUR	8. 149.
S. D. L. 8	VENTANA EXTERIOR	NORTE	23
	CANCEL INTERIOR	SUR	13
	VENTANA INTERIOR	SUROESTE	10
	MURO EXTERIOR	OESTE	29
	FALDON EXTERIOR	NORTE	5.4
	TECHO		110.
	PISO		110
S. D. L. 9	VENTANA EXTERIOR	SUROESTE	24
	FALDON INFERIOR	SUROESTE	8.5
	FALDON SUPERIOR	SUROESTE	5.7
	TECHO		47.5
S. L. 10	TECHO		84.64

3.2.5.- GANANCIAS DE CALOR POR CONDUCCION

Las ganancias de calor por conducción* se deben generalmente al flujo de calor que existe del exterior al interior del local a través de muros, - ventanas, azoteas, pisos etc. y su valor puede determinarse de la ecuación - de FOURIER (3.2).

Las ganancias de calor por conducción se calculan a partir de los datos de las tablas 3.2 y 3.3 y se resumen en la tabla 3.4.

PLANTA BAJA		PLANTA ALTA	
LOCAL	Qs (Watts)	LOCAL	Qs Watts
MAPOTECA	2839	S.1	793
S.D.L.1	2177	S.2	885
S.D.L.2	2495	S.3	1593
S.D.L.3	2442	S.D.L.4	2490
S.D.L.4	3142	S.D.L.5	4250
S.D.L.5	3142	S.D.L.6	4523
S.D.L.6	3604	S.D.L.7	4183
S.D.L.7	1402	S.D.L.8	3978
		S.D.L.9	1991
		S.D.L.10	780
TOTAL	21441	TOTAL	25916

TABLA 3.4.- GANANCIAS DE CALOR POR CONDUCCION.

* El flujo de calor será siempre del cuerpo de mayor al de menor temperatura.

3.2.6.- GANANCIAS DE CALOR POR RADIACION.

La ganancia de calor por radiación se divide en dos partes fundamentales :

- a) Calor transmitido a través de cristales y absorbido por el interior del espacio por acondicionar.
- b) Calor absorbido por muros y azoteas y transferidos al interior del local por acondicionar.

Antes de realizar el cálculo es importante establecer sus características.

a) Se trata de una carga fija, y es independiente de la diferencia de temperatura exterior - interior.

b) La cantidad de calor es función de la incidencia del sol, que depende de la hora, la fecha, la altitud y orientación del local.

c) No hay retardo en su efecto como ocurre con la conductividad de muros y azoteas.

NOTA:- Los valores máximos de calor se tomaron de la tabla 15 de los apuntes del IMSS, para los meses de abril 20 y agosto 24 con orientación y latitud correspondiente a las 8 AM para P.B y 10 AM. para P.A.

GANANCIA DE CALOR POR RADIACION (EFECTO SOLAR)

DESCRIPCION	(WATTS) GANANCIA
MAPOTECA	8694
S.D.L.1	8694
S.D.L.2	9460
S.D.L.3	733
S.D.L.4	271
S.D.L.5	271
S.D.L.6	1540
S.D.L.7	0
TOTAL	29663

TABLA 3.5.- GANANCIA DE CALOR POR RADIACION PLANTA BAJA

DESCRIPCION	(WATTS) GANANCIA
S.1	248
S.2	2600
S.3	2600
S.D.L.4	5633
S.D.L.5	2534
S.D.L.6	2302
S.D.L.7	1895
S.D.L.8	3031
S.D.L.9	644
S.D.L.10	990
TOTAL	22447

TABLA 3.6.- GANANCIA DE CALOR POR RADIACION PLANTA ALTA.

3.2.7.- GANANCIA DE CALOR POR PERSONA.

El calor producido por las personas depende del tipo de actividad desarrollada y de la temperatura interior del espacio por acondicionar.

Para nuestro caso de tablas* con temperatura interior de 25°C y con aplicación para biblioteca, el q_s y q_L por persona adulta es:

$$q_s = 62.995 \text{ watts}$$

$$q_L = 54.205 \text{ watts}$$

En la siguiente tabla 3.7. se muestran las ganancias de calor por persona de cada local y por planta.

Para tomar el número de gente que está en la biblioteca se considera además un factor de ocupación de 0.8

* Tablas del IMSS 1981.

TABLA 3.7.- GANANCIA DE CALOR POR PERSONAS.

PLANTA BAJA				PLANTA ALTA			
LOCAL	Q_s (WATTS)	Q_l (WATTS)	No. de Personas	LOCAL	Q_s (WATTS)	Q_l (WATTS)	Personas
MAPOTECA	2015	1734	32	S.1	566	487	9
S.D.L.1	3150	2710	50	S.2	566	487	9
S.D.L.2	2267	1951	36	S.3	566	487	0
S.D.L.3	4094	3523	65	S.D.L.4	2015	1734	32
S.D.L.4	3150	2710	50	S.D.L.5	3150	2710	50
S.D.L.5	2519	2168	40	S.D.L.6	2519	2168	40
S.D.L.6	2267	1951	36	S.D.L.7	2267	1951	36
S.D.L.7	1574	1355	25	S.D.L.8	1574	1355	25
				S.D.L.9	1574	1355	25
				S.D.L.10	1763	1517	28
TOTAL	21036	18162	334	TOTAL	16560	14251	263

3.2.8.- GANANCIAS DE CALOR POR ALUMBRADO.

El alumbrado es una fuente de calor sensible y se transmite por radiación, convección y conducción considerablemente.

Son cargas fijas por consecuencia de la transferencia de la energía eléctrica en calor debida al efecto Joule.

Por este fenómeno la eficiencia de las lámparas incandescentes es muy baja, pues transforman 90% de la energía absorbida en calor, y solamente 10% transforman en luz.

Los tubos fluorescentes transforman 50% en calor por conducción y convección y solamente 25% en luz.

Por esta razón la ganancia de calor por alumbrado afecta las condiciones ambientales del local, como se puede observar en la tabla 3.8.

Así el calor generado por las lámparas de instalación es:

a) Planta baja

166 lámparas de 75 watts cada una
 40 lámparas de 40 watts cada una
 35 lámparas de 100 watts cada una

b) Planta alta

176 lámparas de 75 watts cada una
 36 lámparas de 40 watts cada una
 15 lámparas de 100 watts cada una

PLANTA BAJA			PLANTA ALTA		
LOCAL	No. DE LAMP.	Q _s (WATTS)	LOCAL	No. DE LAMP.	Q _s (WATTS)
MAPOTECA	18	812	S.1	8	361
S.D.L.1	21	698	S.2	8	361
S.D.L.2	10	602	S.3	8	361
S.D.L.3	50	1962	S.D.L.4	29	1083
S.D.L.4	51	2348	S.D.L.5	32	1191
S.D.L.5	39	1806	S.D.L.6	51	2348
S.D.L.6	33	1625	S.D.L.7	39	1806
S.D.L.7	19	710	S.D.L.8	33	1625
			S.D.L.9	12	288
			S.D.L.10	12	288

TABLA 3.8.- GANANCIA DE CALOR POR ALUMBRADO.

NOTA.- Al alumbrado se le aplicó un factor de utilización de 0.70.

PLANTA BAJA			PLANTA ALTA		
LOCAL	Qs (WATTS)	QL (WATTS)	LOCAL	Qs (WATTS)	QL (WATTS)
MAPOTECA	14360	1734	S.1	1968	487
S.D.L.1	14919	2710	S.2	4412	787
S.D.L.2	14822	1951	S.3	5120	487
S.D.L.3	9231	3523	S.D.L.4	11221	1734
S.D.L.4	8911	2710	S.D.L.5	11145	2710
S.D.L.5	7738	2168	S.D.L.6	11692	2168
S.D.L.6	9036	1951	S.D.L.7	10151	1951
S.D.L.7	3686	1355	S.D.L.8	10208	1355
			S.D.L.9	4497	1355
			S.D.L.10	3821	1517
TOTAL	82703	18102	TOTAL	74235	12790
Qt = 100805 W			Qt = 87025 W		

TABLA 3.9.- CALOR TOTAL POR LOCAL Y POR PLANTA.

3.2.9.- CALCULO DEL FACTOR DE CALOR SENSIBLE.

Puesto que no es posible inyectar una cantidad de aire para retirar calor sensible y otra para retirar calor latente, es necesario considerar que la misma cantidad de aire suministrada realizará las dos funciones simultáneamente.

El factor de calor sensible, en realidad nos indica en el gráfico psicométrico la pendiente de la línea de operación del aire desde que se inyecta al local hasta que llega a las condiciones interiores.

Para utilizar el gráfico psicométrico necesitamos conocer este factor, que es una relación de la ganancia de calor sensible y la de calor latente:

$$F.C.S = \frac{Q_{sT}}{Q_{sT} + Q_{Lt}}$$

donde

Q_{sT} Calor sensible total (WATTS)

Q_{LT} Calor latente total (WATTS)

sustituyendo valores en la relación anterior

a) Planta alta

$$F.C.S = \frac{74235}{87025} = 0.85$$

b) Planta baja

$$F.C.S = \frac{82703}{100805} = 0.82$$

3.2.10.- CALCULO DEL FLUJO MASICO DE AIRE.

El aire inyectado al área acondicionada tiene como finalidad recoger - calor por lo que debe inyectarse a una temperatura más baja que la temperatura interior de diseño, y con una humedad relativa inferior a la requerida en el local.

Para calcular el flujo másico de aire total de inyección necesario, - aplicaremos la siguiente relación :

$$Q_t = m_t (h_{\text{interior}} - h_{\text{inyeccion}})$$

donde:

m_t	Flujo másico total	(Kg/seg)
Q_t	Ganancia de calor total	(Watts)
$h_{\text{int.}}$	Entalpia interior	(Kj/Kg)
$h_{\text{iny.}}$	Entalpia de inyección	(Kj/Kg)

Ambas entalpias se obtuvieron de el gráfico psicrométrico 1 y 2

Despejando la masa de la relación anterior tenemos:

$$m_t = \frac{Q_t}{h_{\text{int.}} - h_{\text{iny.}}}$$

Sustituyendo valores tenemos.

a) Planta alta

$$m_t = \frac{87.025}{75.33 - 60.45} = 5.84 \frac{\text{Kg}}{\text{seg.}}$$

b) Planta baja

$$m_t = \frac{100.805}{75.33-62.59} = 7.88 \frac{\text{Kg}}{\text{seg.}}$$

El flujo másico de aire exterior depende principalmente del número de personas y del tipo de actividad desarrollada; considerando que habrá un número muy bajo de fumadores, calculamos el siguiente porcentaje de aire de renovación de :

$$mE = V \times \rho \times \text{No. de personas}$$

donde:

mE	Masa exterior de renovación	(Kg/seg)
V	Volumen de aire por persona	$16.9 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$
ρ	Densidad del aire para la zona	$0.92 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$

Sustituyendo valores en la relación anterior tenemos:

a) Planta alta

$$mE = 16.9 \times 0.92 \times 263 = 1.13 \frac{\text{Kg}}{\text{seg.}}$$

b) Planta baja

$$mE = 16.9 \times 0.92 \times 334 = 1.44 \frac{\text{Kg}}{\text{seg.}}$$

Una parte del aire inyectado debe salir al exterior por rendijas, puertas, etc., para sustituirse por aire del acondicionador, sin embargo el aire de retorno es más fácil y barato de acondicionar que el aire exterior obteniéndose con esto una economía y evitando grandes consumos de energía por par

te de el equipo.

Entonces el flujo másico de retorno será:

a) Planta alta

$$\text{de MR} = m_t - m_E = 5.84 - 1.13 = 4.71 \frac{\text{Kg}}{\text{seg.}}$$

b) Planta baja

$$\text{de MR} = m_t - m_E = 7.88 - 1.44 = 6.44 \frac{\text{Kg}}{\text{seg.}}$$

3.2.11.- CALCULO DE LAS CONDICIONES DE MEZCLA.

La mezcla de aire obtenida del aire de recirculación y el aire exterior, es la mezcla que maneja el equipo acondicionador.

El aire de mezcla se halla sobre la línea recta que une los puntos de las dos corrientes de aire, como se observa en el gráfico psicrométrico 1 y 2.

Por lo tanto la ecuación que define este comportamiento del aire en combinaciones la siguiente:

$$m_E h_{\text{ext}} + m_R h_{\text{int}} = m_t h_{\text{mez.}}$$

Despejando la entalpia de la mezcla nos queda la siguiente relación:

$$h_{\text{mez}} = \frac{m_E h_{\text{ext}} + m_R h_{\text{int.}}}{m_t}$$

Sustituyendo valores en la relación anterior tenemos:

a) Planta alta

$$h_{mez.} = \frac{(1.13)(85.56) + (4.71)(75.33)}{5.84} = 77.3 \frac{KJ}{Kg}$$

b) Planta baja

$$h_{mez.} = \frac{(1.44)(85.56) + (6.94)(75.33)}{7.88} = 77.19 \frac{Kj}{Kg}$$

3.2.12.- CALCULO DE LA CAPACIDAD DEL EQUIPO

La cantidad de calor que debe retirar el equipo acondicionador será la diferencia de entalpías entre el aire de mezcla y las condiciones de inyección; que normalmente la carga del equipo es diferente a la carga del local, o sea:

$$q_t = m_t (h_{mez.} - h_{iny})$$

Sustituyendo valores tenemos:

a) Planta alta.

$$q_E = 5.84 (77.3 - 60.45) = 98.4 \text{ Kw}$$

$$q_E = \frac{98.4}{3.517} = 27 \text{ T.R}$$

b) Planta baja

$$q_E = 7.88 (77.19 - 62.54) = 115 \text{ Kw}$$

$$q_E = \frac{115}{3.517} = 32 \text{ T.R}$$

Nota:

1 T.R es a 3.517 Kw

Entonces de la ganancia total de cada local:

$Q_{TPA} = 87.025 \text{ Kw} = 24.7 \text{ T.R}$

$Q_{TPB} = 100.805 \text{ Kw} = 28.6 \text{ T.R}$

DATOS GENERALES DE LOS GRAFICOS PSICOMETRICOS :

a) PLANTA ALTA

F.C.S = 0.82

h mezcla = 77.19 Kj/Kg (33.2 Btu/lb)

h inyección = 62.54 Kj/Kg (26.9 Btu/lb)

CONDICIONES INTERIORES

tbs = 24.5 °C

$\phi = 50\%$ de humedad relativa

CONDICIONES EXTERIORES

tbs = 32°C

tbh = 19°C

b) PLANTA BAJA

F.C.S = 0.85

h mezcla = 77.3 Kj/Kg (33.24 Btu/lb)

h inyección = 60.45 Kj/Kg (25.49 Btu/lb)

CONDICIONES INTERIORES

Tbs = 24.5 °C

Ø = 50% de humedad relativa

CONDICIONES EXTERIORES

tbs = 32°C

tbh = 19°C

3.3.- DISTRIBUCION DEL AIRE.

Una vez que el aire se ha tratado, se requiere transportarlo al lugar - donde se utilizará, lo cual se lleva a cabo por medio de tuberías especiales llamadas ductos de un determinado material, que se elige tomando en cuenta - la combinación de factores económicos y prácticos.

Para la distribución de la red de ductos existen dos sistemas que son:

- a) El individual
- b) El central

El individual consiste en llevar en ducto desde el cuarto de máquinas hasta cada uno de los locales por acondicionar el aire necesario siendo en - general costoso.

El sistema central, (empleado en este proyecto) consiste en llevar por un ducto principal el volumen total de aire manejado por el equipo, y parten de él ramales a cada uno de lugares a acondicionar.

3.3.1.- DISTRIBUCION DEL AIRE POR LOCAL.

La distribución del aire requiere un suministro uniforme a toda la superficie del local, sin inyección directa sobre los ocupantes, sin corrientes molestas o velocidades que provoquen efectos de chiflón.

Los criterios que deben tomarse en cuenta en el recorrido de ductos -- son: seguir la ruta más directa y evitar los cambios de dirección pronunciados. Esto se hace con el propósito de reducir en lo posible la caída de presión estática del sistema, a fin de tener un ahorro de energía, y facilitar el montaje de estos.

Así, de la carga de refrigeración se calculan las cantidades de aire requeridas para cada local con la siguiente expresión:

$$D_A = \frac{Q_{sL}}{Q_{st}} \dot{V}$$

donde:

D_A	Distribución del aire por local (PCM)
Q_{sL}	Calor sensible del local (Kj)
Q_{st}	Calor sensible total (Kj)
\dot{V}	Flujo volumétrico total (m^3 /seg)

El flujo volumétrico se obtiene de la relación

$$\dot{V} = \frac{\dot{m}}{\rho}$$

donde:

\dot{m}	flujo másico total (Kg/seg)
-----------	-----------------------------

ρ Densidad del aire .92 (Kg/m³)

Sustituyendo datos en la relación anterior

a) Planta alta

$$\dot{V} = \frac{5.84}{0.92} = 6.34 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} \quad (13435 \text{ PCM})$$

b) Planta baja

$$\dot{V} = \frac{7.88}{0.92} = 8.56 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} \quad (18138 \text{ PCM})$$

Luego tomando como ejemplo el cálculo de el aire requerido para la --
mapoteca tenemos:

$$Q_A = \frac{14360}{82703} (18138) = 3149 \text{ PCM}$$

El valor del flujo volumétrico de aire requerido por local tanto de in-
yección como de retorno se muestra en las tablas 3.11 y 3.12.

Los porcentajes del flujo de aire de retorno se obtuvieron de la si-
guiente manera:

a) Planta alta

$$m_t = 5.84 \frac{\text{Kg}}{\text{seg}} \quad \text{que equivale al } 100 \%$$

$$MR = 4.71 \frac{\text{Kg}}{\text{seg}} \quad \text{equivale a } X \%$$

Por lo tanto, el porcentaje de retorno es de 80.65 %.

De la misma manera se calcula para la planta baja, que es de 81.72 %.

PLANTA BAJA		PLANTA ALTA	
LOCAL	GASTO ft ³ /min	LOCAL	GASTO ft ³ /min
MAPOTECA	3149	S.1	356
S.D.L.1	3272	S.2	798
S.D.L.2	3250	S.3	927
S.D.L.3	2025	S.4	2031
S.D.L.4	1954	S.5	2017
S.D.L.5	1697	S.6	2116
S.D.L.6	1982	S.7	1837
S.D.L.7	808	S.8	1847
		S.9	814
		S.10	692
TOTAL	18138	TOTAL	13435

TABLA 3.11- AIRE DE INYECCION POR LOCAL.

retorno al 81.72%		retorno al 80.65%	
PLANTA BAJA		PLANTA ALTA	
LOCAL	GASTO ft ³ /min	LOCAL	GASTO ft ³ /min
MAPOTECA	2573	S.1	287
S.D.L.1	2674	S.2	644
S.D.L.2	2656	S.3	747
S.D.L.3	1655	S.4	1638
S.D.L.4	1597	S.5	1627
S.D.L.5	1386	S.6	1706
S.D.L.6	1619	S.7	1481
S.D.L.7	660	S.8	1490
		S.9	656
		S.10	558
TOTAL	14723	TOTAL	10835

TABLA 3.12.- AIRE DE RETORNO POR LOCAL.

3.4.- DIMENSIONAMIENTO DE DUCTOS.

La combinación de los factores prácticos y económicos son importantes para llevar a cabo el dimensionamiento de ductos.

El sistema de ductos es proyectado de acuerdo a limitaciones de espacio disponible, velocidad máxima del aire requerido, ruido permitido y pérdida de fricción.

3.4.1.- DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE DUCTOS.

Para el dimensionamiento de ductos se emplea el método de caída de presión constante, que se utiliza en ductos de inyección y retorno, más recomendable y más rápido, que como su nombre lo indica, cualquier ramal independientemente del flujo que maneje tiene la misma pérdida de fricción por longitud lineal.

En este método se fija una velocidad del aire recomendado a la salida del ventilador, con esta velocidad y el flujo volumétrico y de gráfica* se calcula la pérdida de presión que se mantiene constante en todo el resto del sistema.

El cálculo de la pérdida por fricción que se mantiene constante en todo el sistema es determinado del ducto principal, de acuerdo a la velocidad del mismo.

Sea a manera de ejemplo para la P.A.

Datos

Velocidad	1400 P.P.M	para ductos principales
Gasto	13435	PCM

* Velocidad recomendada Tabla XI-1
gráfica XI-6 del texto del Ing. HDEZ. GORIBAR

Entrando a (gráfica y tabla)* obtenemos

Fricción	0.05 pulg de H ₂ O
Diámetro	42.5 pulg.
Diam.eq.rect.	36 x 42 pulg.

Los demás cálculos se encuentran resumidos en las tablas 3.13 y 3.14. La localización y distribución de los ductos, así como la nomenclatura empleada, están localizadas en los croquis 3.5, 3.6 y 3.7, y en los croquis 3.8 y 3.9 aparece indicada la distribución de las rejillas.

Para ramales emplearemos una velocidad recomendada*

3.4.2.- PRESION ESTATICA DEL SISTEMA DE DUCTOS.

Al circular el aire por un ducto, se presentan tres presiones en su estructura que son:

- a) Velocidad (Presión dinámica)
- b) Presión • (Presión estática)
- c) Presión total.

Para el cálculo de la presión estática de los ductos se tomaron como parámetros de diseño los siguientes:

$$\begin{aligned} \text{Caída de presión permisible} &= 0.1 \text{ pulg H}_2\text{O} / 100 \text{ pies} \\ &= 8.5 \text{ mm H}_2\text{O} / 100 \text{ m} \end{aligned}$$

El ramal considerado para el cálculo de la caída de presión es el que se muestra en la Fib. 3.8 y 3.9 con letras (minúsculas y mayúsculas).

* Gráfica (fig. XI-6), (tabla XI-2) del texto del Ing. HDEZ. GORIBAR

a) PLANTA ALTA.-

DUCTO DE INYECCION = 48 mts

7 CODOS = 27.56 mts

DUCTO DE RETORNO = 37.4 mts

4 codos = 20.44 mts

LONGITUD TOTAL = 133.4 mts (3.28) = 437.5 ft

$$\Delta P = 437.5 \times 0.1/100 = 0.4375 \text{ pulg de H}_2\text{O}$$

CAIDA DE PRESION EN REDUCCIONES

$$H_r = 0.02 \left(\frac{V}{4005} \right)^2$$

Donde:

 ΣH_r caída de Presión en (Pulg. H₂O)

V velocidad del aire (PCM)

$$H_r = 0.007243 \text{ Pulg H}_2\text{O}$$

CAIDA DE PRESION INTERNA = 0.055 (Pulg. H₂O)

$$\Delta P = 0.4447 \text{ Pulg H}_2\text{O} + 0.055 \text{ Pulg. H}_2\text{O}$$

$$\Delta P = 0.5306 \text{ Pulg H}_2\text{O}$$

B) PLANTA BAJA

DUCTO DE INYECCION = 51.8 mts

6 CODOS = 32.1 mts

4 CODOS = 19.89 mts

LONGITUD TOTAL = 142.29 mts (3.28) = 466.7 ft

$\Delta P = 466.7 \text{ ft} \times 0.1/100 = 0.4667 \text{ Pulg } H_2O$

CAIDA DE PRESION EN REDUCCIONES:

$\Sigma Hr = 0.008990 \text{ Pulg } H_2O$

CAIDA DE PRESION INTERNA = 0.029 Pulg. H_2O

$\Delta P = 0.4756 \text{ Pulg } H_2O + 0.029 H_2O$

$\Delta P = 0.5046 \text{ Pulg. } H_2O$

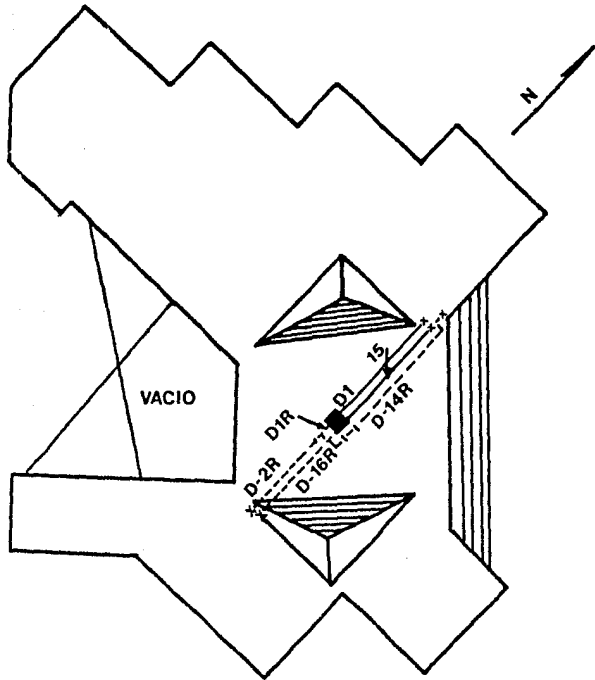
CAIDA DE PRESION TOTAL :

a) PLANTA ALTA

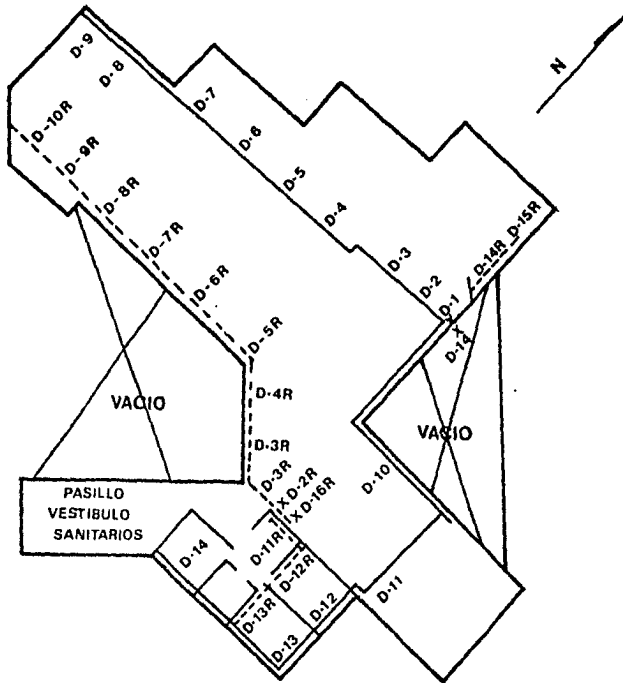
P.E. DUCTOS	0.4447 pulg. H_2O
P.E. INTERNA	0.055 pulg. H_2O
P.E. SERPENTIN	0.32 pulg. H_2O
P.E. FILTROS SUCIOS	0.28 pulg. H_2O
	<hr/>
	1.10 pulg. H_2O

b) PLANTA BAJA

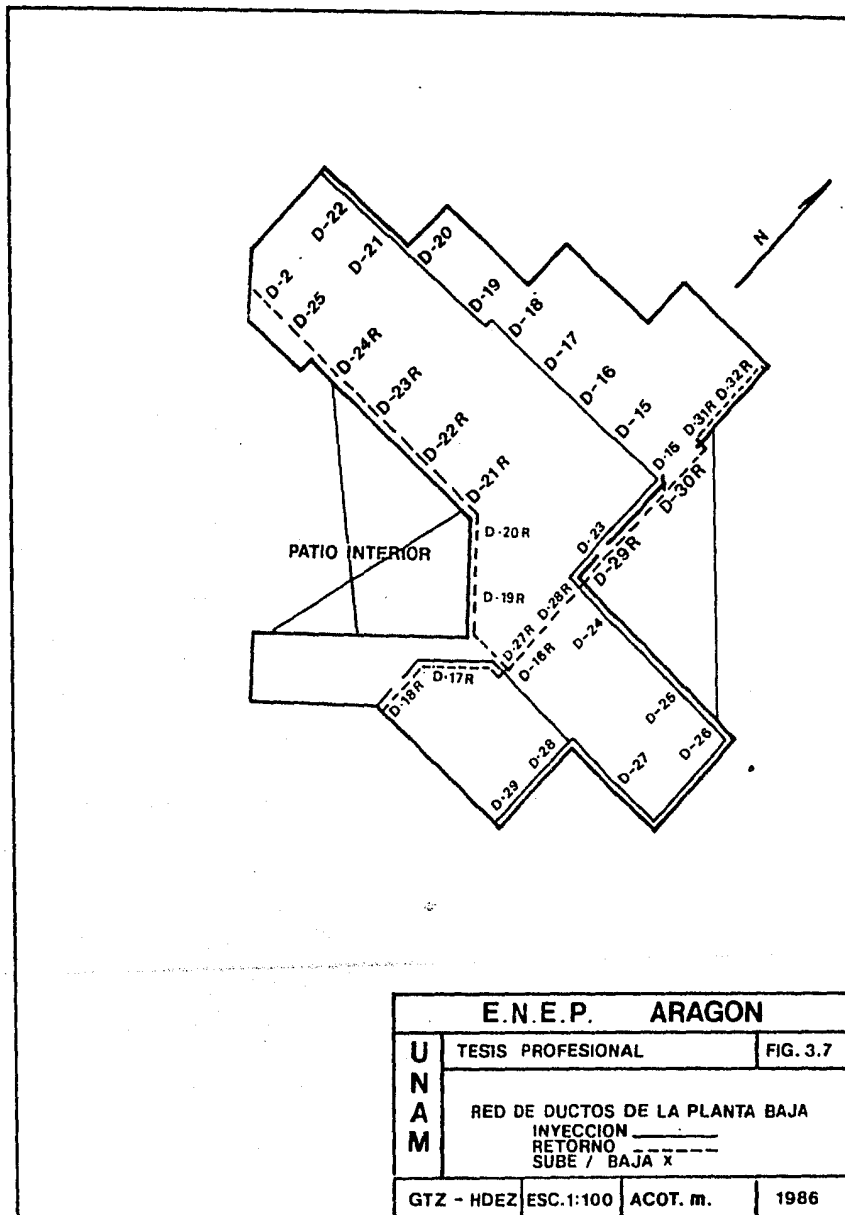
P.E. DUCTOS	0.4756 pulg. H_2O
P.E. INTERNA	0.029 pulg. H_2O
P.E. SERPENTIN	0.32 pulg. H_2O
P.E. FILTROS SUCIOS	0.25 pulg. H_2O
	<hr/>
	1.07 pulg. H_2O



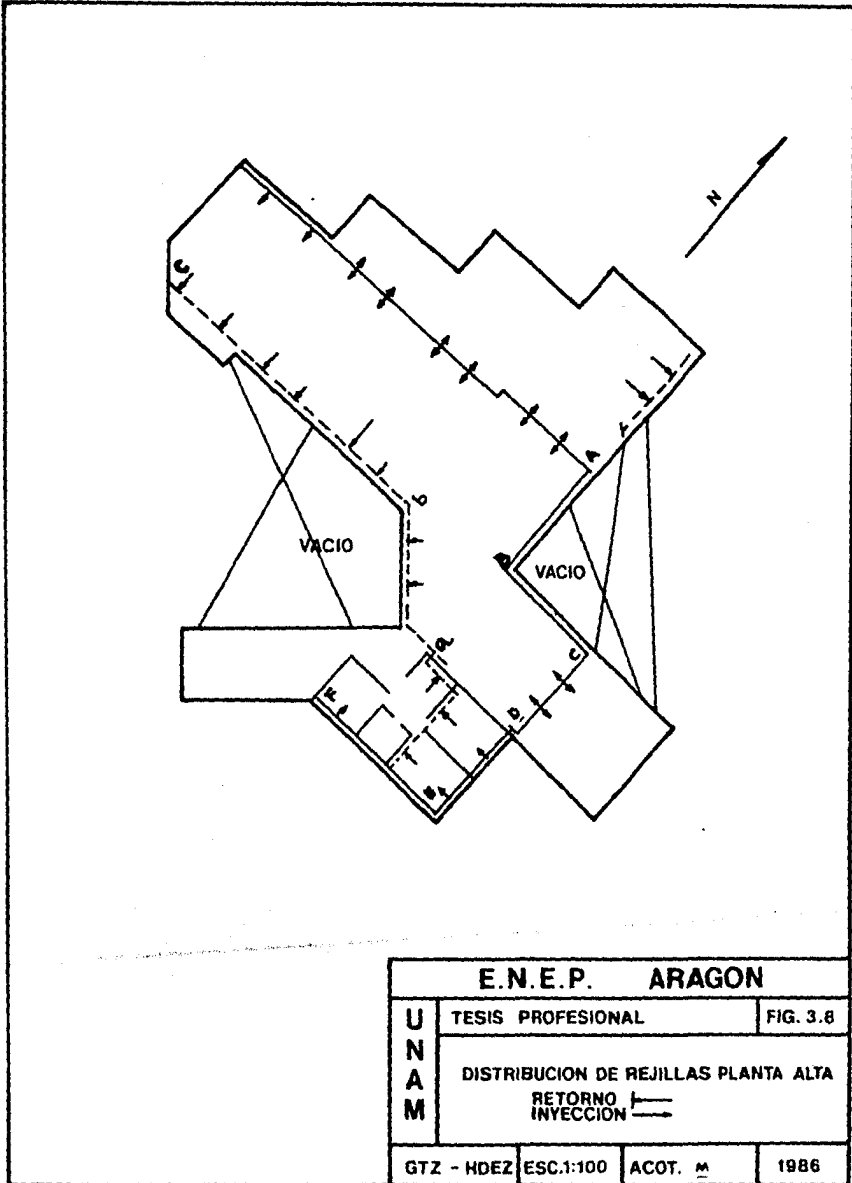
E. N. E. P. ARAGON			
U N A M	TESIS PROFESIONAL		FIG. 3.5
	RED DE DUCTOS AZOTEA INYECCION _____ RETORNO _____ SUBE / BAJA x ---		
	GTZ - HDEZ	ESC. 1:100	ACOT. M
			1986



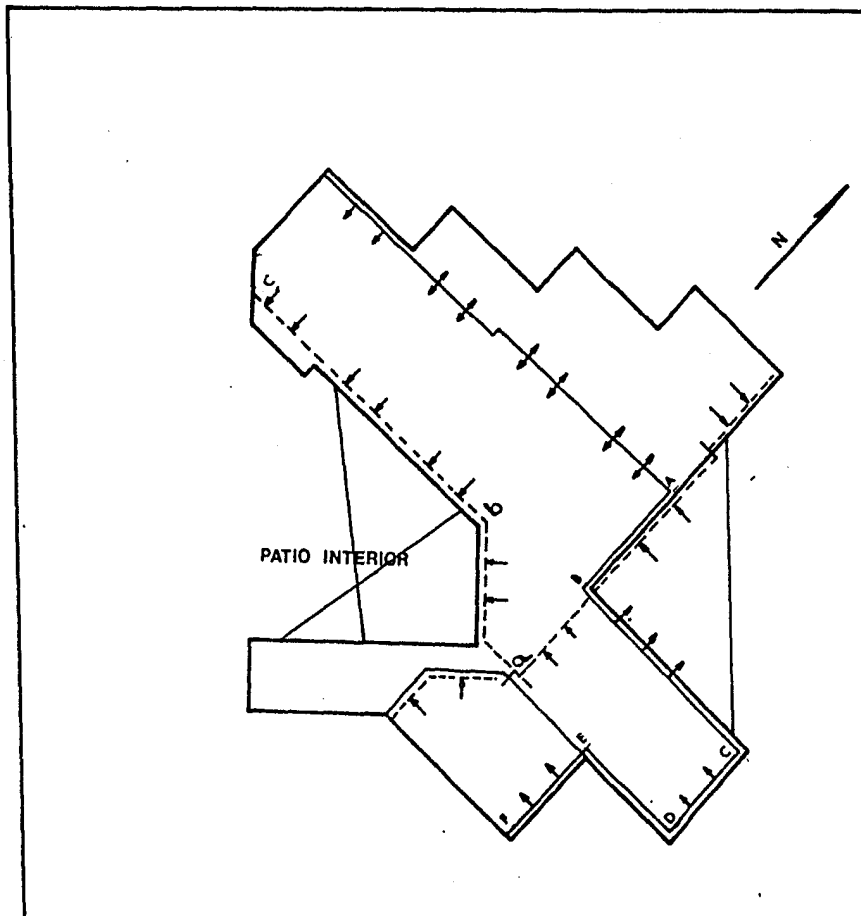
E.N.E.P. ARAGON			
U N A M	TESIS PROFESIONAL		FIG. 3.6
	DIAGRAMA UNIFILAR DE LA RED DE DUCTOS PLANTA ALTA INYECCION _____ RETORNO - - - - - SUBE / BAJA X		
	GTZ - HDEZ	ESC. 1:100	ACOT. M
			1986



E. N. E. P. ARAGON			
U N A M	TESIS PROFESIONAL		FIG. 3.7
	RED DE DUCTOS DE LA PLANTA BAJA		
	INYECCION _____ RETORNO - - - - - SUBE / BAJA x		
GTZ - HDEZ	ESC. 1:100	ACOT. m.	1986



E. N. E. P. ARAGON			
U N A M	TESIS PROFESIONAL	FIG. 3.8	
	DISTRIBUCION DE REJILLAS PLANTA ALTA		
RETORNO			
INYECCION			
GTZ - HDEZ	ESC.1:100	ACOT.	1986



E. N. E. P. ARAGON				
U N A M	TESIS PROFESIONAL		FIG. 3.9	
	DISTRIBUCION DE REJILLAS DE LA PLANTA BAJA			
		RETORNO	=	
		INYECCION	=	
GTZ	HDEZ	ESC. 1:100	ACOT. M	1986

TABLA 3.13.- DATOS GENERALES DE DUCTOS Y REJILLAS " PLANTA ALTA "

DUCTO No.	LONGITUD (m)	GASTO (PCM)	DIAMETRO (Pulg)	DIMENSIONES Eq.rect. (m)	VELOCIDAD (P.P.M.)	CODOS Long. Eq. (m)	REJILLAS (Pulg)
1	8	13435	42.5	1 x .91	1400	5.90	
2	4.3	7817	41	1 x .81	850		(2) - 12x8
3	4.3	6809	39	.96 x .81	800		(2) - 12x8
4	4.3	5800	37	.96 x .71	780		(2) - 14x8
5	4.3	4742	34.5	.91 x .71	750		(2) - 14x8
6	4.5	3684	32	.91 x .60	700		(2) - 14x8
7	4.5	2766	28	.76 x .55	650		(2) - 14x10
8	4.5	1847	24	.55 x .50	550		(1) - 28x10
9	4.5	824	19	.50 x .38	500		(1) - 28x10
10	2.1	5618	37	.96 x .71	770	4.79	(1) - 20x6
11	4.5	3850	32	.91 x .60	700	(2)-8.28	(2) - 20x10
12	4	2081	25	.60 x .50	590	3.26	(1) - 28x10
13	4	1283	21	.50 x .46	540	3	(1) - 20x14
14	13.5	692	16	.41 x .36	500	2.33	(1) - 20x6
1R	1.5	19375	38	.91 x .76	1300		
2R	5.5	9572	37.5	.26 x .76	1240	4.79	
3R	4.75	7120	40	1.01 x .96	810	5.8	(1) - 18x10
3R'	2.5	8342	41	1.01 x .81	250	5.41	(1) - 18x10
4R	4.75	5898	37	.81 x .76	760		(1) - 18x10
5R	4.5	4677	34	.91 x .66	740	4.44	(1) - 18x10
6R	4.5	3824	32	.91 x .60	700		(1) - 18x10
7R	4.5	2971	29	.51 x .55	650		(1) - 18x10
8R	4.5	2231	26	.66 x .55	600		(1) - 18x10
9R	3.7	1490	22	.55 x .46	550		(1) - 18x10
10R	3.7	745	16	.41 x .36	500		(1) - 18x10
11R	3	1678	23	.56 x .51	560		(1) - 20x6
12R	4	1391	22	.56 x .46	550		(1) - 28x10
13R	14	747	16	.41 x .36	500		(1) - 28x10
14R	21.5	814	17.5	.46 x .36	500		(1) - 14x8
15R	2	407	14	.38 x .27	500		(1) - 14x8

TABLA 3.14.- DATOS GENERALES DE DUCTOS Y REJILLAS "PLANTA BAJA"

DUCTO No.	LONGITUD (m)	GASTO (PCM)	DIAMETRO (Pulg)	DIMENSIONES Eq.rect.(m)	VELOCIDAD (P.P.M.)	CODOS Long. (m)	REJILLAS (Pulg)
15	.8	18138	50	1.32 x 1.02	1400	6.3	
15'	4.5	8466	42.5	1.01 x .91	900		(2)- 18x10
16	4.5	7050	39	1.01 x .81	850		(2)- 18x10
17	4.5	5633	36	.86 x .81	800		(2)- 14x10
18	4.5	4656	33	.86 x .71	780		(2)- 14x10
19	4.5	3679	31	.86 x .60	740		(2)- 20x6
20	4.5	2831	27	.71 x .55	700		(2)- 20x8
21	4.5	1982	24	.71 x .55	620		(1)- 20x14
22	4.5	991	18.5	.45 x .40	540		(1)- 20x14
23	13.5	9671	42	1.07 x 0.86	930	(2)5.40	(1)- 18x12
24	3	8587	41	1.01 x .86	900		(1)- 18x12
25	10.5	7504	40	.96 x .81	860		(1)- 18x12
26	4.5	6421	38	.91 x .76	850	4.79	(1)- 28x10
27	4.5	4785	33.5	.86 x .71	800	4.79	(1)- 28x10
28	13	3149	29	.81 x .66	700	4.42	(1)- 20x10
29	4.5	1574	22	.55 x .45	600		(1)- 28x10
16R	7	14823	46	1.27 x .91	1300	5.90	
17R	5.5	2573	27	.71 x .55	650		(1)- 18x10
18R	5	1286	21	.50 x .45	550		(1)- 18x10
19R	8	6090	38	.76 x .41	820	(2)4.79	(1)- 20x14
20R	3	5346	33	.86 x .71	800	4.41	(1)- 20x19
21R	4.5	4602	32	.86 x .70	760		(1)- 24x10
22R	4.5	3804	31	.81 x .60	740		(1)- 24x10
23R	4.5	3005	28	.76 x .55	690		(1)- 24x10
24R	4.5	2312	25	.71 x .45	650		(1)- 24x10
25R	4.5	1619	22	.55 x .45	580		(1)- 24x10
26R	4.5	810	17.5	.45 x .35	500		(1)- 24x10
27R	4	6158	37	.86 x .71	850		(1)- 18x10
28R	4	4821	33.5	.86 x .71	780		(1)- 18x10
29R	7.5	3484	29	.81 x .55	750		(1)- 28x10
30R	6	2156	25	.60 x .50	640		(1)- 28x10
31R	5	828	17	.40 x .38	500		(1)- 12x8
32R	4	414	13.5	.38 x .25	500		(1)- 12x8

C A P I T U L O IV

EQUIPO, ACCESORIOS Y SISTEMAS DE CONTROL

	Página
A.- EQUIPOS DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE	99
A.1.- SELECCION DE UNIDADES MANEJADORAS	99
A.2.- SELECCION DE SERPENTIN	101
A.3.- SELECCION DE UNIDADES CONDENSADORAS	104
B.- ACCESORIOS DEL SISTEMA	105
C.- SISTEMA DE CONTROL	107
D.- TUBERIAS DE REFRIGERANTES	111
4.1.- USO Y MANTENIMIENTO	112
4.1.1.- PRUEBAS, BALANCE Y AJUSTE DEL SISTEMA	114
4.1.2.- MANTENIMIENTO.	116

CAPITULO IV

EQUIPO, ACCESORIOS Y SISTEMAS DE CONTROL

Entre los equipos de acondicionamiento de aire se encuentra el de refrigeración, el cual funciona bajo el principio del ciclo de refrigeración -- por compresión, este es el más empleado debido a que puede ser utilizado en un amplio rango de potencia requerida.

El sistema de compresión está compuesto básicamente por los siguientes elementos:

a) EVAPORADOR.- Es la parte del sistema que se encuentra en contacto con el medio que se va a enfriar y puede tener la forma de un serpentín con aletas metálicas, para enfriamiento por aire ó de casco y tubos para enfriamiento de agua, etc.

b) VALVULA DE EXPANSION TERMOSTATICA.- Sirve para restringir el paso de refrigerante líquido del condensador al evaporador; esto es con el propósito de conservar la presión de vaporización a un valor determinado y también para la entrada en el evaporador de la cantidad de líquido que puede -- ser evaporado por el calor disponible del medio que va a enfriar.

c) CONDENSADOR.- Recibe el gas que proviene del compresor a alta presión y alta temperatura y permite la transmisión del calor del refrigerante al medio de enfriamiento. La cantidad de calor removido en el proceso de condensación, es equivalente a la cantidad de calor agregada al refrigerante en el evaporador sumada al calor de compresión.

d) COMPRESOR.- Es el que succiona el gas del evaporador a través de un tramo de tubo, el compresor después de succionar el gas del evaporador lo comprime a una presión alta para alcanzar un punto de ebullición mayor que el medio.

e) REFRIGERANTE.- Es cualquier sustancia capaz de absorber calor de otra.

El refrigerante debe tener ciertas características físicas para que exista la transformación de líquido a gas y de gas a líquido. Este se introduce al evaporador y se mantiene a una temperatura más baja que la del medio ambiente por enfriar; cuando fluye calor al refrigerante, éste lo absorbe como calor latente de evaporación hasta llegar a la ebullición, continuando la absorción hasta convertirse en gas.

Normalmente se utiliza el refrigerante R-12 ó R-22 en compresores alternativos, el R-22 tiene mayor eficacia, pues al ser más alta su densidad de vapor soporta mayores presiones de compresión, por lo que el equipo puede ser más compacto.

La figura 4.1 ilustra un diagrama de refrigeración mecánica o de compresión en el cual el refrigerante está cambiando continuamente de estado físico, de líquido a gaseoso y viceversa.

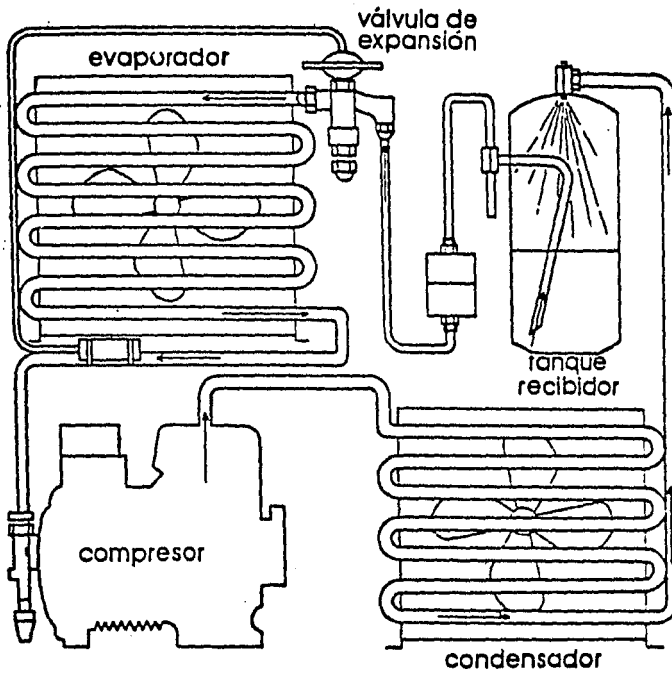


FIG. 4.1 - CICLO DE COMPRESION.

A.- EQUIPOS DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE

Los aparatos de acondicionamiento de aire se pueden clasificar principalmente en:

- a) Equipo de serpentín
- b) Equipo lavador
- c) Equipo ventilador serpentín
- e) Equipo terminal.

El equipo que se propone para la instalación de este proyecto es del tipo terminal que consta de:

1) UNIDAD MANEJADORA DE AIRE UNIZONA.- Es un equipo constituido por ventiladores centrífugos, serpentín que en este caso opera por el sistema de expansión directa, caja de filtros, compuertas, accesorios y controles.

a) UNIDAD CONDENSADORA ENFRIADA POR AIRE.- Es un sistema de refrigeración completa, que consta básicamente de condensador, compresor, una cámara que contiene un serpentín evaporador por expansión directa, ventiladores y controles.

A.1.- Selección de unidades manejadoras.

La aplicación del equipo acondicionador de aire está afectada por las condiciones de carga de refrigeración del área de servicio y por la forma de controlar la temperatura y humedad que se necesitan.

En nuestro caso tenemos una área caracterizada por una carga relativa-

mente constante o uniformemente variable, a la cual estimamos la aplicación de dos unidades manejadoras de aire denominadas unizona una para cada planta del edificio.

SELECCION

DATOS	UMA PB	UMA PA
cantidad de aire	18138 P.C.M	13435 P.C.M
Velocidad del aire a la entrada del serpentín*.	500 P.P.M. @	500 P.P.M @

De la selección se concluye que las características de las unidades - manejadoras son las siguientes:

DATOS	UMA P.B.	UMA P.A.
Tipo de montaje.	Horizontal	Horizontal
No. de ventiladores.	2.	2
diámetro	25 pulg.	21 pulg.
Filtros planos.	21-16x20x2 pulg.	12-20x20x2 pulg.
Motor eléctrico		
R.P.M.	420	500

* e velocidad recomendada por el fabricante del equipo.

Potencia.	6.25 BHP. (4.64 KW)	4 BHP (2.973 Kw)
Cantidad de aire	18138 (20 000CAT.) P.C.M.	P.C.M. 13435 (14000 CAT.)
Largo	DIMENSION para 134 pulg.	112 pulg.
Ancho	SERPENTIN 43 pulg.	36 pulg.
Area de la cara.	36.27 (40)ft ² CAT.	26.87(28)ft ² CAT.*
presión total	1.07 pulg.H ₂ O	1.10 pulg. H ₂ O

A.2.- SELECCION DEL SERPENTIN.

La selección del serpentín se debe hacer de tal manera que produzca el efecto deseado sobre el aire, de acuerdo a la carga de refrigeración sensible, latente y total calculada en el recinto.

En la elección se presentan dos aspectos que se deben considerar como independientes: Las características en el lado del aire y en el lado del refrigerante; éstas se consideran por separado y luego se adaptan para la elección final.

Existen dos métodos para la elección de un serpentín:

a) Método del punto de rocío del aparato
(A D P)

2) Método modificado de datos básicos, al cual implica el cálculo de las características del serpentín por los datos básicos de transferencia de calor mediante ecuaciones. Combina la determinación de las características tanto del aire como del refrigerante, en una sola operación.

En serpentines de agua helada es necesario la determinación de los circuitos apropiados. Para el caso de los de expansión directa, el fabricante incorpora en el serpentín su circuito óptimo.

Luego por el método modificado de datos básicos el cálculo es:

Area del serpentín

$$A = \frac{m}{V_s}$$

donde:

m flujo del aire (P.C.M)

V_s Velocidad del aire en la cara del serpentín
(P.P.M)

Para la UMA PB

$m = 18138$ P.C.M

$V = 453.45$ P.P.M

$$A = \frac{20\ 000 \text{ DE CAT.}}{500 \text{ @}} = 40 \text{ f}^2 \text{ de CAT.}$$

$$V_s = \frac{m}{A} = \frac{18138 \text{ CALC.}}{40 \text{ CAT}} = 453.45 \text{ P.P.M} \text{ real en el serpentín}$$

$$A \text{ real} = \frac{18138 \text{ CALC.}}{500 \text{ @}} = 36.27 \text{ f}^2$$

Cantidad de calor por unidad de área

$$Q = \frac{Qt}{A}$$

donde:

Q cantidad de calor por unidad de área $\frac{\text{BTUH}}{\text{f}^2}$

Q_t calor total (BTUH)

A Area del serpentín (f^2)

$$Q_t = 343\ 946 \text{ BTUH}$$

$$A = 40 \text{ f}^2$$

$$Q = \frac{343946}{40} = 8598 \frac{\text{BTUH}}{\text{f}^2}$$

Para la UMA PA

$$A = \frac{14000}{500 @} \text{ CAT.} = 28 \text{ f}^2$$

$$A_{\text{real}} = \frac{1345}{500 @} \text{ CALC.} = 26.87 \text{ f}^2$$

$$V_s = \frac{m}{A} = \frac{13435}{28} \frac{\text{CALC.}}{\text{CAT.}} = 480 \text{ P.P.M.}$$

que es la velocidad real en el serpentín.

cantidad de aire por unidad de área.

$$Q = \frac{Q_t}{A} = \frac{296929}{28} \frac{\text{CALC.}}{\text{CAT.}} = 10605 \frac{\text{BTUH}}{\text{ft}^2}$$

Con los datos anteriores calculados más temperatura de bs, bh de el - aire de inyección y mezcla, el refrigerante utilizado y la velocidad @, obtenemos, la siguiente selección:

Serpentín de expansión directa.

CARACTERISTICAS	UMA. P.B.	UMA P.A.
Ancho x largo	43 x 134 pulg.	36 x 112
Area de la cara.	40 f ²	28 f ²
Total de tubos	72	60
No. de circuitos	9	10
Pasos por circuito	8	6
Refrigerante	22	22
Temperatura de succ. del ref. tr.	50°f	50°f
profundidad	8 pulg.	8 pulg
Serie	Hc	Hc
Hileras.	3	3
Veloc. a la entr. del serp.	500 P.P.M @	500 @
Calor	BTUH/ft ² 8598 (10960CAT)	CAT 10605 (10960) BTUH/ft ²
Caída de presión.	0.32 pulg de H ₂ O	0.32 pulg. de H ₂ O

A.3.- SELECCION DE UNIDADES CONDENSADORAS

Los siguientes datos deben de conocerse para la selección apropiada de la unidad condensadora enfriada por aire.

DATOS	UCA	P.B	UCA	P.A
Carga térmica	343946	BTUH	296929	BTUH
Temperatura de succ.comp.	10°C (50°F)		10°C (50°F)	
Temp. del aire a la entrada del cond.	31.6°C (89.6°f)		31.6°C (89.6°F)	

Características de la unidad condensadora seleccionada.

CARACTERISTICAS	UCA PB	UCA PA
Cap. de enfr. Disponible	371000 BTUH	306000
Temp. de cond. sat.	121°F	118
Cant. de aire req.	28200 PCM	28200
Area de la cara	49.6	49.6
Hileras	2	2
Aletas/pulg.	12	12
Compresor trifásico hermético recíprocante	60 c. 1750 R.P.M.	
Cilindros	6	6
Consumo de energía del motor del Comp.	33.6 Kw	30.2 Kw
Ventiladores	3	3
R.P.M. a 60 C.P.S	1140	1140

B.- ACCESORIOS DEL SISTEMA

1) TUBERIA.- Para la circulación de refrigerante usaremos la de cobre, con extremos biselados y soldables tipo L.

2) VALVULAS.- Serán del tipo soldable con asiento de bronce.

3) CONEXIONES FLEXIBLES.- Se debe colocar una conexión flexible en el punto donde se conecte el ducto con la unidad manejadora esta es por lo general de lona.

4) AISLAMIENTO.- Los ductos exteriores van aislados por el exterior - con colchoneta de fibra de vidrio, sobre el aislamiento se coloca una cubierta de papel kraft y foil de aluminio de 6.5 mm con un sellador, luego se protegen con lámina para evitar deterioros ambientales en el aislamiento, y los ductos interiores van en acabado aparente por ir colocados en lugares -- acondicionados.

5) MOFLE SILENCIADOR.- Para gases calientes en los compresores; que amortiguen las pulsaciones de la descarga del gas del compresor y asegurar una operación suave y silenciosa.

6) AISLADORES DE VIBRACION.- Cada unidad debe estar montada en aisladores de vibración, los cuales absorben la vibración y el ruido del compresor antes de que sea transmitido al piso.

7) INTERRUPTORES.- Deben ser del tipo térmomagnético, de la capacidad nominal adecuada. Para proteger la carga que van alimentar y de la capacidad interruptiva necesaria.

8) ARRANCADORES.- Deben ser del tipo electromagnético a tensión completa.

9) CONTROLES AUTOMATICOS.- Estos deben controlarse por medio de arrancadores electromagnéticos y con los controles automáticos por el fabricante del equipo.

10) FILTROS.- Deben de montarse sobre marcos metálicos que soporten y que permitan la remoción y mantenimiento.

11) REJILLAS.- Deben elegirse de tal manera que corten el aire impulsado, dividiendolo en múltiples fajas que hacen más fácil conseguir la repartición homogénea, de acuerdo al ángulo de deflexión.

12) DESHIDRATADORES.- Para reducir la humedad contenida en el refrigerante, pues el refrigerante líquido circula a través del secador que contiene en su interior (silice o gel).

13) SEPARADORES DE ACEITE.- Sirven para eliminar el aceite absorbido por el refrigerante en su paso por el compresor.

14) CRISTALES DE NIVEL.- Son indicadores de líquido que se instalan para la inspección visual de las condiciones del refrigerante.

15) DUCTOS.- Los ductos de inyección y retorno son de lámina galvanizada calibres 26, 24 y 22 de acuerdo a su uso.

16) VALVULA SOLENOIDE.- Como se muestra en la Figura 4.3, ésta válvula se coloca en la línea de líquido a la cabeza de las válvulas de expansión y abren de acuerdo con la demanda de enfriamiento en el evaporador mediante un controlador de temperatura evitando así el congelamiento en el evaporador.

17) GABINETES.- Los gabinetes de control de los equipos deben ser a prueba de intemperie o si no se les debe poner un techo pues no tendremos cuarto de máquinas en virtud de que la capacidad de los equipos es relativamente pequeña.

C.- SISTEMA DE CONTROL

El funcionamiento normal de un equipo de refrigeración exige, la existencia de indicadores con los que se puede vigilar su operación y, aún más es importante también que alguno de estos dispositivos no se limiten a señalar las anomalías, sino, incluso que pueda corregirlas.

En general se trata de registrar en su caso:

a) Temperaturas.- Se registran por medios ópticos, como el termómetro o cápsulas termométricas. Para la corrección se utilizan termostatos o pares termoelectrónicos que, abran o cierran contactos, válvulas, etc.

b) Presiones.- Se registran con manómetros de cápsula o espiral, la corrección se efectúa mediante líquidos que empujan un émbolo o deforman una -

membrana actuando sobre una válvula o contactos en su caso.

c) Indicadores de flujo.- Consisten en una pantalla intercalada en la tubería de paso, que al circular el fluido la desplaza abriendo o cerrando un contacto. Estos dispositivos no miden la intensidad de un flujo, sino simplemente indican su existencia o falla.

Incluso estas no son las únicas funciones que el sistema de control puede proporcionar; también puede controlar la presión relativa entre dos espacios, una función útil cuando se requiere prevenir la difusión de un contaminante, también puede actuar alarmas visibles o audibles para prevenir condiciones anormales de operación.

Los sistemas de control automático minimizan la intervención humana y eliminan la probabilidad de error.

Los elementos necesarios para un sistema de control son los siguientes :

- a) Sensor.
- b) Controlador.
- c) Elemento controlado.

Un sistema de control debe ser lo menos complejo posible, las complicaciones resultan cuando se pretende obtener un "mayor control" o sea, mantener la variable controlada tan cerca al punto de ajuste como sea posible.

Los sistemas de control automáticos son parte esencial en los sistemas de acondicionamiento de aire y responden a la variación de temperatura, humedad y presión. Los controles operan individualmente o en secuencia para mantener las condiciones deseadas.

Los controladores son aparatos los cuales miden temperatura, humedad, presión y nivel de líquido, produciendo una acción adecuada por transmisión al aparato controlado. Estos controladores pueden ser termostatos, humidostatos y controladores de presión. Los aparatos controlados reaccionan ante el impulso recibido del controlador y varían el flujo de el agente controlado, estos pueden ser una válvula, compuerta, relevador eléctrico, o una transmisión de bomba, ventilador, etc.

El agente controlado es el medio manipulado por el aparato controlado. Este puede ser aire o gas fluyendo a través de una compuerta gas, vapor, agua, etc. fluyendo por una válvula, o bien por una corriente eléctrica.

La variable controlada es la condición que se requiere controlar, tal como la temperatura, humedad o presión.

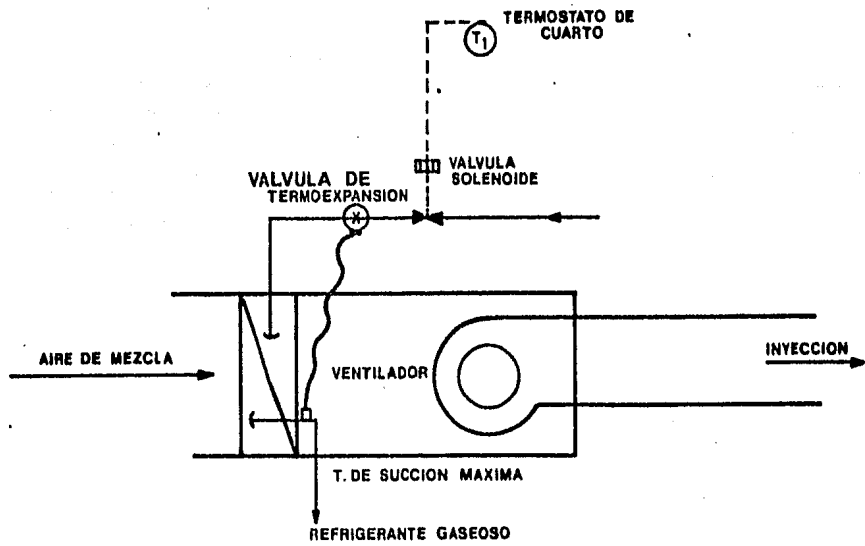
Para nuestro caso particular el sistema de control de acuerdo al tipo de equipo y las necesidades sugerimos el que se muestra en la figura 4.2

En serpentines de expansión directa se usan controles de dos posiciones con amplio diferencial de operación. Este sistema se utiliza en equipos de mediana capacidad o donde no se requiere un control más exacto.

Funciona de la siguiente manera:

El termostato del cuarto acciona la válvula solenoide, permitiendo que el refrigerante líquido fluya a través de la válvula de expansión del serpentín.

La válvula de expansión modula de acuerdo a su ajuste para tratar de mantener una mínima temperatura de succión.



E.N.E.P. ARAGON			
U N A M	TESIS PROFESIONAL		FIG. 412
	DIAGRAMA DE CONTROL PARA REFRIGERACION POR EXPANSION DIRECTA.		
GTZ - HDEZ	ESC. 5 IN	ACOT. 5 IN	1986

D.- TUBERIAS DE REFRIGERANTE.

Las tuberías de refrigerante requieren las mismas consideraciones generales de proyecto de tubería que cualquier otro sistema de conducción de fluidos con algunas variantes.

Las pérdidas de presión disminuyen en la capacidad térmica e incrementan la potencia necesaria en el sistema de refrigeración. Al hacer la selección óptima de la tubería debe tenerse en cuenta primero el factor costo, segundo las velocidades compatibles con las pérdidas para asegurar el retorno del aceite lubricante.

Las pérdidas de carga (gr/cm^2) corresponden a una variación de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) que normalmente va de 0.5°C a 1°C .

Las gráficas que nos permiten seleccionar el diámetro de la tubería de cobre utilizadas como conducción del refrigerante se basan en la fórmula de Darcy-Weisbach.

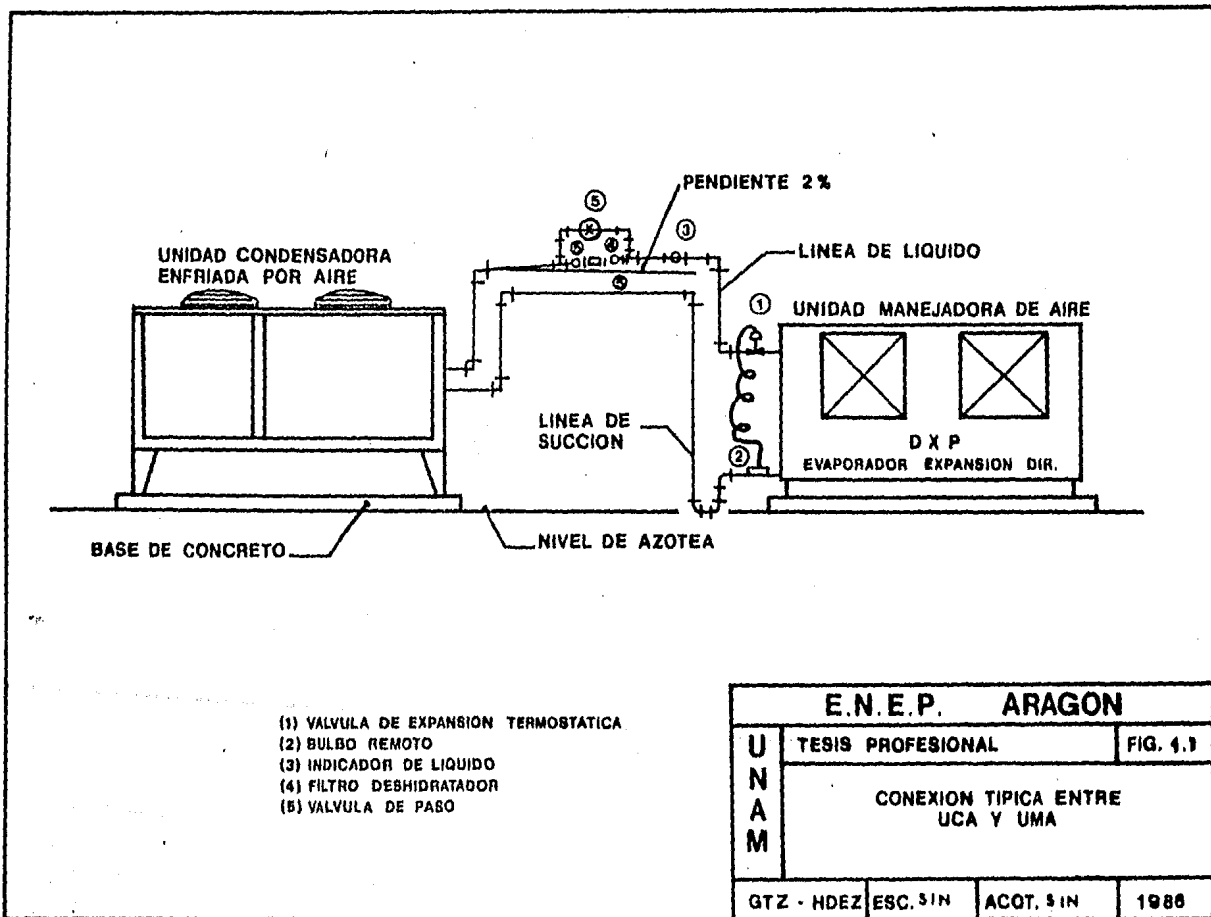
$$h = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

El factor de rozamiento que depende de la rugosidad interior del tubo y el número de Reynolds, fueron obtenidos a partir del gráfico de Moody.

Por tanto entrando a los gráficos y tablas* con la longitud equivalente (mts) corregida. Potencia frigorífica corregida (frigorías/hr ó Kcal/hr). Temperatura de succión en el evaporador ($^{\circ}\text{C}$) tr. Temperatura de condensación ($^{\circ}\text{C}$). Obtenemos:

En la figura 4.3 se muestra una conexión típica entre una Unidad manejadora de aire y una unidad condensadora enfriada por aire.

* Tablas y Gráficos del Carrier.



a) Planta baja

Diámetro de succión = 1 5/8"

Diámetro de líquido = 7/8"

Longitud succión equiva. total = 6 m

Long. eq. tot. líquido = 5 m

b) Planta alta

Diámetro de succión = 1 3/8"

Diámetro de líquido = 3/4"

Long. eq. tot. succión = 4.8 m

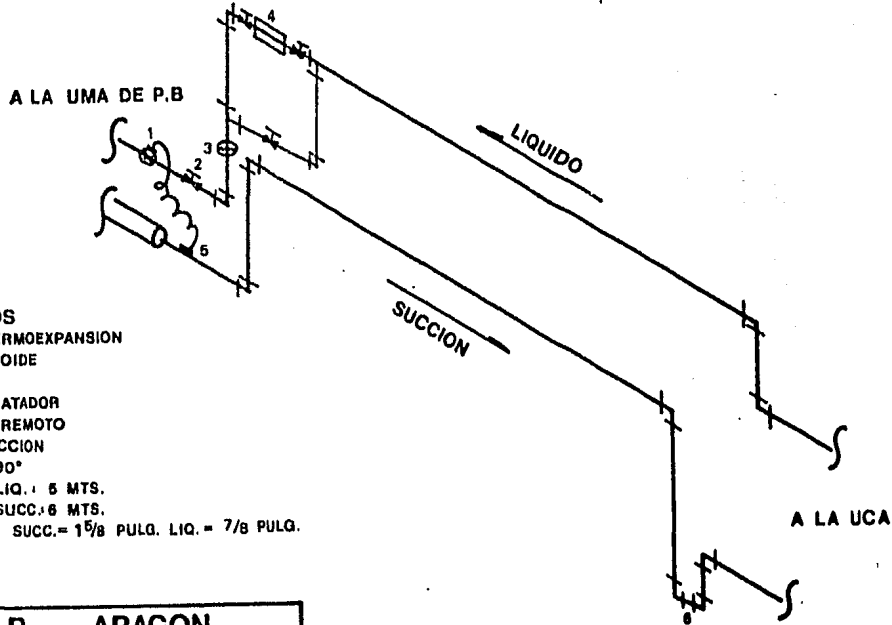
Long. eq. tot. líquido = 4 m

Las longitudes y los accesorios están basados en las conexiones y líneas de tuberías calculadas fig. 4.4 y 4.5. Isométricos.

4.1.- USO Y MANTENIMIENTO.

Debido a la función que va a desempeñar el equipo de refrigeración y lo complicado que resultan, implican ciertos riesgos en su operación y manejo.

Por tal razón en esta sección damos una guía de recomendaciones para obtener un buen funcionamiento y rendimiento del equipo, pues sin duda la buena operación dentro de las normas dadas por los fabricantes depende del manejo apropiado, instalación, operación y mantenimiento del equipo.



ACCESORIOS

- 1- VALVULA DE TERMOEXPANSION
- 2- VALVULA SOLENOIDE
- 3- MIRILLA
- 4- FILTRO DESHIDRATADOR
- 5- BULBO SENSOR REMOTO
- 6- TRAMPA DE SUCCION

CODOS DE 90°

LONG. TOTAL LIQ. : 5 MTS.

LONG. TOTAL SUCC. : 6 MTS.

DIAM. TUBERIA SUCC. = 1 5/8 PULG. LIQ. = 7/8 PULG.

E.N.E.P. ARAGON

**U
N
A
M**

TESIS PROFESIONAL

FIG. 4.4

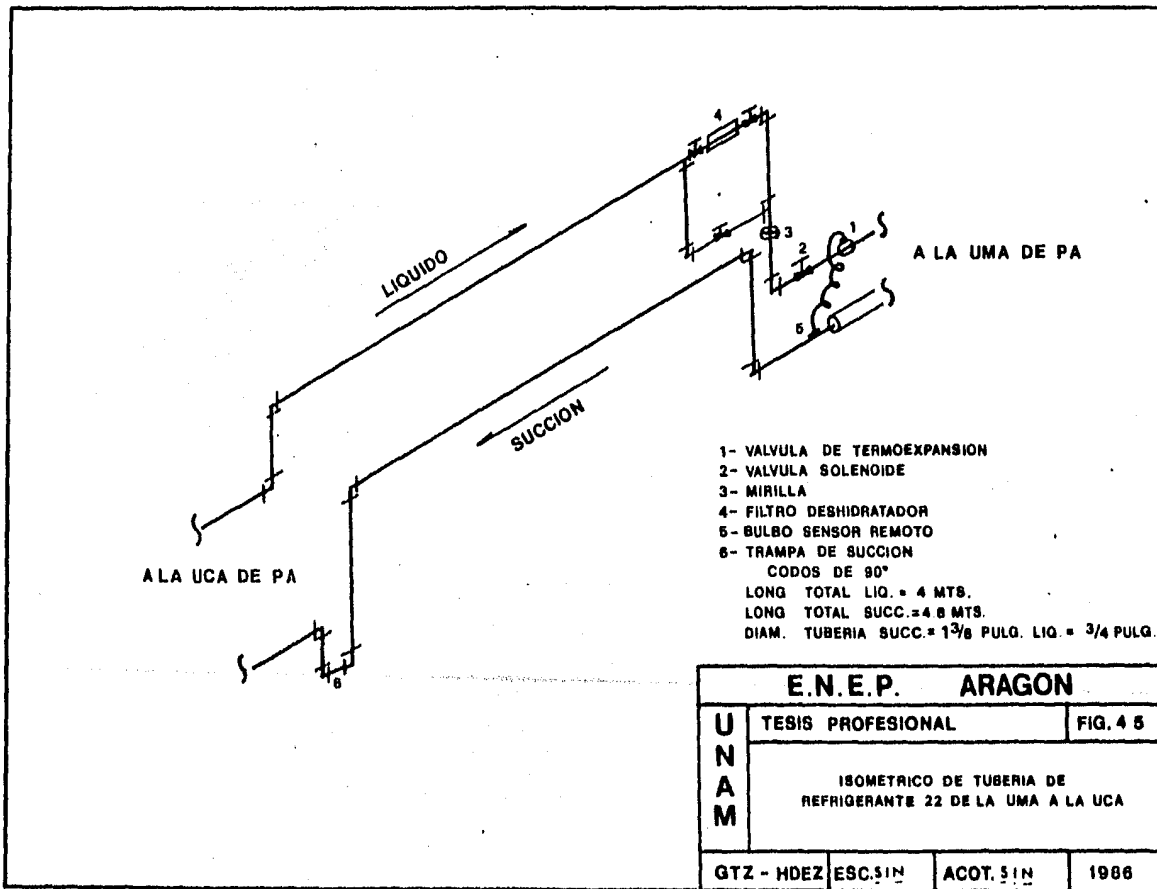
ISOMETRICO DE TUBERIA DE
REFRIGERANTE 22 DE LA UMA A LA UCA

GTZ - HDEZ

ESC. 5:1

ACOT. 3:1

1988



Cabe hacer mención que un mantenimiento muy a fondo lo proporciona solamente el fabricante o gente especializada en la materia motivo por el cual en este capítulo solo mencionamos lo elemental del mantenimiento.

4.1.1.- PRUEBAS, BALANCE Y AJUSTE DEL SISTEMA.

Las pruebas que deben hacerse son con el fin de lograr un ajuste correcto del equipo, evitando así los ruidos molestos, vibraciones excesivas, corriente de aire desagradables sobrecargas, etc.

Deben realizarse las pruebas necesarias a todos los materiales o partes de la instalación, para verificar el buen funcionamiento y operación de la misma.

Se debe comprobar en el interior del local lo siguiente:

- a) Temperatura de bulbo seco
- b) Temperatura de bulbo húmedo
- c) Humedad relativa
- d) Volumen de aire a la salida de difusores

En las pruebas es conveniente elaborar un registro de datos y la información adicional pertinente que se relaciona con la operación del equipo.

El alambrado de los sistemas de control, como de la instalación eléctrica debe apegarse a normas y especificaciones.

4.1.2.- MANTENIMIENTO.

El criterio de mantenimiento actual debe ser del tipo preventivo, y no simplemente correctivo como antiguamente se realizaba.

En la instalación se debe vigilar el equipo, y no esperar a que falle, evitando con esto el deterioro prematuro de este.

El mantenimiento preventivo debe incluir:

- a) Lubricación y engrasado.
- b) Limpieza
- c) Inspección y ajuste
- d) Verificación de presiones
- e) Reposición de partes gastadas
- f) Tensión de bandas etc.
- g) Checar posibles fugas de refrigerante.

De lo anterior expuesto se pueden establecer cuatro puntos fundamentales para el mantenimiento.

- a) Se deben establecer programas para la revisión, lubricación y verificación de los equipos con la frecuencia que se requiera y llevar un informe de lo que se le hizo al equipo.
- b) Bitácora de operación.- Los equipos principales deben llevar una bitácora de operación, en la cual se registra sus condiciones de funcionamiento.
- c) Análisis de operación y reemplazo.- Este análisis está hecho a base de informes periódicos de mantenimiento y bitácora de operación, el cual se hace con el fin de prever reparaciones mayores a equipo.
- d) Capacitación del personal.- Al personal de mantenimiento es necesario darle capacitación general sobre plomería, electricidad, y mecánica básicamente para realizar sus funciones eficientemente.

Para el caso de equipos de enfriamiento es necesario que se tenga una preparación específica, pues estos equipos son complicados y se da el caso que presentan inseguridad y riesgos.

A manera de resumen o concluyendo sobre uso y mantenimiento del equipo tenemos:

- 1) Su funcionamiento será temporal, estación y hora.
- 2) Su operación estará sujeta a tiempo escolar.
- 3) No deberá rebasarse la capacidad de ocupación.
- 4) Restringir el consumo de cigarros en las salas.
- 5) Restringir el uso de puertas y ventanas.
- 6) Al quedar fuera de servicio el equipo se cierran todas las válvulas.
- 7) Asegurarse de que no existan fugas hacia afuera o hacia adentro.
- 8) Ponerlo en marcha un poco antes de que los ocupantes hagan uso del local.

CAPITULO V

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA DEL PROYECTO

	Página
5.1.- ANALISIS ECONOMICO	121
5.2.- FINANCIAMIENTO.	128

V.- ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA DEL PROYECTO

Como consecuencia al gran interés que existe por el análisis en la toma de decisiones del sector público, se ha originado que se use más el término "Análisis económico para definir este tipo de estudios".

Entre los criterios que se toman en cuenta para seleccionar alternativas, se encuentra el rendimiento económico de cada una de las alternativas - propuestas.

A menudo se acepta y se lleva a la práctica una alternativa débil por las siguientes razones:

- 1) Se reconoce la existencia de un problema
- 2) Comprenden la solución que se recomienda
- 3) Se prevén mejoras inmediatas con resultados positivos.

En el caso de nuestro estudio, las alternativas propuestas incluyen - factores de carácter intangible, los cuales no se pueden evaluar en términos de dinero; como es proporcionar confort ambiental a los usuarios de la biblioteca por medio de la instalación de acondicionamiento del aire.

Estos factores son los más difíciles de tomar en consideración en la valoración de la inversión en el equipo o en la elección de este. Por consiguiente su evaluación por el método que sea, es casi subjetiva, por lo que dependerá del criterio de la persona que lo haga.

Para hacer el análisis económico proponemos las siguientes alternativas:

ALTERNATIVA # 1

¿Cuánto costará la instalación del sistema de acondicionamiento del aire si lo hiciera una compañía particular?, considerando el proyecto propuesto.

ALTERNATIVA # 2.

Si se aprovechan los recursos con que cuenta la escuela como son:

- a) Talleres de pailería y procesos de manufactura.
- b) Mano de obra

¿Cuál sería el costo de la instalación si se utilizan estos recursos?

5.1.- ANALISIS ECONOMICO

En este análisis evaluaremos las dos alternativas propuestas desde un punto de vista económico, para determinar el costo total de cada una de ellas.

ALTERNATIVA # 1.

Para esta alternativa solicitamos a la compañía "Aire Ambiental de México, S.A.", que nos hiciera un presupuesto del costo de este proyecto.

Para esto les proporcionamos toda la información y cálculos obtenidos del proyecto; y el resultado fue el siguiente:

EL COSTO DEL SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE, ENTREGADO TOTALMENTE TERMINADO Y TRABAJANDO A SATISFACCION DEL CLIENTE, ES POR LA CANTIDAD DE:
 \$ 26'550,000.00 (VEINTISEIS MILLONES QUINIENTOS CINCUENTA MIL PESOS 00/100 M.N.) -----

ALTERNATIVA # 2.

La cotización para la segunda alternativa es la siguiente:

CONCEPTO	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
1.- Unidades Condensadoras Carrier	2	3'000.000.00	6'000.000.00
LINEA DE LIQUIDO			
2.- Tubería de cu. tipo L de			
$\emptyset = 3/4''$	4 mts	1,420.00	5,680.00
$\emptyset = 7/8''$	5 mts	2,065.00	10,325.00
CODOS			
$\emptyset = 3/4''$	10	288.00	2,880.00
$\emptyset = 7/8''$	10	533.00	5,330.00
TEES			
$\emptyset = 3/4''$	2	288.00	576.00
$\emptyset = 7/8''$	2	533.00	1,066.00
LINEA DE SUCCION			
3.- Tubería de cobre tipo "L" de			
$\emptyset = 1\ 3/8''$	4.8	3,990.00	19,152.00
$\emptyset = 1\ 5/8''$	6 mts	5,140.00	30,840.00
CODOS			
$\emptyset = 1\ 3/8''$	7	852.00	5,964.00
$\emptyset = 1\ 5/8''$	7	1,104.00	7,728.00
REDUCCIONES			
$\emptyset = 1\ 1/8''$ a $7/8''$	4	509.00	2,036.00

CONCEPTO	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
4.- Arrancador magnético	2	25,000.00	50,000.00
5.- Interruptor termomagnético	2	28,000.00	56,000.00
6.- Termostato	2	9,800.00	19,600.00
7.- Humidostato	2	6,300.00	12,600.00
8.- Aislante térmico para tubería, $\varnothing = 3/4"$, $7/8"$	20 rollos	1,300.00	26,000.00
9.- Soldadura de plata	1 Kg.	8,600.00	8,600.00
10.- Sellador selmatic	10 Lt.	1,000.00	10,000.00
11.- Pre filtros	4	15,000.00	60,000.00
12.- Unidades Manejadoras de aire con serpentín de expansión directa	2	3'000.000.00 2'250,000.00	5'250,000.00
13.- Arrancador Magnético	2	25,500.00	51,000.00
14.- Interruptor termomagnético	2	25,500.00	51,000.00
15.- Lona ahulada	5 mts.	750.00	3,900.00
16.- Filtro deshidratador $\varnothing = 3/4"$, $7/8"$	2	62,300.00	124,600.00
17.- Válvulas Solenoide $\varnothing = 3/4"$, $7/8"$	2	32,500.00	65,000.00
18.- Válvula de Termoexpansión, $\varnothing = 3/4"$, $7/8"$	2	56,800.00	112,000.00
19.- Válvula de paso para líquido, $\varnothing = 3/4"$, $7/8"$	8	12,750.00	102,000.00
20.- Válvula de paso para gas $\varnothing = 1 5/8"$, $1 3/8"$	4	12,750.00	51,000.00
21.- Mirillas $\varnothing 3/4"$, $7/8"$	2	7,180.00	14,360.00
DUCTOS			
22.- Lámina galvanizada cal. 22 y 24	5.5 Tons.	210,000.00	1'155,000.00

CONCEPTO	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
REJILLAS			
23.- Rejillas de inyección	41	*	593,444.00
24.- Rejillas de retorno	30	*	360,000.00
25.- Registrador de tempera tura y humedad	2	22,934.00	45,868.00
26.- 1 (Un) Lote de materiales varios para ductos, como son: aislamientos de colchoneta de fibra de vidrio, papel Kraft y foil, adhesivos, soportes, tornillos, taquetes, pegamento (5000), etc.			100,000.00
27.- Un gabinete esmaltado intemperie, donde va alojado el equipo eléctrico- antes mencionado.			200,000.00
28.- Un lote de tornillería, soldadura, alambre, cable y tubería conduit, -- etc.			100,000.00

IMPORTE TOTAL DE EQUIPO Y MATERIALES:

\$ 14'714,149.00

Para el trabajo de instalación de la obra proponemos el siguiente personal; estimando que el trabajo para su terminación sea de tres meses. Según datos de la compañía.

* Varios Precios

EN SUPERVISION

Un Ingeniero encargado de la obra:

Sueldo \$ 4,666 x día

Días considerados de trabajo:

90 x \$ 4,666 = \$ 420,000.00

\$ 420,000.00

ELECTROMECHANICA

Dos oficiales electromecánicos

Sueldo \$ 3,000.00 x día c/u.

2 x \$ 3,000.00 = \$ 6,000.00

\$ 540,000.00

Cuatro ayudantes

Sueldo \$ 1,500.00 x día c/u

4 x \$ 1,500.00 = \$ 6,000.00

\$ 540,000.00

DUCTERIA

Dos oficiales

Sueldo \$ 2,666.00 x día c/u

2 x \$ 2,666 = \$ 5,333.00

\$ 480,000.00

Cuatro ayudantes

Sueldo \$ 1,500.00 x día c/u

4 x \$ 1,500.00 = \$ 6,000.00

\$ 540,000.00

RESUMEN DE COSTOS

=====

EQUIPO Y MATERIALES	\$ 14'714,149.00
MANO DE OBRA.....	\$ 2'520,000.00
COSTO TOTAL DE LA OBRA.....	\$ 17'234,149.00

Nota.- Los costos de administración, vacaciones, Seguro Social, Contabilidad, etc., para este caso no se tomase en cuenta debido que la Universidad ya cuenta con el personal antes mencionado, ya está incluido en el presupuesto.

Por lo tanto, el ahorro en el proyecto si la escuela lo hace con sus - recursos sería el siguiente:

Del costo total le descontamos la mano de obra y supervisión.

El costo del proyecto sería lo que involucra Equipo y materiales:

...\$ 14'714,149.00

El ahorro sería por la cantidad siguiente:

...\$ 11'835,851.00

Como se puede observar el ahorro es bastante atractivo.

Nota.- Los costos de materiales y equipo, mano de obra y supervisión, están considerados al mes de noviembre de 1985.

5.2.- FINANCIAMIENTO

El procedimiento que sigue la Dirección General de Obras de la U.N.A.M. para determinar la construcción de una obra o cualquier tipo de instalación puede ser originada por los casos siguientes:

- 1.- Continuación de un plan maestro previamente aprobado.
- 2.- Solicitud debidamente fundamentada por el responsable de la dependencia para la construcción de nuevas áreas que pueden ser a causa del aumento del número de alumnos, ampliación o nuevos proyectos - de investigación, etc.
- 3.- Necesidades propias de la dependencia, que la D.G.O. detecta y que por diversas razones necesita construir, como pueden ser:
 - a) Edificios para impartir clases.
 - b) Edificios para mantenimiento, sub-estaciones, cuartos de máquinas, etc. .

Una vez aprobado el programa de la obra, la subdirección de proyectos de esta dirección procede a la elaboración de un Anteproyecto, del cual se hace una evaluación para conocer el costo de la inversión. Así, si las autoridades universitarias consideran necesaria la realización de la obra se autoriza la elaboración del proyecto detallado para su ejecución.

Posteriormente, mediante un concurso es como la D.G.O. escoge entre varias empresas o contratistas a la que tenga la cotización más baja con los requisitos previamente establecidos.

De lo anteriormente expuesto sacamos en conclusión que su financiamiento estará sujeto a este procedimiento utilizado por la U.N.A.M.

Por otro lado, la labor de nosotros es aportar opiniones mediante el estudio técnico-económico de la manera de como hacer este proyecto más accesible en el aspecto monetario y sugerir los beneficios sociales que se obtendrán con su realización.

En el capítulo siguiente hablaremos más ampliamente todos estos aspectos como conclusiones y sugerencias.

C A P I T U L O V I

C O N C L U S I O N E S

VI.- CONCLUSIONES.

Como se ha podido constatar en este proyecto, la selección de un sistema de acondicionamiento del aire, para aplicarlo a un edificio, es una decisión muy crítica con la que se enfrenta el ingeniero proyectista. De esta decisión depende en buena medida la satisfacción del inversionista, y del ocupante, que es en última instancia el que obtiene el beneficio.

Del desarrollo de este trabajo concluimos los puntos siguientes:

- 1) En este proyecto los factores intangibles son muy importantes de tomarse en cuenta al analizar el aspecto financiero del mismo. Puesto que los objetivos que persigue la Universidad no son de lucro.

Así, enumeraremos los siguientes:

- a) Proporcionar condiciones de confort a los ocupantes de este local, para que el aprendizaje se realice en condiciones adecuadas.
- b) Un mayor aprovechamiento del tiempo disponible al estudio e investigación, realizándolo con mayor eficiencia.
- c) Al mantener cerradas las ventanas y puertas se evitaría el acceso de polvos contaminantes, perjudiciales y molestas para el trabajo que se desarrolla en este lugar, y la conservación del material bibliográfico.

- 2.- Al relacionar en este trabajo la Ergonomía con la técnica de acondicionamiento del aire observamos que es de gran importancia; por lo que consideramos que tanto Arquitectos como Ingenieros, así como profesionales de todas ramas de la administración, y diseñadores industriales tuvieran un conocimiento sobre esta materia, pues nos lleva desde conocer como funciona el cuerpo humano, en relación a cambios de la temperatura y humedad del aire, y sus consecuencias, hasta los factores anatómicos que intervienen en actividades de trabajo o de recreo, etc., y que contribuyen al logro del mejoramiento del bienestar humano.

Todo esto llevaría a que los proyectos en relación al acondicionamiento del aire no se vieran como un lujo sino se pudiera justificar ante el inversionista de proyectos de esta naturaleza.

Otro de los motivos de tratar sobre esta disciplina, es la de transmitir algunas inquietudes, para promover su investigación y difusión, y que veamos a la Ergonomía como una fuente de soluciones a nuestras necesidades; puesto que en México se aplica en pequeña escala, y en la mayoría de los casos se utiliza sin saber que es.

Por otro lado pretendemos que con este trabajo se tome mayor interés a la Ergonomía, que es poco conocida en nuestro medio, que no solo es la adaptación de la máquina al hombre como la mayoría de la gente que tiene un somero conocimiento sobre ella afirma, sino, abarca muchos aspectos de la vida moderna como se menciona en la parte de Ergonomía.

- 3.- Del análisis de la carga térmica comprobamos que las condicio-

nes de temperatura interior, se alteran lo suficiente para ocasionar los efectos del estres por calor.

- 4.- En el renglón económico se observa un ahorro bastante considerable (44% con relación a la alternativa # 1). Justificándose a partir de que, tanto la mano de obra como la supervisión y talleres están a disposición de la escuela, puesto que, como se menciona anteriormente los gastos de administración, como son seguros, incapacidades, vacaciones, etc., ya están presupuestados por la U.N.A.M. Entonces, cabe hacer mención que estas ventajas económicas refuerzan la alternativa # 2, al aprovechar los recursos de la escuela, como son, personal especializado e instalaciones de ingeniería.

Otro aspecto que no se debe pasar por alto es el tiempo de la ejecución de la instalación, pues el empleo de un tiempo mayor no afectaría en el costo de la obra, puesto que el personal cuenta de experiencia práctica para hacerlo en un tiempo igual al que emplearía una compañía que se dedica a esta especialidad.

- 5.- Por último queremos manifestar el deseo de que éste modesto -- trabajo sea de utilidad y sirva de una guía a la persona que se interese por estos temas, y con esto justifique su razón de elaboración.

CONVERSIONES UTILIZADAS

1 BTU	1054.8 Joules
1 BTU	0.252 K cal.
1 BTU/lb	2.325 Kj/Kg.
1 Kcal	4.1868 KJ:
35.31 ft ³	1 m ³ .
1 ft ³ /min.	1.69 m ³ /hr
2119 ft ³ /min.	1 m ³ /hr
1 ft/min.	0.054 m/seg.
1 Lb.	7000 Granos
2.204 Lg.	1 Kg.
1 pulg.	2.54 cm.
1 watt(j/s)	0.860 Kcal/hr.
3.412 BTUH	1 watt (J/seg)
t ^{°f}	(1.8) (tc)+(32)
t ^{°c}	5/9 (t F - 32)
0.24 BTU/lb°F	Cp del aire
1 Kcal/hm°C.	1.16 watts/m°C
1 TR	3024 Kcal/hr. ó Frigorias/hr.
1 TR	12000 BTUH
1 TR	3.517 KW
1 m ³	35.28 ft ³
1 m	3.28 ft

Unas son unidades utilizadas y otros son factores de conversión para - pasar de un sistema a otro, en virtud de que los manuales, tablas y catálogos vienen en diferentes sistemas de Unidades.

INDICE DE CONCEPTOS

- Antropometría, 20, 39
 Alternativas, 120, 121
 análisis de, 120, 121, 133
 Aire, 9, 10, 11, 75, 76
 teoría del, 8
 composición del, 10, 11
 humedad relativa del, 43, 116
 humedad específica del, 43
 inyección del, 72, 77
 entalpía del, 42, 72, 77
 higiene del, 11
 Asientos, 17, 20, 24
 características de los, 24
 discomfort por, 21, 24

 Bay Pass, 43
 Biomecánica, 39

 Carta psicométrica, 12, 73, 74, 78
 Condiciones de diseño, 48, 49
 interior, 49, 78, 79
 exterior, 49, 78, 79
 Carta de comodidad, 13, 14
 zonas de confort térmico de la, 13
 Ciclo de refrigeración, 96, 98
 Carga de calor, 33, 34, 50, 132
 en la persona, 33, 34
 en el ambiente, 33, 34, 50
 Cuerpo humano, 26
 funcionamiento del, 27, 29, 132
 Confort, 4, 8, 10, 13, 31, 35, 131
 carta de, 37
 factores del, 31, 36
 Control automático, 96, 107
 funciones, 107, 109
 elementos, 108
 Calor, 39, 63, 64, 66, 68
 latente, 40
 sensible, 40
 Conductividad térmica, 30, 40, 52
 Cibernética, 18, 41
 Conversiones, 134

 Descanso, necesidades de, 26, 27, 28
 Ductos, 9, 84, 107
 fricción en, 84, 85, 86, 87
 Decisiones, al invertir, 120

 Energía, 26, 29, 30
 forma de, 29
 para tipos de trabajo, 26
 Estrés, 5, 42, 133
 por calor, 5, 42

 Factor de calor sensible, 12, 71
 Factores intangibles, 120, 131
 Fatiga, 5, 18, 24, 43
 definición, 43
 efectos fisiológicos, 43

 Homeotermia, 27, 44
 Humedad, 9, 11, 12, 17, 32

 Intercambio térmico, 30
 factores del, 30
 formas de, 30

 Kilocalorías, 26

 Metabolismo, 26, 35, 44
 basal, 26, 29
 Mental, actividad, 18, 42
 mediciones de la,

 Oxígeno, consumo de, 26, 34

 Procesos psicrométricos, 12;
 enfriamiento y deshumidificación,
 12, 42
 enfriamiento y humidificación, -
 12, 43
 calentamiento y deshumidificación,
 12, 41
 calentamiento y humidificación,
 12, 40
 Primera ley de la termodinámica, 29

 Refrigeración, 8, 45, 50
 ciclo de, 98
 Refrigerante, 97, 101, 111

 Serpentina, 101
 selección del, 108
 velocidad del aire en, 101
 características del, 104

Temperatura, 11, 12, 17, 45
 definición, 45
 efectiva, 13, 32
 de bulbo seco, 12, 46, 116
 de bulbo húmedo, 12, 45, 116
 de rocío, 12, 46
 ergonómica, 33, 34
 de la piel, 27, 33
 interna corporal, 27, 29
 operativa, 32, 33
Trabajo, 17, 18, 19, 21
 modelo de, 18
 factores fisiológicos del, 17, 26
 factores anatómicos del, 17, 20, 132
 consumo de energía del, 17, 26
Tuberías, 111
 de gas, 112
 de líquido, 112
 método de cálculo, 112

Unidades, manejadores de aire, 98
 selección, 99, 100
 características, 102
Unidades, condensadora, 99
 selección, 104
 características, 105.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- ERGONOMIA "FACTORES HUMANOS EN INGENIERIA Y DISEÑO"
ERNEST J. McCORMIC
IMPRESO EN ESPAÑA, 1980
EDITORIAL GUSTAVO GILI, S.A.
- 2.- LECTURAS EN MATERIAS DE SEGURIDAD SOCIAL "ERGONOMIA"
I.M.S.S.
IMPRESO EN MEXICO, 1982
- 3.- FACTORES HUMANOS EN LA TECNOLOGIA MODERNA
BENNET, EDWARD
IMPRESO EN MEXICO, 1978
EDITORIAL C.E.C.S.A.
- 4.- INGENIERIA HOMBRE-MAQUINA
ALPHONSE CHAPANIS
IMPRESO EN MEXICO, 1974
EDITORIAL C.E.C.S.A.
- 5.- ESTUDIOS DE PSICOLOGIA INDUSTRIAL
EDWIN A. FLEISAMAN
IMPRESO EN MEXICO, 1978
EDITORIAL TRILLAS.
- 6.- INTRODUCCION A LA ERGONOMIA
MAURICE DE MONTMOLLIN
IMPRESO EN ESPAÑA, 1968
EDITORIAL AGUILAR.

- 7.- FUNDAMENTOS DE AIRE ACONDICIONADO Y REFRIGERACION
EDUARDO HERNANDEZ GORIBAR.
IMPRESO EN MEXICO, 1982
EDITORIAL LIMUSA
- 8.- AIRE ACONDICIONADO Y REFRIGERACION
JENNINGS- LEWIS.
IMPRESO EN MEXICO, 1980
EDITORIAL C.E.C.S.A.
- 9.- MANUAL DE AIRE ACONDICIONADO
CARRIER CORPORATION.
IMPRESO EN ESPAÑA, 1974.
EDITORIAL MARCOMBO.
- 10.- CLIMATIZACION, CALCULO E INSTALACIONES
JOSE FERNANDEZ - AMIGO
IMPRESO EN ESPAÑA, 1980
EDITORIAL EDICIONES CEAC.
- 11.- PROYECTO DE INSTALACION DE UN SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO
DE AIRE PARA LOS LOCALES COMERCIALES, Y SU ESTUDIO ECONOMI
CO
TESIS E.S.I.M.E., I.P.N.
- 12.- TECNICAS DE ANALISIS ECONOMICO PARA ADMINISTRADORES E
INGENIEROS
JOHN R. CANADA
IMPRESO EN MEXICO, 1980
EDITORIAL DIANA

- 13.- INGENIERIA ECONOMICA
ANTHONY J. TARQUIN
IMPRESO EN MEXICO, 1980.
EDITORIAL McGRAW- HILL

- 14.- TECNICAS DE ANALISIS ECONOMICO EN INGENIERIA
JOHN A. WHITE., MARVIN H. AGEE.
IMPRESO EN MEXICO, 1981
EDITORIAL LIMUSA.

- 15.- CURSO DE AIRE ACONDICIONADO
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M. 1985

- 16.- INGENIERIA INDUSTRIAL
BENJAMIN W. NIEBEL
IMPRESO EN MEXICO, 1982.
EDITORIAL REPRESENTACIONES Y SERVICIOS
DE INGENIERIA, S.A.