

T
694.3
PA hl



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Mecánica



“LABORATORIO DE AIRE ACONDICIONADO
Y CALEFACCION”

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:
INGENIERO MECANICO

Presentada por:
Milton Palacios Gómez

Guayaquil - Ecuador
1989

A G R A D E C I M I E N T O

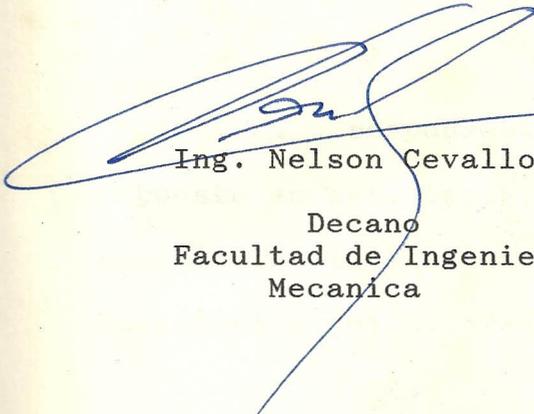
Al Ing. Eduardo Donoso Perez, por la
valiosa ayuda y dirección en la
realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A mis Padres

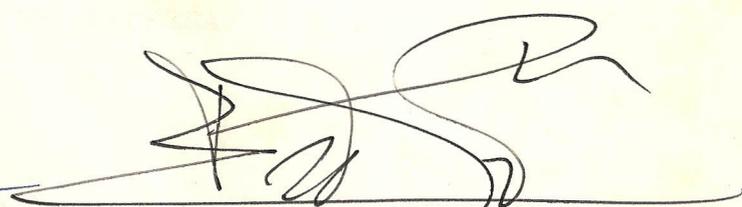
A mis hermanos

A Mónica



Ing. Nelson Cevallos

Decano
Facultad de Ingenieria
Mecanica



Ing. Eduardo Donoso

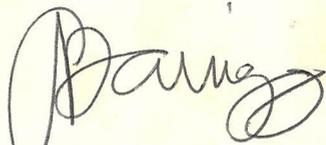
Director de Tesis
Miembro del Tribunal
de Grado



Ing. Francisco Andrade

Ing. Francisco Andrade

Miembro del Tribunal
de Grado



Dr. Alfredo Barriga

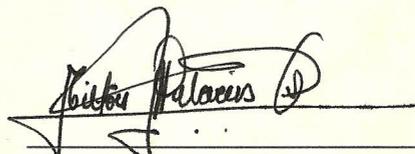
Dr. Alfredo Barriga

Miembro del Tribunal
de Grado

DECLARACION EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuesto en esta tesis, me corresponde exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

(Reglamento de Exámenes y Titulos Profesionales de la ESPOL).



MILTON PALACIOS GOMEZ

R E S U M E N

El diseño del laboratorio de aire acondicionado y calefacción, se lo realizó por la necesidad que tiene los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Mecánica, de poseer un laboratorio donde puedan realizar prácticas de acondicionamiento de aire, calefacción y ventilación donde se apliquen los conceptos teóricos aprendidos.

En este laboratorio, se realizarán prácticas, se dictarán cursos y seminarios, dedicados a la ingeniería del ambiente térmico, con la finalidad de mejorar la industria y los conocimientos de nuestros técnicos, para que en un futuro, podamos construir nuestros propios equipos.

I N D I C E G E N E R A L

	Pag.
Resumen	VI
Indice General	VII
Indice de Figuras	XIII
Objetivo	15
Introducción	17
CAPITULO NO 1	
SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	21
1.1.- Generalidades	21
1.2.- Instalaciones unitarias	26
1.3.- Instalaciones semi-centralizadas	27
1.4.- Instalaciones centralizadas	28
1.4.1. Todo Aire	28
1.4.2. Todo Agua	28
1.4.3. Agua-Aire	29
1.5.- Instalaciones de expansión directa	30
1.5.1. Generalidades	30
1.5.2. Distintos tipos de instalaciones	32
1.6.- Sistemas con Ventilconvectores	34
1.6.1. Generalidades	34

1.6.2. Elementos de una instalacion	
centralizada con ventilosconvectores	
"Fan-Coils"	36
1.6.3. Clasificaci3n de las instalaciones	38
1.6.4. Descripci3n de las instalaciones	39
1.7.- Humidificadores	42
1.7.1. Condiciones Ambientales	43
1.7.2. Caracteristicas de construcci3n	46

CAPITULO NO 2

DESCRIPCION DEL LABORATORIO	48
Funcionamiento	48
Componentes	51
2.1.- Los Equipos	51
2.1.1.- Enfriador de Agua con condensador enfriando por aire	52
2.1.2.- Unidad Condensadora	55
2.1.3.- Manejadora de Aire	57
2.1.3.1 Secci3n del motor ventilador	58
2.1.3.2 Seccion de Serpentes de enfriamiento ..	58
2.1.3.3 Seccion de Filtros	60
2.1.3.4 Caja de Mezcla	60
2.1.4.- Humificafor	60
2.1.5.- Serpentin de Vapor (Calefacci3n)	61

2.1.6.- Intercambiador Aire - Aire	63
2.1.7.- Bomba de Agua	65
2.2.- Sistema de Distribución de Aire	66
2.3.- Diagrama de Control Neumático	72
2.3.1.- Switch Selector	72
2.3.2.- Switch Graduable	73
2.3.3.- Recibidor - Controlador	73
2.3.4.- Restrictor	73
2.3.5.- Switch Electro Neumático	74
2.3.6.- Medidores de Temperatura, Humedad y Presión	74
2.3.7.- Sensor de Temperatura	74
2.3.8.- Sensor de Humedad	74
2.3.9.- Válvula Neumática 3 Vías	74
2.3.10.-Válvula Neumática 2 Vías	75
2.3.11.-Actuador de Compuerta	75
2.3.12.-Compresor de Aire	76

CAPITULO NO 3

CALCULO DE CARGA	77
3.1.- Característica del Cuarto	77
3.2.- Cálculo de la Carga de Enfriamiento	78
3.2.1.- Cálculo de la Transferencia de Calor atravéz de las paredes de Techo	78

3.2.2.- Transferencia de Calor atravez de la	85
Ventanas	80
3.2.3.- Transferencia de Calor por infiltraci3n ..	84
3.2.4.- C3lculo del Calor generado por personas ..	85
3.2.5.- C3lculo del Calor generado por alumbrado .	86
3.2.6.- Carga total de enfriamiento	86

CAPITULO NO. 4

SELECCION DE EQUIPOS	87
4.1.- Seleccion de Manejadora, Serpentina de	
expansi3n directa y agua helada	87
4.1.1.- Selecci3n de la Manejadora	87
4.1.2.- Selecci3n del Serpentin de Expansi3n	
Directa	89
4.1.3.- Selecci3n del Serpentin de agua helada ..	90
4.2.- Selecci3n del Serpentin de Vapor	91
4.3.- Selecci3n del Intercambiador Aire - Aire	93
4.4.- Selecci3n de la Unidad Condensadora	94
4.5.- Selecci3n del Enfriador de agua	95
4.6.- Selecci3n de la Bomba de Agua	97
4.7.- Selecci3n del Humificador	100
4.8.- Selecci3n del Compresor del Aire	101
4.9.- Selecci3n del Extractor de Aire	102
4.10.- Selecci3n de la caja de volumen variable	104

funcionamiento" 144

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 147

BIBLIOGRAFIA 170

INDICES DE FIGURAS

1	- Plano arquitectónico	153
2	- Vista de planta	154
3	- Vista en elevación	155
4	- Plano de tuberías	156
5	- Diagrama de sistema de aire comprimido ...	157
6	- Diagrama de Control	158
7	- Sistema de Distribucion de Aire, 100% de aire exterior, con o sin intercambiador aire-aire	159
8	- Sistema de Distribucio de aire, variando el porcentaje de aire exterior desde 90% hasta un 10%, con intercambiador aire-aire	160
9	- Sistema de distribución de aire, sin porcentaje de aire exterior, 100% aire de recirculación del cuarto	161
10	- Sistema de distribución de aire, sin porcentaje de aire exterior, con o sin recirculación del cuarto	162
11	- Sistema de distribución de aire, variando el porcentaje de aire exterior, desde 90% hasta un 10%, sin intercambiador aire-	

	aire, con recirculación del cuarto	163
12 -	Curva de selección de la Unidad Condensadora	164
13 -	Pérdida por rozamiento en los sistemas abiertos y cerrados de tuberías .	165
14 -	Pérdida de cargas en las válvulas expresadas en longitud equivalentes de tubo	166
15 -	Pérdida de carga de los codos y -T- expresada en longitud equivalente de tubo	167
16 -	Equivalente circulares de ductos rectangulares para fricciones y capacidades iguales	168
17 -	Pérdida por fricción en ducto de aire	169

OBJETIVO

El hacer este laboratorio tiene dos fines principales:

- 1.- Proveer a la Escuela Superior Politécnica del Litoral de un Laboratorio de Aire Acondicionado y Calefacción.
- 2.- Obtener el Título de Ingeniero Mecánico.

Por la necesidad que tienen los estudiantes de Ingeniería Mecánica de poseer un Laboratorio de Aire Acondicionado y calefacción en el cual puedan familiarizarse con los conceptos teóricos aprendidos en clase, identificar los diferentes componentes de un sistema de Aire Acondicionado y calefacción tales como: manejadora de aire, (sección de mezcla, sección de filtrado, sección del serpentín de expansión directa, sección del serpentín de agua helada, sección de calentamiento y sección del motor ventilador), unidad condensadora, enfriador de agua, accesorios para la instalación del sistema de agua helada, expansión directa i humidificación, serpentín de vapor y humidificador.

Ver la distribución de Aire utilizando ductos, compuertas neumáticas, difusores, caja de mezcla, ductos flexibles, así como también el sistema de control neumático - eléctrico en sus componentes (recibidor controlador, switch selector, switch graduable, restrictor, switch electroneumatico, medidores de humedad, manometro neumatico, termometro neumatico, sensor de temperatura, valvulas neumaticas) y en su funcionamiento.

Como parte de este plan se podrán realizar varias prácticas en el laboratorio de aire acondicionado i calefacción, entre las cuales están: Operaciones de calentamiento (vapor, electrico), calentamiento + humidificación, operaciones de enfriamiento (expansion directa, agua helada), mezcla de aire interior con exterior, intercambio de calor aire - aire, operaciones de enfriamiento con diferentes condiciones de aire de retorno, caída de presión para cada componente del laboratorio, determinar la eficiencia de cada intercambiador de calor (serpentes de agua helada, expansion directa i vapor, intercambiador aire - aire), determinar la respuesta dinámica de varios de los componentes del sistema de control (sensores, actuadores).

INTRODUCCION

Este laboratorio será ensamblado en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Espol, y estará conformado por equipos para calentar (a vapor i electricamente) y enfriar (agua helada i expansion directa) el aire, un sistema completo de distribución de aire, un intercambiador aire - aire, un sistema de control electro - neumático, un sistema de extracción.

El laboratorio contiene seis intercambiadores de calor (expansion directa, agua helada, humidificador, vapor, eléctrico i aire - aire), que pueden ser estudiados en diferentes formas; la instrumentación es adecuada para analizar el rendimiento térmico de cada serpentín, esta instrumentación mide temperatura a la entrada i salida de cada intercambiador, humedades relativas y caída de presión en el lado del aire, y tasas de flujo para cada lado de los fluidos, sensores i probadores adicionales pueden ser instalados en los serpentines para estudiar un fenómeno local como es el coeficiente de transferencia de calor local.

Muchos intercambiadores de calor operan en modo transiente por periodos considerables debido a que el

laboratorio realiza un ciclo de prendido y apagado o por el cambio continuo de las condiciones de entrada, analizar el intercambiador de calor en el modo transiente es mas complicado que en modo estable debido al almacenamiento de energia (la pared i los fluidos) i los fluidos transientes deben ser considerados.

Utilizando el aire de retorno puede realizarse estudios transientes usando comienzos i finalizaciones bruscas o cambios controlados en tazas de flujo de entrada al serpentín, temperatura o ambos. Los datos obtenidos pueden ser usados para determinar parametros que afectan la respuesta transiente y el rendimiento termico del serpentín, esta informacion tambien puede ser usada para el diseño de intercambiadores de calor.

El rendimiento térmico de los intercambiadores con aletas pueden ser incrementados significativamente si superficie de aumento son usadas en el lado del aire i líquido, historicamente el lado del aire de un intercambiador de calor, tiene aletas incorporadas para reducir la resistencia termica de la transferencia de calor. Nuevos serpentines incorporando las ultimas características del aumento de la transferencia de calor pueden ser probados

en el laboratorio.

El rendimiento térmico y la respuesta del serpentín pueden disminuir significativamente por el congelamiento en el lado del aire, el congelamiento añade resistencia térmica extra, resultando una disminución de transferencia de calor o grandes diferencia de temperatura.

El serpentín de expansión directa instalado en el laboratorio puede usarse para el estudio de la formación de hielo controlando las tasas de flujo, la humedad y la temperatura en el aire de retorno.

Un sistema típico de aire acondicionado contiene aceite diluido en el refrigerante, la concentración aceite - refrigerante varía con la localización en el sistema, resumiendo, la concentración en cualquier punto puede variar durante las operaciones transientes, los efectos netos de circulación de mezcla refrigerante - aceite en lugar de refrigerante puro son que la capacidad de refrigeración del evaporador es reducida porque el aceite no se evapora, las caídas de presión aumentan por una mayor viscosidad del aceite y los coeficientes de transferencia de calor incrementados o disminuidos dependiendo de las condiciones

de flujo.

La migración del aceite en un sistema de aire acondicionado puede hacerse usando uno de los tantos dispositivos actuales.

El laboratorio de aire acondicionado i calefacción esta equipado con un sistema de control electro - neumático, el cual controla la operación (funcionamiento) de los equipos para enfriar (expansion directa i agua helada), calentar (sistema de vapor i sistema electrico), i humidificar el aire, el intercambiador aire - aire y las compuertas neumaticas con diferentes dispositivos tales como: switch electro-neumatico, switch selector, switch regulable, switch neumatico-electrico, recibidor controlador, válvulas neumáticas de 3 i 2 vías, sensores de temperatura i humedad, restrictor i actuadores.

Las compuertas neumaticas estan instaladas dentro del sistema de distribución de aire y controlan el recorrido del caudal de aire para las diferentes pruebas que se hagan en el laboratorio, estas compuertas neumaticas son regulables a diferentes porcentajes dependiendo de su necesidad.

CAPITULO No 1

SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

1.1 Generalidades

Son muy numerosos los sistemas de aire acondicionado que pueden instalarse para la refrigeración y la calefacción de un edificio.

Se puede clasificar los sistemas de aire acondicionado según se utilice una estación central de producción de frío y calor o se utilicen unidades individuales o semicentralizadas. En el primer caso el equipo de producción de frío y calor estará localizado en un punto dentro del propio edificio, o incluso alejado del mismo. Si el equipo se encuentra en el mismo local acondicionado tendremos una instalación unitaria. Un caso intermedio es el de las instalaciones semicentralizadas en los que se acondiciona un local o zona no muy extensa, alejada o próxima, mediante una red de conductos.

Las instalaciones centralizadas se clasifican primeramente según el medio transmisor utilizado en el

transporte del calor y del frío desde la planta central a las unidades terminales. El medio transmisor utilizado en el transporte del calor y del frío desde la planta central a las unidades terminales pueden ser:

- GAS FRIGORIFICO
- AIRE
- AGUA
- AGUA Y AIRE

Para un mismo medio transmisor tendremos distintas unidades terminales (Ventiloconvectores, Inducción, etc.), cada tipo de unidad terminal requerirá distintos esquemas y diseños de distribución, y por tanto resultarán distintos sistemas de acondicionamiento.

También atendiendo a la red de distribución utilizada tendremos una nueva clasificación :

- DOS TUBERIAS
- TRES TUBERIAS
- CUATRO TUBERIAS

O bien:

- UN CONDUCTO
- DOS CONDUCTOS

Para cada sistema centralizado escogido podremos

determinar un sistema de control distinto según realicemos esta regulación sobre una o dos de estas magnitudes:

CONTROL DE LA TEMPERATURA

CONTROL DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD

Incluso un control de la temperatura o de la temperatura y la humedad puede obtenerse por distintos métodos, así el tipo de instalación con climatizadores tipo unizona puede realizarse con distintos tipos de regulación.

- | | |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>a) Caudal constante.
Temperatura variable</p> | <p>x.- Control por potencia de refrigeración y calefacción.</p> <p>y.- Control por "Bypass".</p> <p>z.- Control por aire recalentado.</p> |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

CONTROL DE TEMPERATURA

- b) Caudal variable. Temperatura constante.

El control de temperatura puede conseguirse en una instalación, o bien con el caudal de aire constante (Temperatura variable), o bien con un caudal variable (Temperatura constante).

El primer caso se puede conseguir con un control, sino de la potencia de refrigeración o calefacción, o mediante

un control por "bypass" o incluso por un control de recalentamiento.

De todo ello, rápidamente se desprende que el aire acondicionado es ya técnica suficientemente complicada y que existen tantos tipos de instalaciones como variables podemos conseguir en el equipo utilizado. Por otro lado, los constantes avances de la técnica, que permiten aplicar nuevos equipos en las instalaciones, así como las propias innovaciones de los proyectistas, hacen del aire acondicionado una técnica dinámica cambiante constantemente.

Es necesario destacar que no es lo mismo una instalación "con conductos" que "múltiples conductos". En el primer caso, aunque exista una red de conductos con diferentes tramos y ramales, todos conducen un aire en las mismas condiciones. En el segundo caso los conductos (varios o sólo dos) conducen aire en distintas condiciones de temperatura y humedad.

Como toda clasificación, la presente puede adolecer de algunas arbitrariedades. Siempre será difícil distinguir entre una pequeña instalación centralizada con una sola unidad de manejo de aire y una gran instalación

semicentralizada con unidades por elementos. Hemos querido separar tajantemente estas instalaciones según que la conexión, y por tanto, el medio refrigerante, sea el agua o el freón.

De acuerdo con este criterio, serán instalaciones centralizadas de tipo convencional, por pequeñas que sean, todas aquellas que consisten en una planta refrigeradora de agua conectada a una unidad de manejo de aire con la batería de refrigeración enfriada por agua.

Podrá existir la duda de cómo considerar una instalación con unidad de manejo de aire de expansión directa (con batería evaporadora refrigerada por freón conectada al compresor por tubería para gas refrigerante). En este caso deberemos seguir el criterio de considerar como centralizadas todas aquellas que utilizan climatizadores fabricados bajo pedido, e instalaciones unitarias o semicentralizadas a aquellas otras que utilizan una o dos unidades de expansión directa de fabricación en serie.

Resulta, por tanto, que todo equipo de aire acondicionado unitario o semicentralizado expulsará siempre aire tratado, en cambio en una instalación centralizada el

equipo central enfriará el agua que a su vez enfriará el aire de unidades terminales situadas en los locales acondicionados o en unidades centralizadas (unizonas o multizonas), salvo en las instalaciones de expansión directa según hemos indicado en el párrafo anterior.

1.2 Instalaciones unitarias

Son aquellas en que la unidad acondicionadora está dentro del local climatizado impulsando el aire directamente a través de unas rejillas. Son instalaciones de impulsión directa. Se incluyen aquí las instalaciones con unidades de Ventana, unidades Compactas (con condensación por aire o agua), unidades por elementos "Split System" (también de condensación por aire o agua).

Las instalaciones unitarias pueden resultar baratas en costo de primera instalación, debido a las grandes series que se fabrican. Son instalación sencillas que requieren poca técnica. Presentan como inconveniente el hecho de su corta vida media (10-15 años aproximadamente), por lo que a largo plazo este tipo de instalaciones no resultan tan económicas como a primera vista parece. Tienen también como inconveniente el no permitir un control de humedad, significar cada unidad una posible avería, un mayor consumo

y una potencia instalada mayor que en caso de instalaciones centralizadas.

1.3 Instalaciones semicentralizadas.

Son instalaciones semejantes a las unitarias, pero en las que la unidad productora de frío y calor está conectada a una red de conductos. La unidad puede estar dentro del local o fuera de él, pero siempre la distribución del aire se realiza a través de una red de conductos que terminan en unas rejillas o difusores situados en las paredes o techo del local acondicionado.

Pueden realizarse las instalaciones semicentralizadas con unidades compactas (con densación por aire o agua) y con unidades chasis: unidad evaporadora sin ventilador. Este último caso se utiliza cuando se desea acondicionar un local que ya posea calefacción por aire caliente, instalando una batería evaporadora, sin ventilador, en el conducto principal de calefacción, conectada a una unidad condensadora. Estas instalaciones suponen un ahorro en la potencia instalada cuando se acondicionan varias habitaciones.

1.4 Instalaciones centralizadas.

Son aquellas instalaciones con una estación central de producción de frío y calor, y un número variable de unidades terminales situadas en los locales acondicionados y cuya función es mantener constante la temperatura del local.

Ateniéndose al medio como es transmitido el calor o frío desde la estación central a las unidades terminales, tendremos instalaciones centralizadas Todo Aire, Toda Agua y Agua Aire.

1.4.1 Instalaciones centralizadas todo aire.

Son aquellas en que el calor o frío se transmite mediante un caudal de aire (caliente o frío) que circula por una red de conductos.

1.4.2 Instalaciones centralizadas toda agua.

Son aquellas instalaciones en las que el calor o frío se transporta desde la planta central a la unidad terminal mediante un caudal de agua.

Se incluyen aquí las instalaciones:

- "Fan-coils" (ventiloconvectores) con aire recirculado.
- Paneles radiantes.

Ambos tipos de instalaciones adolecen del defecto de no poseer renovación de aire, inconveniente que por otro lado las hace más económicas.

El fenómeno de condensación en paredes que se produce en las instalaciones de paneles radiantes hace que estas instalaciones no se realicen en la actualidad.

1.4.3 Instalaciones centralizadas agua-aire.

Estas instalaciones son muy utilizadas y de gran efectividad en el control de la humedad y la temperatura. Incluyen una red de conductos de aire primario. Este caudal primario permite la renovación de aire y anula la carga latente (humedad) del local. No se produce condensación en las unidades terminales. Además de la red de conductos se instala una red de tuberías de agua. El caudal de agua aporta el calor o frío para anular la carga sensible del local.

Es tal el auge que han tomado estas instalaciones en los últimos años, que ha surgido en U.S.A. una nueva ciencia: la "Hidrónica" (Hidronic), que trata de la circulación por tubería de caudales de agua a

distintas temperaturas, como es el caso de estas instalaciones de calefacción y refrigeración.

1.5 INSTALACIONES DE EXPANSION DIRECTA (D-X).

1.5.1 Generalidades.

Se denominan instalaciones de expansión directa o instalaciones D-X a todas aquellas en las que el equipo de refrigeración, basado en el sistema de compresión, se conecta en obra, siendo necesario realizar en la misma la instalación de tuberías de refrigerante.

Estas instalaciones de expansión directa son económicas cuando se trata de potencias menores de 100 CV. En particular, son muy adecuadas en aquellas instalaciones de 5 a 35 Tons. en las que únicamente se requieren una o dos unidades climatizadoras. Por tanto, las instalaciones de expansión directa en muchos casos son instalaciones unitarias por elementos en las que se conecta en obra por un lado el compresor o el grupo compresor-condensador y por otro lado el climatizador o unidad acondicionadora propiamente dicha.

La unidad compresora-condensadora está conectada directamente al evaporador del climatizador el cual incluye una válvula de expansión; de esta forma se ha suprimido el circuito secundario de agua fría que se utilizaba en otros casos. En las grandes instalaciones con equipos de absorción o compresores centrífugos y en otros muchos casos en que la instalación es tanto para invierno como para verano, se requiere un circuito para agua caliente que también podrá utilizarse con agua fría. Entonces resulta más económico, incluso para bajas potencias, el sistema clásico hidrónico.

Se aplican también sistemas D-X cuando se utilizan compresores con condensadores evaporativos o condensadores remotos en los que es necesario realizar la instalación de tubería para el gas refrigerante en la propia obra. En muchos casos la dificultad de estas instalaciones, al requerir un personal más especializado, los mayores gastos que se pueden ocasionar si se maneja mal el material, largas longitudes, grandes potencias, etc., hacen que este tipo de instalaciones D-X no sean económicas, sustituyéndose por las clásicas instalaciones con

torres de refrigeración.

En resumen, podemos indicar que las instalaciones D-X de expansión directa son económicas para potencias comprendidas entre 5 y 50 CV y muchas veces en nuestro país lo son verdaderamente, dado que permiten la utilización de compresores (uno o varios) y de cambiadores de calor, evaporadores y condensadores de fabricación nacional, y por tanto más económicos. Para potencias mayores también pueden resultar una instalación de este tipo más económica aunque se utilicen compresores de importación, pues permiten también evaporadores y condensadores de fabricación nacional. Desde luego cuando se desea una instalación totalmente segura y libre de cualquier problema, tanto en la instalación como en un futuro mantenimiento, se acude siempre a instalaciones con equipo totalmente montado en fábrica de tal manera que las únicas conexiones que hay que hacer en obra son las que se refieren a tuberías de agua.

1.5.2 Distintos tipos de instalaciones (D-X).

Como hemos indicado anteriormente, las instalaciones tipo D-X en realidad pueden aplicarse a cualquier

tipo de instalación de los ya conocidos, así tendremos instalaciones de "Fan-Coils" conectados directamente de tal forma que la batería de cada "Fan-Coil" es de expansión directa.

También puede haber instalaciones con climatizadores de expansión directa en los que uno o dos climatizadores con baterías de expansión directa están conectados a los distintos (uno o dos) compresores de la instalación central.

También en cualquier otro tipo de instalación puede aplicarse el sistema D-X entre el compresor y el condensador remoto o evaporativo.

En todos los casos se ve que el denominador común es la realización en la obra de la instalación de tuberías para el gas frigorígeno y las consiguientes complicaciones que esto acarrea. Es, por tanto, necesario conocer perfectamente tanto la técnica frigorífica como el comportamiento de los distintos elementos del circuito (compresor, condensador, evaporador y válvula de expansión) en las distintas condiciones de presión y temperatura a las que van a

trabajar para conocer más o menos exactamente las potencias frigoríficas que vamos a poder utilizar.

1.6 SISTEMA CON VENTILOCONVECTORES.

1.6.1 Generalidades.

Las unidades ventiloconvectores, en inglés "Fan-Coils" (ventilador-batería), se caracterizan por ser elementos de producción de frío o de calor gracias al intercambio que se produce en una batería que es atravesada por un caudal de aire impulsado por un ventilador, mientras que por las tuberías de la batería circula agua fría o caliente según la temporada. En el Anexo , indicamos en esquema una de estas unidades.

Su denominación de ventiloconvector se debe al ventilador de impulsión de aire y al hecho de que el calor se transmite al local acondicionado principalmente por convección forzada. En contraposición a los "radiadores" y "convectores" de calefacción convencional que transmiten el calor por convección natural principalmente.

Una instalación centralizada mediante V-C atiende al

criterio de poder conseguir unas condiciones de confort distintas en cada local que exista un V-C. Por tanto, esta unidad no es más que un pequeño climatizador unitario simplificado y normalizado fabricado en grandes series.

Las instalaciones de ventilosconvectores "Fan-Coils" son muy utilizadas en aquellos edificios de gran superficie exterior en los que la carga de calor sensible de aportación exterior es muy superior a los otros factores de la carga.

Para la instalación de aire acondicionado con ventilosconvectores en un edificio son factores decisivos sus características propias y el presupuesto previsto. Este sistema es particularmente conveniente en edificios de gran carga de aportación exterior, grandes fachadas, gran perímetro, espaciosos ventanales; edificios en las que otras instalaciones, como las de conductos de aire, requerirían grandes dimensiones en los conductos y por tanto grandes pérdidas de espacio y mayores costos. Por otro lado, este tipo de instalaciones no son excesivamente caras por tener

una gran flexibilidad en la aplicación de controles automáticos. Indudablemente una instalación con control automático total es técnicamente superior a una de control manual, pero el precio puede llegar a duplicarse. Ahora bien, la gran ventaja de las instalaciones de ventilosconvectores "Fan-Coils" estriba en que el grado de automatización puede ser muy variable, permitiendo disminuir los costos en una gran proporción cuando es necesario, haciendo la instalación más manual, lo que permite mejorar el tipo de control en el futuro sin más gasto adicional que el costo del nuevo equipo complementario.

1.6.2 Elementos de una instalación centralizada con ventilosconvectores "Fan-Coils".

Las instalaciones con V-C son de tipo centralizado en las que se utiliza como medio de transmisión del calor, el agua (o alguna mezcla que impida la corrosión de las tuberías), siendo el ventilosconvector la unidad de producción de calor o frío dentro del local a acondicionar.

Toda instalación de V-C incluye los siguientes elementos:

1. Estación central para la producción de agua fría o caliente compuesta por:
 - a) Calderas de tipo convencional.
 - b) Plantas frigoríficas de producción de agua fría.
 - c) Tuberías de unión, colectores y accesorios.
 - d) Equipo de control de la estación central.
 - e) Bombas de agua.
 - f) Válvulas de servicio.
2. Red de tuberías de distribución de agua:
 - a) Red de tuberías de distribución.
 - b) Equipo de control utilizado en la distribución.
3. Unidades ventiloconvectores constituidas por:
 - a) Baterías de tubos aleteados.
 - b) Ventilador y su motor.
 - c) Filtro y su soporte.
 - d) Bandejas de condensación.
 - e) Interruptor de control de velocidad y accesorios del control de mando automático.
 - f) Rejillas de impulsión y de retorno.
 - g) Caja de conexiones eléctricas.
4. Red de tuberías de desagüe de condensados:
Instalación opcional.
5. Red de conductos para el aire de renovación.
6. Toma de aire exterior y su regulación.

1.6.3 Clasificación de las instalaciones.

Cada uno de los elementos de la instalación puede tener diferentes características determinadas por las condiciones impuestas por el edificio o por el proyectista, de ahí resultan los distintos tipos de instalaciones que pueden obtenerse y que podemos dividir.

1.- Atendiendo a la red de distribución.

Y al método utilizado para alimentar a cada ventiloconvector podemos tener los siguientes tipos de instalaciones:

- a) Distribución por dos tuberías.
- b) Distribución por tres tuberías.
- c) Distribución por cuatro tuberías.

2.- Atendiendo al equipo de control utilizado en la distribución tendremos instalaciones:

- a) Con control de la temperatura del agua por zonas.
- b) Sin control de la temperatura del agua por zonas.

3.- Atendiendo al tipo de control utilizado en el "Fan-Coil" tendremos instalaciones con control unitario:

- a) Manual.

- b) Automático.
 - 1o. Sobre el ventilador.
 - 2o. Sobre el caudal del agua.
- 4. Atendiendo al método utilizado para suministrar el aire de renovación en el espacio acondicionado:
 - a) Infiltración y expulsión.
 - b) Ventilación con toma de aire directa al V-C.
 - c) Red de conductos independiente.
 - d) Red de conductos separada sin ventiloconvectores en la zona central.
 - e) Sin renovación.

1.6.4 DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES.

1. Distribución por dos tuberías.

El sistema de doble tubería es el más antiguo y además el de menor costo de instalación. En este caso cada ventiloconvector recibirá el agua a la misma temperatura, sea caliente o fría circulando en cada momento. Con este tipo de instalación económica es imposible acondicionar zonas con cargas de distintos signos, calentando unas zonas y enfriando otras.

Este sistema de dos tuberías es adecuado en aquellas épocas en que es necesario calentar o acondicionar todo el edificio, pero presenta inconvenientes en estaciones intermedias. Este inconveniente es menor en aquellas regiones y países en que no existe una verdadera estación intermedia como ocurre en Madrid, por ejemplo, y en otros climas continentales, ya que el problema aparece cuando la temperatura exterior baja de 14 grados y existe una radiación solar fuerte, agravándose más aún cuando los edificios son de tipo muro cortina o simplemente cristal.

Tanto la tubería de ida como la de retorno deben ir aisladas para prevenir la condensación. También es importante en aquellos puntos en que las tuberías atraviesan pisos o muros, que los pasos estén sellados mediante fiberglas o cualquier otro aislante para evitar ruidos, transmisión de humedad o de temperatura, etc.

2. Distribución por tres tuberías.

Con el sistema de doble tubería se puede obtener agua fría o caliente en cada zona, pero no en cada V-C. Con el sistema de tres tuberías se puede obtener

durante todo el año agua caliente o fría en cada unidad. Cada crea así un clima independiente de los demás, la unidad, gracias a su válvula de control, selecciona el agua caliente o fría que necesita independientemente de las otras habitaciones.

A cada V-C le llegan dos tuberías: una de agua fría y otra de agua caliente, y sale de retorno únicamente una tubería en la que se mezclan las aguas frías o calientes de todos los "Fan-Coils".

El sistema de tres tuberías se utiliza cuando se desea que cada habitación pueda controlar, independientemente de las demás, su temperatura al nivel deseado, indudablemente este tipo de instalación requiere un control más costoso. Es adecuado en los edificios con grandes fachadas de cristal o de tipo muro cortina en los que a la vez pueden existir zonas de una misma fachada expuesta al sol y otras en sombra, de tal manera que tengan cargas. Totalmente distintas y necesite una zona frío y otra calor, si la temperatura exterior es menor que la de la habitación. Este caso es el normal en edificios urbanos rodeados de otros que le producen

sombra.

3. Distribución con cuatro tuberías.

El sistema de cuatro tuberías tiene una aplicación semejante al de tres tuberías y se diferencia de éste únicamente en que existen dos tuberías de alimentación (agua fría y caliente) y dos tuberías de retorno. Serán necesarias también dos válvulas de control en vez de una.

Tanto este sistema como el de tres tuberías, deberán poder funcionar como un sistema de dos tuberías en caso de avería.

1.7 Humidificadores.-

La selección y aplicación de equipos humidificadores comprenden la consideración de dos condiciones ambientales: de la ocupación o proceso y de las características de la construcción, estas no siempre son compactibles, así es que una solución deberá ser necesaria particularmente en el caso de construcciones existentes.

1.7.1 Condiciones Ambientales.-

Las condiciones ambientales para una ocupación o proceso particular pueden dictar una humedad específica relativa, un rango requerido de humedad relativa, o cierta limitación de valores máximos o mínimos; los siguientes puntos explican los efectos de humedad relativa y proveer de una guía para los requerimientos para la mayoría de las aplicaciones.

1.- Confort Humano.- El efecto de la humedad relativa en todos los aspectos del confort humano no a sido aún completamente establecido desde el punto de vista de confort termal, se ha asumido usualmente que las temperaturas altas son necesarias para contrarrestar la disminución de humedad relativa.

La humedad relativa baja no puede ser deseada por otras razones que las basadas en la confort termico, los niveles bajos incrementarán el resecamiento en las membranas de la nariz y la garganta.

Sin tomar en cuenta la falta de información completa, parece lógico que las humedades extremas no

son deseadas y que para el confort humano, la humedad relativa no debería de ser ni más del 60% , ni tampoco menos del 20%, según lo recomienda la sociedad americana de calefacción, refrigeración e ingeniería de aire acondicionado.

2.- Control de proceso y almacenaje de materiales.-

Las condiciones de humedad relativa requeridas por un proceso son usualmente específicas y relacionadas al control del contenido o recuperación de la humedad, a la cantidad de reacciones químicas y bioquímicas, a la perfección del producto o uniformidad, a la corrosión y la electricidad estática. Condiciones típicas de temperatura y humedad relativa para el almacenaje de ciertas mercancías, su fabricación y el procesamiento de otros pueden ser encontrados en manuales.

3.- Electricidad estática.- El resultado de la acumulación de cargas electrostáticas son: chispazos desagradables a la personas que caminan sobre alfombras, dificultades manejando hojas de papel, fibras y telas, la atracción desagradable del polvo a objetos de cargas opuestas y situaciones peligrosas cuando los gases explosivos están presentes.

Incrementando la humedad relativa del ambiente se preveerá la acumulaci3n de cargas electricas. pero el nivel optimo de humedad dependerá a la larga de los materiales implicados.

Las humedades relativas del 45% o más, usualmente reducirán o eliminarán los efectos electroliticos en muchos materiales, pero la madera y los materiales sintéticos quizas requeriran humedades más altas.

Los cuartos de operaci3n de los hospitales, donde las mezclas explosivas de anestesicos son usadas, constituyen un caso especial y crítico respecto a las cargas electrostáticas, una humedad relativa de 90% o más es usualmente requerida con arreglos de conocimientos especiales y restricciones en los tipos de ropa usada por los ocupantes.

Condiciones de 22.2°C (72°F) y de humedad relativa del 55% son usualmente recomendadas para comonidad y seguridad.

4.- Prevenci3n y tratamiento de enfermedades.- La humedad relativa ha mostrado tener un efecto

significativo en el control de infección autotransportadas, a una humedad relativa del 50%, la tasa de mortalidad de ciertos microorganismos es altísimo y el virus de influenza pierde mucha virulencia; la tasa de mortalidad decae sobre y bajo este valor.

1.7.2 Características de Construcción.-

La capacidad que tiene un edificio para ser humidificado en el invierno depende de la capacidad de sus paredes, techo y otros elementos para prevenir o tolerar la condensación.

La formación de humedad condensada o escarcha en las superficies interiores de un edificio (condensación visible) pueden determinar la deterioración del acabado de superficie, el crecimiento de moho, reducción de visibilidad por las ventanas. Si las paredes y techo no han sido específicamente diseñados para prevenir la entrada de humedad (aire) o vapor desde el exterior, la condensación oculta dentro de estas construcciones pueden ocurrir y causan serios deterioraciones.

1.- Condesación Visible.- La condesación se formará en cualquier superficie interior cuando la temperatura de punto de rocío del aire en contacto exceda a la temperatura de la superficie. La humedad relativa máxima permitida que debe ser mantenida sin condesación es de este modo influenciada por las propiedades formales y el medio ambiente interior y exterior.

2.- Condensación Oculta.- El nivel de humedad que un edificio puede tolerar sin dificultades serias de condensación.

CAPITULO No 2

DESCRIPCION DEL LABORATORIO

El propósito de esta sección es describir el laboratorio tanto en su funcionamiento como en sus componentes.

FUNCIONAMIENTO.- El caudal de aire que circula dentro del laboratorio es impulsado por el motor ventilador instalado en la manejadora de aire por el extractor instalado en el sistema de ductos, el aire en circulación a través del laboratorio va a ser sometido a diferentes procesos.

1- Mezclado.- El caudal de aire en el aire acondicionado y calefacción se divide en mando i retorno, el caudal de retorno se mezcla en diferentes formas i porcentajes. Con el objetivo de lograr variaciones de sus propiedades. Al mezclar aire exterior (temperaturas altas) con aire interior (climatizado - temperaturas bajas) se logra este objetivo, esta mezcla se realiza en la caja de mezcla instalada en la manejadora de aire.

Para mejorar las propiedades del aire de retorno (aire

exterior) se utiliza un intercambiador aire-aire, en el cual se realiza una transferencia de calor entre aire exterior i aire interior (climatizado), al disminuir la temperatura del aire exterior se logra una mejor eficiencia de los sistemas de enfriamiento y calentamiento, el intercambiador aire-aire va instalado en el sistema de ductos.

2- Enfriamiento.- El enfriamiento en el caudal de aire en el laboratorio se lo realiza atravez de los metodos de expansion directa y agua helada; en los serpentines de expansion directa i agua helada instalados en la manejadora de aire es donde se realiza la transferencia de calor aire-refrigerante i aire-agua respectivamente; la instalaci3n de los mismos se muestran en el plano de tuberias. El control del caudal de aire climatizado se realiza atravez de un sensor de temperatura accionado neumoticamente.

3- Calentamiento.- El calentamiento del aire se lo realiza electricamente y a vapor, el aire se calienta electricamente atravez de un juego de resistencias colocadas en la manejadora de aire, el control de la temperatura de el aire se hace atravez de un sensor de temperatura accionado neumoticamente; a vapor atravez de un serpentín de vapor en donde se realizara una transferencia de calor aire-vapor

obteniéndose el incremento de temperatura deseado; el control de la temperatura de aire se lo realiza a través de un sensor de temperatura accionado neumáticamente. El serpentín de vapor está instalado en el sistema de ductos, tal como se muestra en los planos (ver plano No.)

4- Humidificación.- El aire en circulación dentro del laboratorio es humidificado cuando así se lo necesite a través de un humidificador instalado en el sistema de ductos, en este proceso se realiza una transferencia de calor aire-agua, lográndose las condiciones de humidificación requeridas; el control de la humedad en el caudal del aire se lo realiza a través de un sensor de humedad el cual es accionado neumáticamente, la instalación del humidificador se muestra en los planos (ver plano No.)

5- Distribución de aire.- El caudal de aire climatizado será distribuido y circulado de acuerdo a la necesidad de simular diferentes condiciones de funcionamiento. La distribución y circulación del aire se lo realizará a través de ductos, compuertas con sus respectivos accesorios tales como: difusores, cajas de volumen variables, actuadores, etc...

Los componentes son accionados a través de un sistema

de control neumático.

6- Filtrado.- Una operación fundamental en un sistema de acondicionamiento de aire es el filtrado, para mejorar las condiciones de pureza, este proceso lo realiza los filtros de alta velocidad instalados en la sección de filtros de la manejadora de aire.

COMPONENTES.- Los componentes del laboratorio se pueden dividir en tres partes principales:

- 1.- Los equipos
- 2.- Sistemas de distribución del Aire
- 3.- Diagrama de control neumático y eléctrico.

2.1. Los Equipos.-

Los equipos que componen el Laboratorio de aire acondicionado i calefacción y ventilación son:

- 1.- Enfriador de agua con condensador enfriado por aire
- 2.- Unidad Condensadora
- 3.- Manejadora de aire
- 4.- Humidificador

- 5.- Serpentin de Calefacción
- 6.- Intercambiador Aire - Aire
- 7.- Bomba de Agua
- 8.- Varios.

2.1.1 Enfriador de Agua con condensador enfriado por aire.-

Construido e instalado como se muestra en los planos, el modelo de aire acondicionado de agua DUNHAM - BUSH es el AC5A, la unidad tiene una capacidad de 5 toneladas de refrigeración, enfriando 10 GPM del agua desde 54°F hasta 44°F cuando esta operandó a una temperatura de 90°F de aire exterior. La unidad opera en 220 voltios, 1 fase, 60 Hz; El equipo y todos los miembros estructurales deben ser fabricados de acero galvanizado, la parte exterior debe ser fosfatisada y pintada.

El compresor debe ser del tipo semihermético recíprocante con servicio de valvulas de succión y descarga, carter de calentamiento de aceite, filtro de succión, filtro de aceite, tubo indicador de aceite y conexión para cargar el mismo, los compresores deben tener un sistema de lubricación con bomba reversible de aceite y cargamento de aceite operante.

Los motores de los compresores son refrigerados por gas frío, tienen un alto torque, son del tipo de inducción hermética, poseen 1750 RPM con protección termal en cada fase, los compresores son montados en almohadillas de cauchos para minimizar el ruido y la transmisión de vibraciones.

El evaporador es del tipo de expansión directa, con cámara de acero, deflectores de agua, tienen una eficiencia interna debido a las aletas extendidas en el interior de los tubos; el evaporador debe ser diseñado, construido, inspeccionado y estampado de acuerdo con los códigos requeridos por ASME.

El serpentín condensador es construido en tubería de cobre de 3/8", mecánicamente expandidas dentro de aletas planas de aluminio, las aletas son redondas y siempre están protegidos contra la corrosión, un serpentín de subenfriamiento puede ser parte del serpentín condensador principal.

Los ventiladores condensadores deben tener una descarga de aire vertical y son manejados

individualmente por motores ventiladores, las hojas del ventilador son de acero con un terminado de pintura negra o aluminada, el ventilador debe estar protegido por una carcasa.

A continuación vamos a describir el sistema de control: El lugar de conexión, los terminales de conexión interna y el sistema de control deben estar ubicados en un lugar dentro de una caja a prueba de interperie, los paneles de energía tienen servicio de protección personal contra contacto ocasional con las líneas de voltaje.

Los componentes de potencia y arranque deben incluir fusibles y los circuitos de control tienen contactores individuales para el motor del ventilador i compresor, arrancadores de tiempo para el compresor, así como protectores de sobrecarga para las líneas de voltaje.

Los controles de seguridad y operación incluyen switch de control, de parada, de control de recillaje de la bomba, switch manual para la bomba, control de aceite, switch de baja y alta presión, control de

temperatura para el agua presostato de congelación y control de ciclaje de ventilador.

El motor ventilador de la unidad condensadora tiene una variación de la velocidad que depende de la temperatura del medio ambiente sea alto o bajo, así se asegura el funcionamiento satisfactorio de la unidad.

2.1.2 Unidad Condensadora.- La unidad tiene un gabinete resistente al clima, el gabinete es de acero galvanizado de medida gruesa, está sujeto a proceso de lavado.

La capa final de pintura de esmalte protege al gabinete del clima. Los orificios de desague están equipados con canales para evacuar el agua, perfiles de acero forjado levantan la base de la unidad, manteniendola lejos de la humedad que hace daño.

La caja de control tiene que estar localizada convenientemente para permitir un fácil acceso, todos los controles son prealambrados en la fábrica.

El compresor debe ser confiable, silencioso, i herméticamente sellado. Los compresores tienen protección para el exceso de corriente i altas temperaturas mediante la utilización de cliso i termostato. Son instalados sobre montajes elasticos de goma, asegurando un funcionamiento libre de vibraciones.

La unidad tiene un motor ventilador i es el que mueve grandes volúmenes de aire uniformemente através del condensador, lograndose una excelente capacidad de enfriamiento.

La descarga vertical de aire minimiza sonidos operantes y elimina el daño de aire caliente para cespèd y arbustos. El motor ventilador está protegido del clima, polvo y corrosión, una cornisa de chimenea en el motor provee protección adicional de la humedad.

El condensador tiene una serpentín grande, diseñado y fabricado por Lennox, es construido de aluminio, adaptado, a tubos de cobre sin costura. Un circuito preciso dá una distribución uniforme de refrigerante para mayor eficiencia; la inclusión de un

serpentin extra de 4 lados provee una superficie extra para una transferencia excelente de calor con una resistencia mínima de aire. Las aletas están equipadas con collares que apretan la tubería para una área de contacto máximo. Las conexiones de las tuberías, con soldaduras de plata, evitan la fuga del refrigerante, la tubería de cobre es durable, es resistente a la corrosión y fácil para reparaciones. Las tuberías de cobre son probadas por la fábrica a alta presión para asegurar su calidad.

Las conexiones de succión y línea de líquido están localizadas afuera del gabinete, y son hechas con conexiones de rosca, las válvulas de servicio permiten el acceso al sistema de refrigerante.

2.1.3 Manejadora de Aire.- La construcción e instalación se muestra en los planos, la manejadora está compuesta por diferentes supertines construidas de fábrica como se muestra en los planos y certificado por AIR Standars.

Los gabinetes deben ser de construcción seccionalizada, todas las partes son de acero

galvanizado, tiene aislamiento interior de lana de vidrio: y Debe proveer el acceso al interior de la manejadora.

2.1.3.1 Sección del Motor Ventilador.- Los ventiladores deben ser curvados hacia adelante, tiene un plano aerodinámico del tipo DWDI con helice de acero galvanizado. El motor va montado sobre resortes para una baja vibración.

Todos los ventiladores deben ser dinamicamente balanceados antes y después de ser instalados en la sección del gabinete.

El motor ventilador tiene un eje de acero sólido que esta acoplado a una polea de 12 pulgadas de diámetro. Los cojinetes que aseguran el eje deben ser auto alineados i lubricado por grasa. Los motores tienen las siguiente características eléctricas: 220v, 60hz, 1 fase.

2.1.3.2 Sección de los Serpentes de enfriamiento.- Son fabricado de acero galvanizado, todas la sección de enfriamiento, estan internamente aislada. con una

pulgada de fibra de vidrio, incluyen la sección de desague para el condensado. Los serpentines son colocados dentro de la secciones para un flujo de aire horizontal.

El flujo de aire através de secciones de serpentín deben ser diseñadas con platos difusores para asegurar la distribución del aire apropiada, através de la cara del serpentín.

Los datos de fabricación de los serpentines deben ser certificados de acuerdo con el standar 410 del instituto de refrigeración y aire acondicionado.

A. Serpentín de enfriamiento de agua.- Los serpentines de enfriamiento son diseñados para usar agua helada y tienen conección de respiradero en el punto más alto y una conección de desague en el punto más bajo. Las conecciones del serpentín son roscadas, facilitando su conección.

B. Serpentín de Refrigerante.- Los serpentines de enfriamiento son diseñado para usarse con refrigerante

22, las conexiones de succión van en la parte baja para recoger el aceite por gravedad, las mismas son roscables.

2.1.3.3 Sección de Filtros.- La manejadora tiene la sección de filtros la cual es de construcción angular, aislada enteramente con fibra de vidrio y tiene puertas de acceso para sumantenimiento . El filtro a usarce es de alta velocidad.

2.1.3.4 Caja de Mezcla.- En ella se mezclan los cudadales de retorno, proviniemtes del interior o exterior . La mezcla lo permite los dampers (compuertas) estas son construidas de aluminio i su ubicación se lo realiza de acuerdo a los planos.

2.1.4.- Humificador

El humificador de vapor es una unidad de paquete que es fabricado por la compañía de humificado de vapor de la HOPKINS MINNESOTA. El sistema consiste de un cilindro de diámetro cinco pulgadas de acero, separador de vapor de agua tipo centrifugo, 6 tubos de disperción vapor, cada tubo acoplado al cilindro y del tamaño apropiado, la descarga del vapor lo hace

atraves de agujeros diseñados alternadamente hacia arriba y abajo para proveer un modelo "V" de dispersión de vapor, tiene también una válvula de vapor moduladora (neumática - eléctrica), normalmente del tipo cerrada con características de flujo lineal, trampas termostáticas de vapor y una cesta de aspiración de vapor también son parte del humidificador, los componentes nombrados anteriormente deberan ser ensamblados en la fábrica y está disponible como un paquete listo para montar en un sistema de ductos, conexión de vapor y líneas condensadas.

2.1.5.- Serpentín de Vapor (Calefactor).-

La superficie principal tiene tubos de cobre sin costura cuyo diámetro exterior es 5/8 de pulgada, los mismo al trabajar a presiones elevadas garantizan seguridad tiene contacto permanente de metal a metal con la superficie secundaria para una transferencia de calor eficiente. Los materiales utilizados en su construcción son cobre - níquel.

La superficie secundaria tienen aletas las cuales son de aluminio corrugadas i onduladas. El anillo de

las aletas ha sido fabricado para proveer un control preciso de la superficie de contacto de las aletas con los tubos.

El serpentín de vapor está compuesto por el cabezal el cual es un tubo de cobre bastante grande, con un tubo interior perforado, que provee flexibilidad para el esfuerzo no uniforme durante la expansión y contracción del serpentín, el material con el que se fabrica es Cobre y Niquel; la tapa del cabezal es de cobre.

Las conexiones de suministro y retorno de vapor y condensado respectivamente son de acero i son roscables y del tamaño apropiado para la capacidad del serpentín. Para que la distribución del vapor sea uniforme se usan los baffles, con el baffle se asegura, que igual cantidad de vapor pase por cada tubo. Las unidades son soldables con una aleación de cobre. La envoltura del serpentín es de acero en láminas con la ayuda de ángulos reforzados en las esquinas, para mayor rigidez tiene previsto las bases para su instalación, el núcleo del serpentín tiene una inclinación dentro de la envoltura hacia la conexión

de retorno para asegurar el drenaje del condensado y una fácil intalación. El núcleo del serpentín tiene flexibilidad hacia arriba y hacia abajo.

2.1.6.- Intercambiador Aire - Aire

A continuación vamos a describir los componentes del intercambiador.

El intercambiador aire - aire consiste de dos cajas las cuales soportan el motor i los paneles de intercambio estos estan colocados sobre marcos.

La construcción es enteramente de acero galvanizado, un panel removible es contruido en un lado para proveer acceso al motor para las unidades de ducto, o puertas de doble acceso en caras opuestas al panel, pueden ser construidas bajo requerimiento para unidades que han de ser incorporados en ambientes.

La rueda recuperadora de energía es un montaje de suave y onduladas tiras de aluminio, creando un gran número de pasaje axiales por medio de los cuales el aire fluye, la rueda es autolimpiante e

hidroscópica, autolimpiable debido al flujo del aire e hidrocópica por la capacidad que tiene para deshumidificar el aire. El mantenimiento es sencillo, su limpieza se lo hace con agua y detergente, aire comprimido o vapor de baja presión. En casi todos los modelos de los intercambiadores aire - aire los rotores son construidos de una fundición de aluminio asegurado con cojinetes lubricados a un eje no rodante (fijo). El rotor es conducido por una cadena de auto lubricación asegurada a la periferia de la rueda, la cadena es conducida por un motor con engranaje reductores; sus características electricas son 115 voltios, i pase, 60 HZ. La velocidad del motor puede ser constante usando un motor AC (corriente alterna), o como una opción la velocidad variable usando un motor DC (corriente continua).

Los flujos de aire de abastecimiento y escape son separados uno del otro por medio de sellos, estos son ajustables i asegurados a las paredes, consisten de dos filtros densos cosidos alrededor de una tira de acero inoxidable para mantener una rigidez; estos están muy cerca del rotor para prevenir filtraciones entre los flujos de aire. no estan en contacto con el

rotor así que no necesitan de reemplazo debido al uso.

2.1.7. Bombas de Agua.-

Las bombas centrífugas están disponibles en tres series, SB, BB,CC. La que se usa en el laboratorio es la SB la cual está equipada con cojinetes de enchufe y trabaja a 1750 RPM. La bomba serie SB tiene un sello de permalate No 1 estandar que resiste una temperatura de 250°F o permalete de alta temperatura que resiste hasta 300°F.

Todas las series son probadas individualmente a una presión de 250 PSI proporcionadas para una operación a 125°F tanto para sellos mecanicoş y empaques. La caja de diseño tipo vertical con una descarga de línea - central es usado en todos los modelos, el difusor Biltin permiten que la succiòn y la descarga sean de un mismo tanaño.

La base para montar la bomba tiene cojinetes de soporte, la bomba tiene ejes cortos, obteniendose un mejor balanciamiento, un suave funcionamiento con una mejor alineaciòn y por los tanto una larga vida de la

misma.

Dependiendo de la potencia a transmitir tenemos varias formas de asegurar el acoplador, chavetas, y tornillos son usados, son resistentes a materiales abrasivos y a la humedad. Las bases son de acero estructural y cuidadosamente maquinadas para una buena alineación de la bomba y del motor, son muy pesadas y resistentes a la flexión para asegurar una larga duración y un buen control de ruido i vibraciones.

Todos los modelos usan impellers, son de hierro o bronce, estan equipados con anillos de desgaste en cada lado para proveer una mejor eficiencia; y lumbreras para un mejor balance y empuje, también para reducir el golpe al eje, al sello y a los soportes.

2.2.- SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE AIRE.-

La función del aire suministrado a la salida de la manejadora y del equipo de difusión es de introducir el aire hacia un espacio acondicionandolo, asi obteniendo un ambiente adecuado, el aire de salida y de retorno es removido de un espacio por medio de un

motor ventilador i extractores, varios tipos de equipos de difusión están al alcance como productos standar manufacturados.

El cálculo del sistema de ductos del laboratorio de aire acondicionado i calefacción se lo realiza por el método de caída de presión constante, las dimensiones del mismo se las mantiene constantes a lo largo de los diferentes recorridos debido a la variación porcentual que es objeto dicho caudal.

Cálculo del Sistema de Ductos

Datos:

Q (caudal) 1418 CFM

V (Velocidad del aire) 1200 FPM

$Q = V * A$ Eq (1) donde :

Q = Caudal en pie^3/min

V = Velocidad del aire en pie/min

A = Area del ducto en pie^2

Reemplazando estos datos en ecuación 1 obtenemos:

$$A = 1.817 \text{ pie}^2$$

Si $A = a * b$ Eq (2) donde :

a = Ancho del ducto en pulgadas

b = profundidad del ducto en pulgadas

Suponemos que el valor del ancho del ducto es de 12 pulgadas, reemplazando este ducto en Ecuación 2, obtenemos :

$$b = 14 \text{ pulgadas}$$

Por lo tanto las dimensiones del ducto son (12 * 14) pulgadas. El ducto redondo que corresponde a un ducto rectangular de las medidas anteriores es 14.2 pulgadas. Ver tabla XI-2 (Anexo fig. 16)

El sistema de ductos esta equipado con compuertas neumaticas, las cuales regularan el flujo de aire tanto en su recorrido como en los porcentajes de mezcla de aire interior con exterior.

El sistema de distribución de aire está formado por el ducto principal, por los ramales requeridos para las pruebas, por codos, por ductos flexibles, dos caja de volumen variable, un difusor cuadrado; en difusor rectangular y compuertas.

Como una finalidad de este laboratorio es que el estudiante se familiarize con las diferentes formas de distribuir i circular el caudal del aire. Existen

cinco posibilidades de distribuir i circular el caudal aire que a continuación detallamos.

- 1.- 100% Aire exterior con o sin intercambiador aire-aire.

El aire de retorno a la manejadora es 100% exterior, las propiedades de este pueden mejorar si se utiliza o no el intercambiador aire-aire.

Este proceso es aplicable cuando se acondiciona un área y el aire climatizado de esta área debe ser expulsado debido a sustancias o microorganismo infecciosos, una aplicación típica de este proceso son los laboratorios y quirófanos.

El recorrido del caudal de aire dentro del sistema de ductos del laboratorio para este proceso se ilustra en el Anexo A, Figura 7.

- 2.- Variando el porcentaje de aire exterior desde un 90% hasta un 10% con intercambiador aire-aire.

El aire de retorno a la manejadora es una mezcla de aire exterior e interior, las propiedades del aire exterior mejoran utilizando el intercambiador aire-aire, al disminuir la temperatura del aire exterior mejora las condiciones de mezcla y existe una mejor eficiencia en los sistemas a utilizarse.

El recorrido del caudal de aire dentro del sistema de ducto del laboratorio para este proceso se ilustra en el Anexo A, Figura 8.

- 3.- Sin porcentaje de aire exterior, 100% de aire de recirculación del cuarto (ciclo común de aire acondicionado)

Este es el proceso común de circulación del caudal de aire en un sistema de aire acondicionado, el aire de retorno a la manejadora es 100% aire interior (aire climatizado).

El recorrido del caudal de aire dentro del sistema de ductos del laboratorio para este proceso se ilustra en el Anexo A, Figura 9.

- 4.- Sin porcentaje de aire exterior con o sin recirculación del cuarto:

El aire de retorno a la manejadora en este proceso es el mismo que sale de ella, una aplicación típica de este proceso es la prueba de los dispositivos de control del sistema de control.

El recorrido del caudal de aire dentro del sistema de ducto del laboratorio para este proceso se ilustra en el Anexo A, Figura 10.

- 5.- Variando el porcentaje de aire exterior 90% hasta 10% sin intercambiar aire-aire con aire de recirculación del cuarto.

El aire de retorno a la manejadora en este proceso es una mezcla de aire interior y exterior, el caudal de aire se lo circula climatizando una area y despues parte de este es expulsado y el resto es recirculado mezclandose con aire exterior; un ejemplo de este proceso es

cuando se abre una ventana en una area climatizada.

El recorrido del caudal del aire dentro del sistema de ductos del laboratorio para este proceso se ilustra en el Anexo A, Figura 11.

2.3.- DIAGRAMA DE CONTROL NEUMATICO

El diagrama de control es en el cual se basa el funcionamiento del laboratorio, de él depende tanto el funcionamiento de los equipos como los diferentes recorridos del caudal de aire dentro de ductos.

El diagrama de control se ilustra en el Anexo A, Figura 6, en ella se observa tanto los componentes, la forma de conectarlos entre si, la colación dentro de los equipos que componen el laboratorio de aire acondicionado i calefacción. Este diagrama esta constituido por los siguientes elementos.

2.3.1.- Switch Selector.- Es usado en los sistemas neumáticos para variar manualmente la dirección del flujo de aire hacia los dispositivos de control, tiene

1 canal de entrada y 3 canales de salida, la señal solo puede actuar por un solo canal a la vez.

2.3.2.- Switch Graduable.- Es usado en los sistemas neumáticos para variar manualmente la intensidad del flujo de aire hacia los dispositivos de control. Es decir la señal de entrada es el 100% y la salida un porcentaje de ella.

2.3.3.- Recibidor - Controlador.- Es usado en los sistemas neumáticos para controlar i recibir señales, su funcionamiento se basa en una señal de entrada (señal a controlar) i una segunda señal (señal de mando) que recibe de un controlador este puede ser de presión, temperatura i humedad.

El recibidor controlador tiene un canal de salida al cual le llega la señal de entrada cuando el controlador así lo indique.

2.3.4.- Restrictor.- Es un dispositivo auxiliar de los elementos de control, este permite el flujo de aire en una sola dirección, hay de diferentes formas dependiendo de las necesidades.

- 2.3.5.- Switch Electro Neumático.- Sirben para cerrar o abrir circuitos eléctricos, cuando reciben una señales neumática en un circuito de control neumático.
- 2.3.6.- Medidores de Temperatura, Humedad y Presión.- Son indispensables en los diagramas de control, nos dan una señal visual de la propiedad que se quiere controlar, generalmente son montados sobre un panel central (recibidor - controlar) y responden a señales neumáticas que provienen de un transmisor.
- 2.3.7.- Sensor de Temperatura.- El sensor de temperatura sensa una temperatura y luego trasmite una señal neumática proporcional al recibidor controlador.
- 2.3.8.- Sensor de Humedad.- Este dispositivo sensa la humedad de un espacio y trasmite una señal neumática proporcional entre (3-15) PSIG hacia un recibidor controlador en el cual está calibrado el porcentaje de humedad relativa.
- 2.3.9.- Válvula Neumática de tres vías.- La válvula neumática de 3 vías está diseñada para el control del

flujo de agua, aire o cualquier solución.

La principal aplicación es en los serpentines de calefacción y enfriamiento, en el caso específico del laboratorio se lo usará para controlar el flujo de agua en el serpentín de agua helada, la válvula es normalmente abierta y es accionada al recibir una señal neumática.

2.3.10.- Válvula Neumática de Dos Vías.- Esta válvula es normalmente abierta, son diseñadas para controlar el flujo de agua y vapor, en el laboratorio específicamente se usará para controlar el agua y vapor en el humidificador y en el serpentín de calefacción respectivamente; la válvula es accionada al recibir una señal neumática.

2.3.11.- Actuador de Compuerta.- El actuador es fabricado en un material resistente, diseñado para una acción directa sobre los dampers, válvulas de aire o otras aplicaciones requeridas, el actuador provee fuerza en dirección lineal la cual es transformada en torque y movimiento rotatorio através de accesorios; los actuadores son aprovechables con una variedad de resortes los cuales se usan dependiendo de la

necesidad y de la secuencia que tengan los otros dispositivos; se recomienda el uso de los actuadores en el control del aire de salida, aire de retorno, mezcla de aire, accionamiento de válvulas, etc.

2.3.12.- Compresor de Aire.- El sistema neumático de control requiere de un constante suministro de aire, libre de contaminantes como el agua, aceite etc. Por lo tanto es necesario entonces de un compresor de aire, el cual suministrará el caudal necesario.

En el diagrama de aire comprimido Anexo A, Figura 5, se ilustra la forma de conectar el compresor y todos los accesorios que son indispensables para su instalación tales como: Válvula de compuerta, Secador de aire, Filtro secador, Manometro, Reductor de presión y Válvula de seguridad.

CAPITULO No 3

"CALCULO DE CARGA"

3.1.- Característica del Cuarto.- El laboratorio está compuesto por un equipo de aire acondicionado, ventilación y calefacción diseñados para un cuarto cuya dimensiones son (6*8*4)m con dos ventanas de vidrio de (3*2) y (2*2)m ubicadas en las paredes Sur y Oeste, respectivamente.

Las paredes que forman el cuarto del Laboratorio son de bloque, con un terminado de cemento blanco y pintura, tienen un coeficiente global de transmisión de calor de 0.45 Bru/HR pie² °F; el número' aproximado de estudiantes será de 15, de acuerdo a un estudio previo se concluye que existirá una iluminación de 480 vatios y habrá 6 renovaciones por hora.

En el Anexo A, Figura 1, se ilustra el plano arquitectónico del laboratorio, lugar donde irán instalados los equipos, sistema de ductos y extras, que conforman el laboratorio.

3.2.- CALCULO DE LA CARGA DE EMFRIAMIENTO.-

3.2.1.- Cálculo de la Transferencia de calor através de las paredes y Techo

La Ecuación que gobierna la transferencia de calor através de las paredes es:

$$Q = K.A.T_m \quad \text{Eq (3)} \quad \text{Ref: Fundamentos de aire acondicionado}$$

donde :

Q = Calor transferido en BTU/HR.

A = Area de transferencia en pie²

k = Coeficiente de Conductividad

en BTU/HR Pie² °F.

T_m = Diferencia de Temperatura equivalente en °F.

AREAS DE TRANSFERENCIA.- El área de transferencia es igual al área de las paredes.

Pared Norte A_n = 258.20 Pie²

Pared Este A_e = 322.75 Pie²

Pared Oeste A_o = 279.71 Pie²

Pared Sur A_s = 215.71 Pie²

Techo A_t = 516.40 Pie²

Coeficiente de Conductividad de Calor.- Las paredes tienen las siguientes características:

Material: Bloque sencillo

Acabado : 1.- Capa de cemento blanco de 1/4 pulg. de espesor.

2.- Capa de pintura blanca de 1/8 pulg. de espesor.

El coeficiente de conductividad de calor que reúne todas estas características es:

$K = 0.45 \text{ BTU/HR Pie}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$ (Referencia: Manual de aire acondicionado - Carrier).

Diferencia de Temperatura Equivalente.- La diferencia de temperatura equivalente para cada pared está tabulada, dependiendo de la ubicación de la misma con respecto a la posición del sol. (Referencia: fundamento de Aire Acondicionado ESPOL)

Ubicación	Tm
Norte	7° F
Sur	7° F

Oeste	31° F
Techo	32° F
Este	7° F

Remplazando estos datos en Eq (3) tenemos:

Para Pared N	$Q_n = 813.33 \text{ BTH/HR.}$
Para Pared S	$Q_s = 679.48 \text{ BTU/HR.}$
Para Pared O	$Q_o = 3901.95 \text{ BTU/HR.}$
Para Pared E	$Q_e = 1016.66 \text{ BTU/HR.}$
Para Techo T	$Q_t = 7436.16 \text{ BTU/HR.}$

3.2.2.- Transferencia de calor através de las Ventanas.

La ecuación que gobierna la transferencia la calor a través de los vidrios (en nuestro caso ventanas) es:

$$Q_r = A ((SC) (SHGF) + V (T_o - T_i)) \text{ Eq (4)}$$

(Ref: Fundamentos de Aire acondicionado - Espol).

Donde:

Q_r = Ganancia de calor total através
de los vidrios en BTU/HR.

- A: Area del vidrio (ventana) en pie²
- SC: Coeficiente del vidrio BTU/HR pie² °F
- SHGF: Factor de Ganancia solar en BTU/HR Pie²
- V: Coeficiente de transferencia de calor del
vidrio en BTU/HR Pie² °F.
- To: Temperatura exterior en °F.
- Ti: Temperatura interior en °F.

Areas de las Ventanas.- El área de transferencia de calor es el área que son totalmente de vidrio.

UBICACION	AREAS
Oeste	Avo = 64.55 Pie ²
Sur	Avs = 43.03 Pie ²

Coeficiente del Vidrio.- El coeficiente de radiación del vidrio está tabulado.

Ref: Fundamentos de aire acondicionado - Espol.

SC = 0.97 BTU/HR Pie² °F.

Factor de Ganancia Solar.-

Referencia: Fundamentos de aire Acondicionado - Espol.

El valor del factor de ganancia solar para cualquier orientación de paredes es calculado por la Fórmula:

$$\text{SHGF} = \text{IND} (\text{Fd} + \text{fd}) \quad \text{Eq (5)}$$

donde:

IND: Calor que se transmite perpendicularmente a través de el vidrio, este valor está Tabulado (fundamentos de aire acondicionado - Espol) y cuyo valor es: 318.79 BTU/HR Pie².

Fd: Factor de Radiación directo, este valor está tabulado (fundamentos de aire acondicionado - Espol)

fd: Factor de Radiación difuso, este factor está tabulado (fundamentos de aire acondicionado - Espol).

FACTOR	VENTANA OESTE	VENTANA SUR
Fd	0.5280	0.2727
fd	0.12	0.099

Reemplazando estos datos en la ecuación 5 obtenemos el factor de ganancia solar.

VENTANA	FACTOR DE GANANCIA SOLAR.
Oeste	SHGF Oeste = 206.57 BTU/HR Pie ²
Sur	SHGF Sur = 118.74 BTU/HR Pie ²

Coefficiente de Transferencia de Calor del Vidrio.- El coeficiente de conductividad del vidrio está tabulado, este coeficiente tiene un valor de 1.06 BTU/HR Pie² °F:
Referencia: Fundamentos de aire acondicionado - Espol.

Temperatura Exterior y Temperatura Interior.- La diferencia entre la exterior e interior está tabulada (fundamentos de aire acondicionado - Espol) y el valor es de 18:

Reemplazando los datos obtenidos en la Eq. 4 obtenemos

el calor transferido através de las ventanas:

UBICACION	CALOR TRANSFERIDO:
Oeste	$Q_{vo} = 14166.05 \text{ BTU/HR}$
Sur	$Q_{vs} = 5858.06 \text{ BTU/HR.}$

3.2.3.- Transferencia de calor por infiltración.

Las ecuaciones que gobierna la transferencia de calor debido al fenómeno de la infiltración son:

1.- Calor sensible (Q_s) = 18.7 CFM Eq (6)

Ref: fundamentos de aire acondicionado y refrigeración.

2.- Calor Latante (Q_l) = 48.1 CFM Eq (7)

Ref: fundamentos de aire acondicionado y refrigeración.

Donde el caudal (CFM) debido a las renovaciones de aire existentes se calcula de la siguiente manera:

$$\text{CFM} = \frac{V * 0.1 N}{60} \quad \text{Eq.(8) donde } V = \text{Volúmen del cuarto en pie}^3.$$

N = Número de renovaciones por hora.

Volúmen del Cuarto : 6470 pie³

Número de Renovaciones por hora : 6

Reemplazo en la ecuación 8 obtenemos el caudal (CFM) debido a la renovación: 67.79 CFM.

Reemplazando el valor del caudal en las ecuaciones 6 y 7 obtemos.

$$Q_s = 126.77 \text{ BTU/HR.}$$

$$Q_l = 3260.69 \text{ BTU/HR.}$$

3.2.4 Calculo del Calor generado por las personas.

Las ecuaciones que gobiernan el calor generado por las personas son: (Referencia: Manual de Aire acondicionado - Carrier)

$$Q_s \text{ (Calor Sensible)} = 450 * N \quad \text{Eq (9)}$$

$$Q_l \text{ (Calor Latante)} = 200 * N \quad \text{Eq (10)}$$

donde N = Número de personas.

En este cálculo el número de personas es 15.

Reemplazando en ecuación 9 y 10 obtenemos:

$$Q_s = 6750 \text{ BTU/HR}$$

$$Q_1 = 3000 \text{ BTU/HR}$$

3.2.5 Cálculo del Calor generado por el alumbrado.

Los vatios que se necesitan para iluminación se transforman en BTU/HR (Referencia: Fundamentos de aire acondicionado - Espol).

$$Q_1 = 511.50 \text{ BTU/HR}$$

3.2.6 Carga total de enfriamiento.

La carga total de enfriamiento es igual a la suma de todos los calores generados y transferidos en sus diferentes formas:

$$Q_t = Q_i$$

$$Q_t = 48661.65 \text{ BTU/HR.}$$

CAPITULO No 4

SELECCION DE EQUIPOS

La selección de equipos para el laboratorio de aire acondicionado y calefacción se hará para la carga térmica obtenida, tomando en cuenta tanto las propiedades del aire y las características del lugar, utilizando programas de computación y catálogos técnicos recomendado por los fabricantes.

4.1.- Selección de Manejadora i Serpentes de Expansión directa i agua helada

Utilizando un programa de computación de la firma MCQUAY seleccionamos la manejadora de aire, serpentín de expansión directa y serpentín de agua helada.

4.1.1.- Selección de la Manejadora

Para seleccionar la manejadora se necesitan las siguientes: características y datos.

Características

Tipo de Manejadora Unidad Horizontal
 Descarga del aire Horizontal
 Forma y tipo de filtro Angular y de alta
 velocidad.
 Caja de mezcla Si x No -
 Sección para resistencia eléctrica Si x No -
 Sección para serpentín de
 agua helada Si x No -
 Sección para serpentín de
 Expansion directa Si x No -
 Aisladores de vibraciones Si x No -

Datos

Caudal de aire 1418 CFM
 Caída de presión 2 pies de agua
 Velocidad del aire a través de
 la manejadora 550 FPM.

Utilizando el programa de computación de la firma
 MCQUAY se selecciona la manejadora de aire cuyo modelo
 es: LSL 103 que tiene las siguientes características:

Caudal	700 - 1800 CFM.
Diámetro de la turbina	9 pulg.
Area de salida del aire	0 84 pie ²
Cantidad de Motores	1.
R. P. M. del Motor	1800
Potencia del Motor	1.5 HP.
Número de Filtros	2.
Dimensiones del Filtro	(16*25*2) PULG.
Dimensiones Exteriores	(34*22.75+22.75) PULG.

4.1.2.- Selección del Serpentin de Expansión Directa.-

Para seleccionar el serpentín de expansión directa se necesita los siguientes datos:

Datos.-

Altitud	16 pies
Temperatura de entrada de aire (TBH/ TBS)	63.5 °F /75.8 °F
Temperatura de salida de aire (TBH/TBS)	53.7 °F/55.4 °F
Carga Total	48661 BTU/HR

Temperatura de succión del refrigerante	45 °F
Tipo de Refrigerante	22

Utilizando el programa de computación de la firma Mequay con los datos descritos anteriormente se obtiene el serpentín de expansión directa cuyo modelo es : 5EN1106C que tiene las siguientes características:

Material de la Tubería	Cobre.
Material de las Aletas	Aluminio
Diámetro de la Tubería	5/8 PULG.
Máxima Temperatura	300 °F
Máxima Presión	250 PSIG
Dimensiones	(15 x 26.5) PULG.

4.1.3.- Selección del Serpentín de agua Helada.-

Para seleccionar el serpentín de agua helada se requieren de los siguientes datos:

Datos

Altitud 16 pies

Máxima Velocidad del aire 550 FPM
 Temperatura de entrada del aire (TBH/TBS) 63.5 °F/75.8 °F
 Temperatura de salida del aire
 (TBH/TBS) 53.7 °F/55.4 °F
 Caudal de Agua 8.4 GPM
 Carga Total 48661 BTU/HR
 Temperatura de entrada del agua 45 °F
 Temperatura de salida del agua 55 °F

Utilizando el programa de computación de la firma MCQUAY con los datos descritos anteriormente se obtiene el serpentín de agua helada cuyo modelo es: 5WH 1105C que tiene las siguientes características:

Material de la Tubería Cobre
 Material de las aletas Aluminio
 Diámetro de la Tubería 5/8 PULG.
 Máxima Presión 250 PSIG.
 Máxima Temperatura 300°F
 Dimensiones (15 x 26.5) PULG.

4.2.- Serpentín de Vapor

Para seleccionar el serpentín de vapor se requieren

de los siguientes datos, luego con la ayuda del catálogo No 413-2 de la firma MCQUAY seleccionaremos el serpentín de vapor.

Datos

Carga Requerida 4679.40 BTH/HR
 Caudal de Aire 1418 CFM
 La presión de vapor saturado 20 PSIG
 Temperatura de entrada del aire
 (TBS/TBH) 55.4 °F/53.7 °F
 Area del serpentín (21 x 54) pulg².

Entonces utilizando en el catálogo anteriormente descrito se obtiene el serpentín de vapor cuyo modelo es : 5SA 0601 G que tiene las siguientes características:

Material de la Tubería Cobre
 Material de las Aletas Aluminio
 Diámetro de la Tubería 5/8 PULG.
 Máxima Presión 150 PSIG.
 Máxima Temperatura 366 °F.
 Dimensiones (21 x 54) PULG.

4.3.- Intercambiador Aire - Aire

Para seleccionar el intercambiador aire - aire se requieren de los siguientes datos, luego con la ayuda del catálogo de la firma FLAKT PRODUCTS seleccionaremos el intercambiador aire - aire.

Datos

Velocidad del aire 650 FPM
 Caudal del aire de entrada 1418 CFM
 Caudal del aire de salida 1418 CFM
 Temperatura del aire exterior
 (TBS/TBH) 75 °F/63.5 °F

Entonces utilizando estos datos en el catálogo de la firma flakt products se obtiene el intercambiador aire - aire cuyo modelo PABA 09522272 que tiene las siguientes características:

Tipo de Flujo Horizontal
 Dimensiones (43.25 x 14) PULG.
 Tipo de Rotor Hygroscòpico
 Velocidad del Rotor Variable

Potencia del Motor 1/8 HP

Sección de Purga Si.

4.4.- Selección de la Unidad Condensadora

Para seleccionar la unidad condensadora se utiliza el catálogo de la firma BOHN, in se necesitan los siguientes datos.

Datos

Carga Total 48661 BTU/HR

Temperatura del aire de entrada

al condensador 95 °F

Temperatura de succión 45 °F

Con los datos descritos y con la ayuda del catálogo de la firma BOHN se selecciona la unidad condensadora cuyo modelo es: CSH05H2 que tiene las siguientes características:

Número de Motores Ventiladores .. 2

Potencia de Motor Ventilador 1/4 HP.

RPM del motor ventilador 1050

Número de Compresores 1.

Potencia del Compresor	5 HP.
RPM del compresor	1750
Area del Serpentin	7.4 pie ²
Material de la Tuberia	Cobre
Diámetro de la Tuberia	3/8 PULG.
Características Eléctricas	(220-208)V/1 Fase/60 Hz
Material de la Aletas	Aluminio
Descarga del aire caliente	Vertical.
Caudal	4720 CFM

La curva de selección de la unidad condensadora se muestra en el Anexo fig.12

4.5.- Selección del Enfriador de Agua

Un dato importante para la selección del enfriador de agua es el caudal de agua a circular, el cálculo del caudal detallamos a continuación:

Datos:

TN = Toneladas de refrigeracion 405 TN

AT = diferencia de temperatura entre

entrada i salida de agua en el

enfriador 10° f

Fórmula:

$$Q = \frac{TN * 24}{AT} \quad (\text{GPM}) \quad \text{Eq (11)}$$

Reemplazando los datos en Ecuación 11 obtenemos el caudal en galones por minuto

$$Q = 9.8 \text{ GPM}$$

Para la selección del enfriador de agua enfriado por aire se necesitan de las siguientes datos, para luego utilizarlos en el catálogo de la firma DUNHAM - BUSH.

Datos

Carga Total 48661 BTU/HR
 Temperatura del aire de condensadora .. 95 °F
 Temperatura de salida del agua 45 °F
 Caudal 9.8 GPM

Con estos datos y con la ayuda del catálogo antes descrito se obtiene el modelo del enfriador de agua enfriado por aire: AC5A que tiene las siguientes características:

Número de Circuitos de Refrigerante 1
 Número de Compresores 1

Número de Motor Ventilador 1
 Potencia del Compresor 4 HP
 Potencia del Ventilador 1/4 HP
 Revoluciones del Motor Ventilador . 1140 RPM
 Revoluciones del Motor de Comp. ... 1750 RPM.
 Modelo del Condensador W-24-4-12-48
 Modelo del Intercambiador de calor "Perdidas por
 Agua - Refrigerante 500456 errados de
 Características Eléctricas del las pérdidas
 Compresor (220)V /1 Fases/ 60 Hz
 Características Eléctricas del
 Motor Ventilador (220)V /1 Fases/ 60 Hz

4.6.- Selección de la bomba de Agua

Un dato importante para la selección de la bomba es el
 cabezal que debe vencer la bomba debido a las pérdidas
 por rozamiento. A continuación detallamos su cálculo.

Datos:

Caudal 9.8 GPM de carga
 Diametro de la tubería 1 pulgada
 Material de la tubería Cobre

Fórmula:

$$\text{Cabezal} = \frac{\text{Perdidas de fricción}}{100 \text{ pies}} * \text{Long.total} \quad \text{Eq. (12)}$$

Perdidas de fricción:

Con los datos entramos tabla No. 5 "Perdidas por rozamiento en el sistema abiertos i cerrados de tubería" (Ver Anexo fig. 13) y obtenemos las pérdidas por fricción:

$$h_p = \frac{7 \text{ pie de agua}}{100 \text{ pies}}$$

Longitud Total:

Para determinar la longitud total de tubería en un sistema de agua debe considerarse los tramos rectos de tubería y las longitudes equivalentes adicionales de tubería debido a acoplamientos, válvulas i otros elementos intercalados en el sistema.

Utilizando las tablas 10 i 11 "Pérdidas de carga en válvulas i codos" (Ver Anexo figs. 14 i 15)

Nombre	Longitud Equivalente (m)	Numero de piezas	Longitud Equivalente total (m)
Codos	0.51	13	6.63
Valvulas de compuertas	0.30	4	1.2
Valvula cheque	3.6	1	3.6
Valvula de 3 vias	3.6	1	3.6

Longitud equivalente total es :

$$6.63 + 1.2 + 3.6 + 3.6 = 15.03 \text{ m.}$$

Longitud de tramos rectos es: 185 m.

$$\begin{aligned} \text{Longitud total} &= \text{longitud rectos} + \text{longitud equivalentes} \\ &= 64284 \text{ pies} \end{aligned}$$

Reemplazando estos datos en ecuación 12 obtenemos el cabezal:

$$\text{cabezal} = 45 \text{ pies de agua}$$

Para seleccionar la bomba de agua se requieren de los siguientes datos:

Datos

Caudal de agua 9.8 GPM

Cabezal 45 pies de agua

Usando el catálogo de la firma Taco y con los datos anteriormente descritos nos da el siguiente modelo de la bomba de agua: 5B 1508 que tiene las siguientes características:

Caudal	20 GPM.
Potencia	1 HP
Revoluciones por minuto	1.750
Característica Eléctrica	(208) V/1 Fase/60 hz
Presión de Trabajo	125 PSI
Temperatura Máxima	250 °F
Eficiencia	35%
Cabezal Neto de Succión	3 pies de agua.
Diámetro de Impeler	6.7 PULG.
Potencia al freno	0.64 HP.

4.7.- Selección del Humidificador

El fabricante DRI STEAM recomienda utilizar el humidificador tipo minibank. Para seleccionar el modelo del humidificador es necesario los siguientes datos.

Datos

Dimensiones del ducto (21 x 44) pulg.
 Velocidad del aire através del
 Humedificador 500 FPM
 Humedad Relativa 60%

Con los datos antes descritos y con la ayuda del folleto de la firma DRI - STEAM selecciona el humidificador cuyo modelo es: 5 - 50 que tiene las siguientes características:

Tubos de Dispersión 6
 Longitud de Dispersión 3 pies
 Tipo de Vapor Saturado
 Tipo de Control Neumático.

4.8.- Selección del Compresor del aire

Para seleccionar el compresor de aire se requieren los siguientes datos:

Datos

Caudal de aire (Es el consumo de todos los dispositivos del sistema de control, los valores de cada dispositivo estan dados en el catalogo de powers) 2400 SCIM

Presión máxima del compresor 100 PSIG

Utilizando estos datos en el catálogo de la firma ITTPNEUMUTIVE. Podemos seleccionar el compresor de aire cuyo modelo es GH-510-H60 que tiene las siguientes características:

Potencia del Motor 0.5HP

Número de Cilindros 2

Capacidad del Tanque de

Almacenamiento 60 Galones

Características Eléctricas .. (115/230)V/1 Fase/60 Hz

4.9.- Selección del extractor de aire

Un dato importante para la selección del extractor de aire es la caída de presión que existe

atrazo del ducto debido a la fricción, a continuación detallamos su cálculo:

Datos:

Caudal 1418 CFM
 Velocidad del aire 1200 FPM
 Ducto redondo 14.2 pulgadas

Fórmula:

$$h = \frac{\text{Perdidas por fricción}}{100 \text{ pies}} * \text{longitud total} \quad \text{Eq (13)}$$

Pérdidas por fricción:

Con los datos según figura X1-6 (Anexo fig. 17) tenemos: una pérdida por fricción de: 0.14 pulg. de H₂O

Longitud Total:

La longitud total utilizada para este cálculo es la más larga y tiene un valor de 536 pies.

Reemplazamos estos datos en ecuación 13 y obtenemos:

$$h = 0.750 \text{ pulg. de H}_2\text{O}$$

Para seleccionar el extractor de aire se

requieren de los siguientes datos para luego utilizarlos de la firma PENN Ventilators.

Datos

Caudal de aire a extraer 1418 CFM
Caida de presión 0.750 pulg de agua

Con estos datos y con la ayuda del catálogo antes descrito podemos seleccionar el extractor de aire cuyo tipo es CUBEX y modelo es: QX20 que tiene las siguientes características:

Potencia al freno 0.379 BMP
Potencia del Motor 1/2 HP
Revoluciones del Motor 742 RPM
Diámetro del Extractor 22 3/4 Pulg = 22.75 Pulg.
Característica Electricas (220/110) v, 1 fase,
60 Hz.
Velocidad tangencial 3884 FPM

4.10. Selección de la Caja de Volumen Variable

Utilizando catálogo de la METAL AIRE PRODUCTS, seleccionamos la caja de volumen variable,

considerando que la caída de presión a través de ella debe ser la menor posible, para un mejor rendimiento del motor ventilador.

Para su selección se requiere el siguiente dato:

Caudal 708 CFM

Con el caudal y el criterio anteriormente expuesto seleccionamos 2 cajas de volumen variable:

1. Modelo 410 TH - AH
2. Modelo 410 TH - con atenuador de ruido

Los dos modelos de caja tienen las siguientes características:

Características	Modelo 410 - AH		Modelo 410 TH	
Caudal	(600-1600) CFM		(600-1600) CFM	
Caída de presión	(0.029-0.225) pulg. de H ₂ O		(0.029-0.225) pulg. de H ₂ O	
Diámetro de entrada	10 pulg.		10 pulg.	
Atenuador de ruido	NO x	SI	NO	SI --
Múltiples salida	NO	SI x	NO x	SI
Control Neumático	NO	SI x	NO	SI x

Control Electrico NO x SI NO x SI

4.11. Selección del Difusor Cuadrado

Utilizando el catálogo de la firma METAL AIRE PRODUCTS, seleccionamos el difusor cuadrado; para su selección se debe tener los siguientes criterios: El tipo de cada difusor, el Nivel de ruido, y la caída de presión a través de él.

Se requieren de los siguientes datos para su selección:

Datos:

Diametro del ducto 10 pulg.

Caudal 354 CFM

Utilizando estos datos en el catalogo antes descrito seleccionamos el difusor cuadrado cuyo modelo es:

7100 24" * 24" * - 10"

El difusor cuadrado tiene las siguientes características:

Nivel de ruido 30 db

Caída de presión 0.105 pulg. de H₂O

Tiro (7-14) pies de H₂O

No. de vías 4

4.12. Selección del Difusor Lineal

Utilizando el catálogo de la firma METAL AIRE PRODUCTS, seleccionamos el difusor lineal; para su selección se requieren de los siguientes criterios:

- El tiro de cada difusor
- El nivel de ruido
- La caída de presión a través de el

Para su selección se requieren de los siguientes datos:

Caudal 354 CFM
 Diámetro del ducto 10 pulg.
 Velocidad de aire a través del difusor ... 1400 FPM

Utilizando estos datos en el catálogo antes descrito obtenemos el siguiente modelo de difusor:

PDI - 15 48" * 2" - 12

El difusor lineal tiene las siguientes características:

Número de ranuras 2
 Espesor de las ranuras 1 1/2 pulg = 1.5 pulg
 Nivel de ruido 30 db
 Caída de presión 0.10 pulg. de H₂O
 Tiro (4-13) pies

CAPITULO No 5

LISTA DE EQUIPOS

Los equipos que componen el laboratorio de aire acondicionado i calefacción son los siguientes:

- 5.1.- Enfriador de agua con condensador enfriado por aire
Marca Dumhan BUSH, Modelo AC5A; Accesorios: Fow Switch;
aisladores de vibraciones.
- 5.2.- Unidad condensadora Marca BOHN
Modelo CSH 05H2
- 5.3.- Manejadora de aire Mcquay
Modelo LSL 103
Diseño Horizontal
Descarga Horizontal
Filtro angular de alta velocidad
Caja de mezcla
Con sección para resistencia eléctrica
Con serpentín de agua Modelo 5WH1105C
Con serpentín de expansión directa modelo 5EN 110 6C
- 5.4.- 12 Termómetros marca Weksler intruments
Modelo 105H - 7

5.5.- 12 Manómetros marca Weksler instruments

Modelo EA14

5.6.- Serpentin de vapor Marca Mcquay

Modelo 5SA - 060IG.

5.7.- Intercambiador AIRE - AIRE Marca Flakt products

Modelo PABA 09522272.

5.8.- Humedificador mini Bank modelo 5 - 50, 21 pulgadas de alto * 44 pulgadas de largo con 6 tubos de disperción.

5.9.- Bomba de agua Marca Taco Serie SB Modelo 1508.

5.10.- Compresor de aire marca ITTPNEUMUTIVE

Modelo 6H - 510 - H60, 220 Voltios, 60 Hz, 1 fase.

5.11.- Componentes del Sistema de Control.

Descripcion	Marca	Modelo	Cantidad
Recibidor-Controlador	BARBER COLMAN	RKS - 5001	5
Switch selector	BARBER COLMAN	AL - 2201	2
Switch Graduable	BARBER COLMAN	AL - 225	7
Switch Electrico	BARBER COLMAN	PC-131	2
Valvula Solenoide	BARBER COLMAN	AL - 120	1
Medidor de Humedad	BARBER COLMAN	HKS - 2033	1
Manometro Neumatico	BARBER COLMAN	AL - 327	5

Termometro Neumatico	BARBER COLMAN	AKS - 9061	5
Sensor de Temperatura	BARBER COLMAN	TKS - 6001	4
Valvula Neumatica (3v)	BARBER COLMAN	VK-9313-302-4-8	1
Actuador de Compuerta	BARBER COLMAN	MK-2420	7
Juego de Conectores, mangueras, restrictor	BARBER COLMAN		2
Actuad. Valv. de (3v)	BARBER COLMAN	MK-4611	1
Actuad. Valv. de (2v)	BARBER COLMAN	MK-4711	1
Cabinete de Control	BARBER COLMAN	AE-632	1
Regulador de Presion	BARBER COLMAN	AL-487	1
Filtro de Aire	BARBER COLMAN	AL-437	1

5.12.- Accesorios para el Sistema de Distribucion de aire.

Descripcion	Marca	Modelo	Cantidad
Difusor Lineal	METAL AIRE	PDI-15 48"x2"-18"	1
Difusor Cuadrado	METAL AIRE	7100 24"x24"-10"	1
Caja Vol. Variable	METAL AIRE	410TH-AH	1
Caja Vol. Variable	METAL AIRE	410TH	1
Caja de filtro	CAMBRIDGE	SFI-2949	1
Estac. Medic. de aire	CAMBRIDGE	FMS-F	2
Dampers	RUSKIN	CD-35 30" x 12"	1
Dampers	RUSKIN	CD-35 36" x 10"	3
Dampers	RUSKIN	CD-35 22" x 9"	4
Dampers	RUSKIN	CD-35 15" x 24"	1

CAPITULO No 6

PRACTICAS

6.1. PRACTICA No. 1

DESCRIPCION DEL LABORATORIO

1. OBJETIVO.- Conocer y familiarizarse con los equipos que componen el laboratorio de aire acondicionado i calefacción.
2. PROCEDIMIENTO.- El procedimiento a seguir es una explicación en el laboratorio mismo de cada uno de los equipos i asesorios que lo forman:
 1. Manejadora de aire
 2. Enfriador de agua
 3. Unidad condensadora
 4. Sistema de vapor
 5. Humidificador
 6. Unidad intercambiadora aire-aire
 7. Extractor de aire
 8. Sistema de distribución de aire
 - 8.1. Difusores
 - 8.2. Caja de volumen variable

8.3. Dampers

8.4. Conductos

3. TAREA.-

1. Realizar un informe sobre los equipos
2. Realizar un informe sobre los sistemas de agua helada i expansion directa.
3. Realizar un informe sobre los metodos de calefacción

Realizar un informe sobre los elementos del sistema de control de climatización de los mismos en

condición

1. El sistema de agua helada

1.1. Compresor

1.2. Secador de agua

1.3. Condensador

1.4. Evaporador

1.5. Expansión

1.6. Línea de agua

1.7. Línea de gas

1.8. Línea de agua

1.9. Línea de gas

1.10. Línea de agua

2. El sistema de expansión directa

2.1. Línea de agua

6.2. PRACTICA No. 2

SISTEMA DE CONTROL

1. OBJETIVO.- Conocer el funcionamiento del sistema de control del laboratorio de aire acondicionado i calefacción.
2. TEORIA .- Descripción de cada uno de los elementos del sistema de control i funcionamiento de los mismos en conjunto.
 1. Sistema de aire comprimido
 - 1.1. Compresor
 - 1.2. Secador de aire
 - 1.3. acesorios
 2. Sensores
 - 2.1. Temperatura
 - 2.2. Humedad
 3. Valvulas
 - 3.1. Dos vías
 - 3.2. Tres vías
 4. Recibidor controlador
 5. Switch electro neumático i switch neumático eléctrico

6. Switch selector
7. Switch graduable
8. Actuadores
 - 8.1. De compuertas
 - 8.2. De válvulas

3. INSTRUMENTOS.- El instrumento utilizado es el Termometro.

4. PROCEDIMIENTO.-

1. Activar el sistema de aire comprimido
2. Seleccionar el recorrido del caudal de aire con los switch graduables.
Compuertas cerradas: 1,2,3,4,6,8 - manual.
Compuerta abierta : 7
3. Activar motor ventilador de la manejadora.
4. Colocar switch selector 1 posicion 1
5. Medir la temperatura a la cual se acciona Valvula de 3 vias (Sistema de agua helada)
6. Colocar switch selector 1 posicion 4
7. Medir la temperatura a la cual se acciona valvula de 2 vias (Sistema de vapor)
8. Desconectar switch selector 1

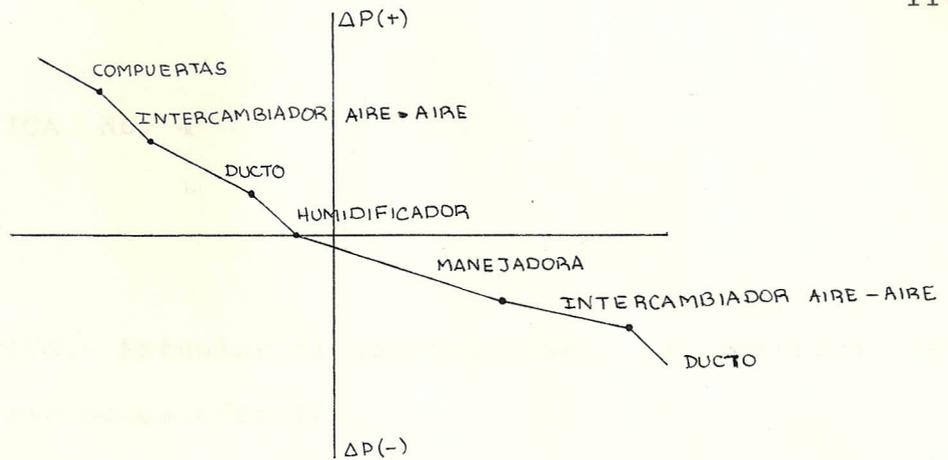
9. Colocar switch selector 2 posicion 2
 10. Medir la temperatura a la cual corta la señal el switch neumático electrico (Sistema de expansion directa)
 11. Colocar switch selector 2 posicion 3
 12. Medir la temperatura a la cual corta la señal el switch neumático electrico (Sistema de calentamiento electrico)
5. TAREA.-
1. Realizar un informe sobre el funcionamiento de cada potente del Sistema de Control del Laboratorio.
 2. Realizar un informe sobre el funcionamiento del Sistema de Control del Laboratorio
 3. Analizar los parámetros medidos.

6.3. PRACTICA No. 3

PERDIDAS

1. OBJETIVO.- Ver la variacion de la presion atravez: ductos, equipos i accesorios.

2. PROCEDIMIENTO.-
 1. Activar el sistema de aire comprimido
 2. Selecccion del recorrido del caudal de aire, 100% aire exterior con intercambiador aire-aire
 3. Activar motor ventilador de la manejadora
 4. Medir la caida de presion en:
 - 4.1. Ducto de aire exterior (aire de retorno)
 - 4.2. Intercambiador aire-aire
 - 4.3. Manejadora
 - 4.4. Sepertin de vapor (steam coil)
 - 4.5. Humidificador
 - 4.6. Ducto de mando (aire interior)
 - 4.7. Compuertas: 6, 1, 2
 5. Graficar la caida de presion (punto 4) para el recorrido (punto 2)



3. INSTRUMENTOS.- El instrumento requerido para esta practica es: el tubo de pitot
4. PREGUNTAS.-
 1. Analice el gráfico (punto 5)
 2. Realie el cálculo teórico de la caida de presion para el mismo recorrido y compare los resultados con el experimento.
 3. Porque se escoge el recorrido del aire, 100% exterior con intercambiador aire-aire
 4. Como influye la caida de presion en la potencia del motor ventilador

6.4. PRACTICA No. 4

CALEFACCION

1. OBJETIVO.- Estudiar el comportamiento psicometrico de un ciclo de calefacci3n.

2. PROCEDIMIENTO.- La calefacci3n se lo realizar3 en primer lugar electricamente i en segundo lugar por vapor.

1. Calefacci3n el3ctrica

1.1. Activar el sistema de aire comprimido

1.2. Desconectar el sistema humidificador

1.3. Verifica el recorrido del caudal de aire con los switch graduales, 100% aire exterior.

Compuertas cerradas : 1, 2, 6, 7, 8, compuerta manual

Compuertas abiertas : 3, 4, 5

1.4. Colocar switch selector 2 en posicion 3

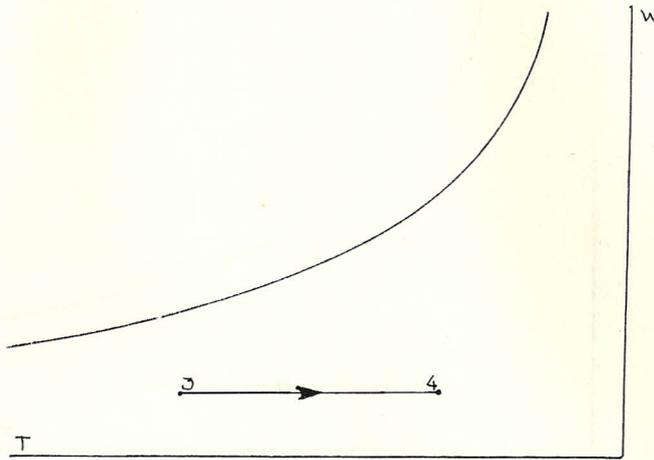
1.5. Activar el motor ventilador de la manejadora

1.6. Medir la temperatura a la entrada T3

1.7. Medir la temperatura a la salida T4

1.8. Medir la humedad a la entrada W3

1.9. Graficar en la carta psicometrica el proceso



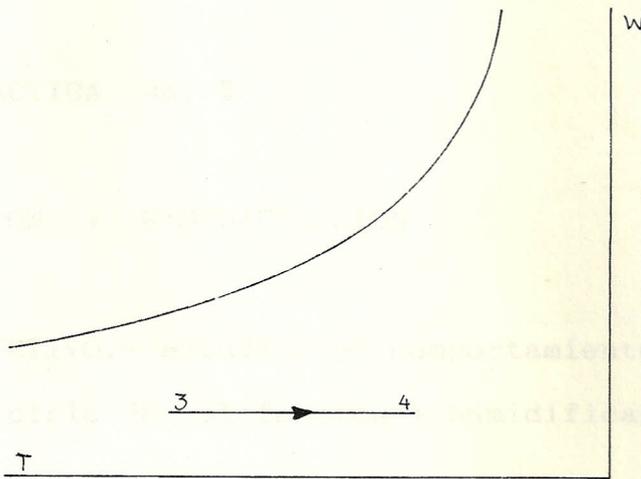
2. Calefacción por medio de vapor

- 2.1. Activar el sistema de aire comprimido
- 2.2. Desconectar el sistema humidificador
- 2.3. Verifica el recorrido del caudal de aire, 100%
aire exterior.

Compuertas cerradas : 1, 2, 6, 7, 8, compuerta
manual

Compuertas abiertas : 3, 4, 5

- 2.4. Colocar switch selector 1 en posición 4
- 2.5. Activar el motor ventilador de la manejadora
- 2.6. Medir la temperatura a la entrada T3
- 2.7. Medir la temperatura a la salida T4
- 2.8. Medir la humedad a la entrada W3
- 2.9. Graficar en la carta psicometrica el proceso



3. INSTRUMENTOS.- Los instrumentos a utilizarse son:

1. Termómetro
2. Psicometro

4. TAREA.-

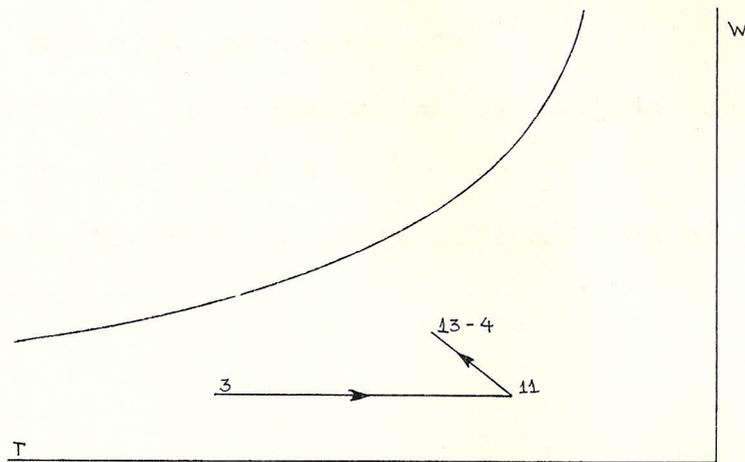
1. Analizar cada proceso psicometrico
2. Calcular el calor total
3. Calcular el calor sensible

6.5. PRACTICA No. 5

CALEFACCION + HUMIDIFICACION

1. OBJETIVO.- estudiar el comportamiento psicometrico de un ciclo de calefacción + humidificación.
2. PROCEDIMIENTO.- La calefacción se lo realizará en primer lugar electricamente y en segundo lugar atravez de vapor.
 1. Calefacción eléctrica + humidificación
 - 1.1. Activar el sistema de aire comprimido
 - 1.2. Conectar el sistema humidificador
 - 1.3. Verificar el recorrido del caudal de aire con los switch regulables, 100% aire exterior.
Compuertas cerradas : 1, 2, 6, 7, 8, compuerta manual
Compuertas abiertas : 3, 4, 5
 - 1.4. Colocar switch selector 2 en posicion 3
 - 1.5. Activar el motor ventilador de la manejadora
 - 1.6. Medir la temperatura a la entrada T3
 - 1.7. Medir la temperatura después del calentamiento eléctrico T11

- 1.8. Medir la temperatura T4
- 1.9. Medir la humedad del aire de la entrada W3
- 1.10. Medir la humedad a la salida del spray humidificador W13
- 1.11. Graficar en la carta psicometrica el proceso



2. Calefacción a través de vapor + humidificación

- 2.1. Activar el sistema de aire comprimido
- 2.2. Conectar el sistema humidificador

2.3. Verificar el recorrido del caudal de aire con los switch regulables, 100% aire exterior.

Compuertas cerradas : 1-2-6, 7, 8

Compuertas abiertas : 3, 4, 5

2.4. Colocar switch selector 1 en posición 4

2.5. Activar el motor ventilador de la manejadora

2.6. Medir la temperatura a la entrada T3

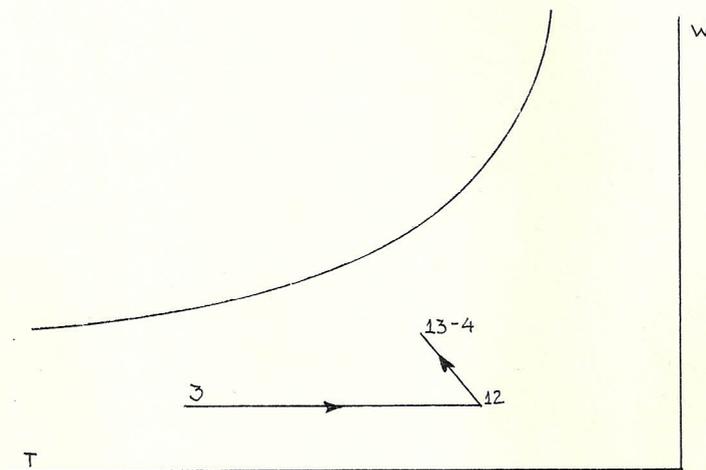
2.7. Medir la temperatura después del calentamiento a Vapor T12

2.8. Medir la humedad de entrada W3

2.9. Medir la temperatura T4

2.10. Medir la humedad a la salida del spray humidificador W13

2.11. Graficar en la carta psicometrica el proceso



3. INSTRUMENTOS.- Los instrumentos utilizados son:

1. Termometro
2. Psicometro

4. TAREA.-

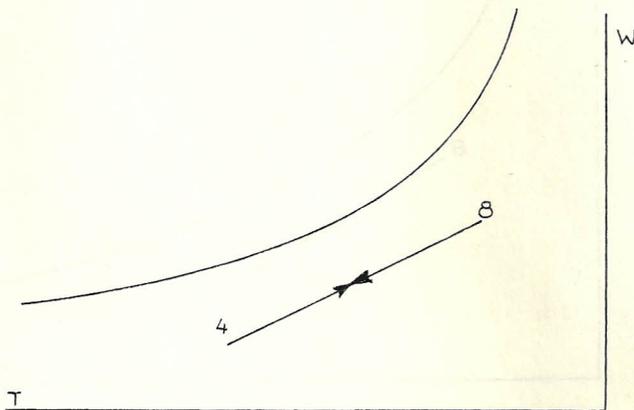
1. Analizar cada proceso psicometrico
2. Calcular el calor total
3. Calcular el calor sensible

6.6. PRACTICA No. 6

AIRE ACONDICIONADO CON CIRCULACION

1. OBJETIVO.- Estudiar el comportamiento psicometrico de un sistema de aire acondicionado con circulación (100% aire interior)
 1. Agua helada
 2. Expansion directa

2. PROCEDIMIENTO.- El procedimiento a seguir es el siguiente:
 1. Sistema de agua helada (CW)
 - 1.1. Activar el sistema de aire comprimido.
 - 1.2. Verificar el recorrido del caudal de aire con la ayuda de los switch regulables.
Compuertas cerradas : 1 - 2 - 3 - 6 - 7
Compuertas abiertas : 4 - 5 - 8
 - 1.3. Colocar switch selector 1 en posicion 1
 - 1.4. Activar el motor ventilador de la manejadora
 - 1.5. Medir la temperatura del aire a la entrada T8
 - 1.6. Medir la temperatura del aire a la salida T4
 - 1.7. Medir la humedad del aire a la entrada W8
 - 1.8. Medir la humedad del aire a la salida W4
 - 1.9. Graficar el proceso en la carta psicometrica



2. Sistema de Expansion Directa (DX)

2.1. Activar el sistema de aire comprimido

2.2. Verificar el recorrido del caudal de aire, con los ayuda de los switch graduables.

Compuertas cerradas : 1, 2, 3, 6, 7

Compuertas abiertas : 4, 5, 8

2.3. Colocar switch selector 2 en posicion 4

2.4. Activar el motor ventilador de la manejadora

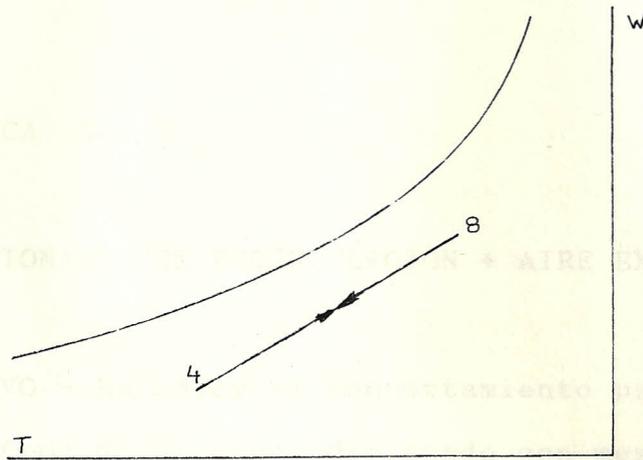
2.5. Medir la temperatura del aire a la entrada T8

2.6. Medir la temperatura del aire a la salida T4

2.7. Medir la humedad a la entrada del aire W8

2.8. Medir la humedad a la salida del aire W4

2.9. Graficar el proceso en la carta psicometrica



3. INSTRUMENTOS.- Los instrumentos utilizados son:

1. Termometro
2. Psicometro

4. TAREA.-

1. Analizar cada ciclo y dar sus respectivas conclusiones
2. Analizar las similitudes de los dos sistemas en el comportamiento psicometrico.
2. Calcular el calor total

6.7. PRACTICA No 7

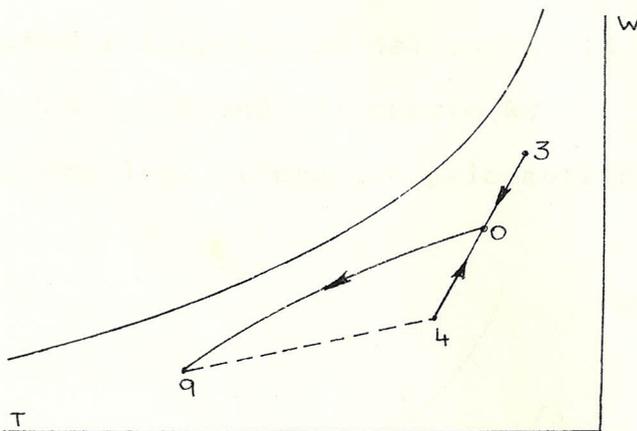
AIRE ACONDICIONADO CON RECIRCULACION + AIRE EXTERIOR

1. OBJETIVO.- Estudiar el comportamiento psicometrico de un sistema de aire acondicionado con mezcla de aire de retorno (interior + exterior)
 1. Agua helada
 2. Expansion directa

2. TEORIA.- El laboratorio está diseñado para manejar el caudal del aire de retorno, mezclando aire interior i exterior en diferentes porcentajes.

3. PROCEDIMIENTO.-
 1. Sistema de Agua Helada
 - 1.1. Activar el sistema de aire comprimido
 - 1.2. Verificar el recorrido del caudal del aire con los switch regulables
Compuertas cerradas : 1, 2, 7
Compuertas abiertas : 3, 4, 5, 6, 8
 - 1.3. Colocar switch selector 1 en posicion 1
 - 1.4. Activar motor ventilador de la manejadora
 - 1.5. Medir temperatura a la entrada del aire T3

- 1.6. Medir temperatura de mezcla del aire T0
- 1.7. Medir humedad de entrada W3
- 1.8. Medir humedad de mezcla W0
- 1.9. Medir temperatura del serpentín de agua helada T9
- 1.10. Medir humedad a la salida del serpentín de agua helada W9
- 1.11. Medir temperatura del cuarto T4
- 1.12. Medir humedad del cuarto W4
- 1.13. Graficar el proceso psicometrico



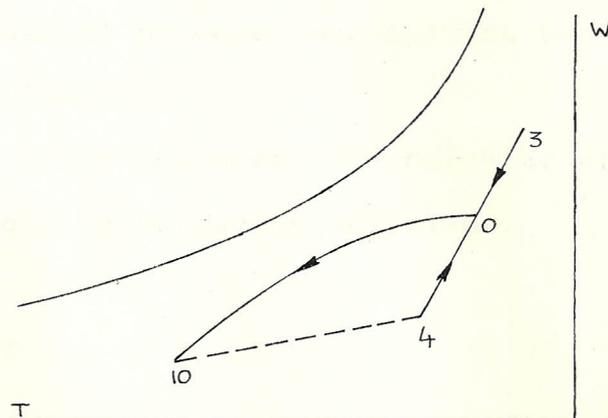
2. Sistema de Expansion Directa

- 2.1. Activar el sistema de aire comprimido
- 2.2. Verificar el recorrido del caudal del aire con los switch regulables

Compuertas cerradas : 1, 2, 7

Compuertas abiertas : 3, 4, 5, 6, 8

- 2.3. Colocar switch selector 2 en posicion 2
- 2.4. Activar motor ventilador de la manejadora
- 2.5. Medir temperatura a la entrada T3
- 2.6. Medir temperatura de mezcla T0 interior
- 2.7. Medir humedad de entrada W3 interior
- 2.8. Medir humedad de mezcla W0 interior
- 2.9. Medir temperatura del serpentín de expansión directa T10
- 2.10. Medir humedad a la salida del serpentín de expansión directa W10
- 2.11. Medir temperatura del cuarto T4
- 2.12. Medir humedad del cuarto W4
- 2.13. Graficar el proceso psicometrico



NOTA.- Realizar esta experiencia para los siguientes

porcentajes de mezcla:

- 1.- 20% aire exterior - 80% aire interior
- 2.- 40% aire exterior - 60% aire interior
- 3.- 50% aire exterior - 50% aire interior
- 4.- 60% aire exterior - 40% aire interior
- 5.- 80% aire exterior - 20% aire interior

4. INSTRUMENTOS.- Los instrumentos utilizados son:

1. Termostato
2. Psicometro

5. TAREA.-

1. Analizar el proceso psicometrico para cada sistema i mezcla.
2. Para todas las mezclas, calcular el calor total y explique la variación del mismo.

6.8. PRACTICA No. 8

AIRE ACONDICIONADO PARA ALTAS CARGAS LATENTES

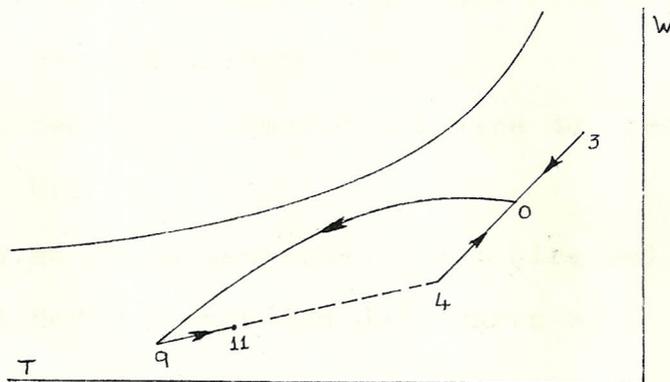
1. OBJETIVO.- Estudiar el proceso psicometrico para altas cargas latentes, con recirculación + aire exterior
 1. Agua helada con recalentamiento eléctrico
 2. Expansion directa con recalentamiento a vapor

2. TEORIA.- Utilizando los dispositivos existentes en el laboratorio se simulará el ciclo de aire acondicionado para altas cargas latentes, como aplicaciones típicas tenemos: Quirófanos i salas de bailes. En estas aplicaciones el aire frio es necesario recalentarse para mejorar las condiciones de confort.

3. PROCEDIMIENTO.-
 1. Agua Helada con Recalentamiento Eléctrico con mezcla de aire interior + exterior.
 - 1.1. Activar el sistema de aire comprimido
 - 1.2. Verificar el recorrido del caudal del aire con los switch regulables
Compuertas cerradas : 1, 2, 7
Compuertas abiertas : 3, 4, 5, 6, 8
 - 1.3. Colocar switch selector 1 en posicion 1
 - 1.4. Desconectar sistema humidificador (cerrar

llave de compuerta)

- 1.5. Colocar switch selector 2 en posición 3
- 1.6. Activar motor ventilador de la manejadora
- 1.7. Medir la temperatura del aire de entrada T3
- 1.8. Medir la humedad del aire de entrada W3
- 1.9. Medir la temperatura del aire salida del serpentín de agua helada T9
- 1.10. Medir la humedad del aire salida del serpentín de agua helada W9
- 1.11. Medir la temperatura del aire a la salida del recalentamiento T11
- 1.12. Medir la humedad del aire recalentado W11
- 1.13. Medir la temperatura del cuarto T4
- 1.14. Medir la humedad del cuarto W4
- 1.15. Medir la temperatura mezcla T0
- 1.16. Medir la humedad del aire de mezcla W0
- 1.17. Graficar el proceso psicrométrico



2. Expansion Directa con Recalentamiento a Vapor con mezcla de aire interior + exterior

2.1. Activar el sistema de aire comprimido

2.2. Verificar el recorrido del caudal del aire con los switch graduables

Compuertas cerradas : 1, 2, 7

Compuertas abiertas : 3, 4, 5, 6, 8

2.3. Colocar switch selector 2 en posicion 2

2.4. Desconectar sistema humidificador

2.5. Colocar switch selector 1 en posicion 1

2.6. Activar motor ventilador de la manejadora

2.7. Medir la temperatura del aire de entrada T3

2.8. Medir la humedad del aire de entrada W3

2.9. Medir la temperatura del aire salida del serpentín de expansión directa T10

2.10. Medir la humedad del aire salida del serpentín de expansión directa W10

2.11. Medir la temperatura del aire a la salida del recalentamiento T12

2.12. Medir la humedad del aire de recalentamiento W12

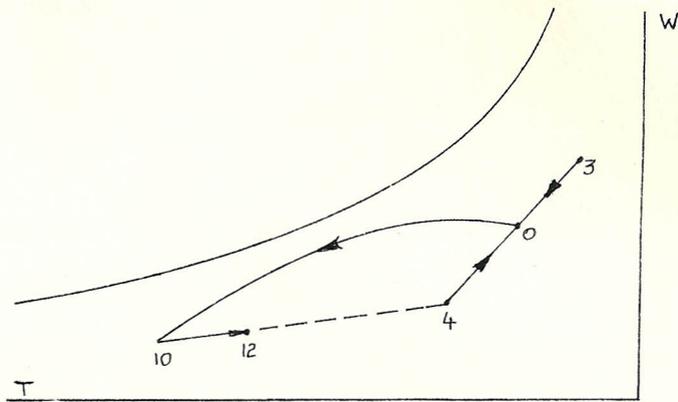
2.13. Medir la temperatura del aire del cuarto T4

2.14. Medir la humedad del cuarto W4

2.15. Medir la temperatura del aire de mezcla T_0

2.16. Medir la humedad de la mezcla W_0

2.17. Graficar el proceso psicrometrico



NOTA.- Realizar esta experiencia para los siguientes porcentajes de mezcla:

- | | | | |
|-----|-------------------|---|-------------------|
| 1.- | 20% aire exterior | - | 80% aire interior |
| 2.- | 40% aire exterior | - | 60% aire interior |
| 3.- | 50% aire exterior | - | 50% aire interior |
| 4.- | 60% aire exterior | - | 40% aire interior |
| 5.- | 80% aire exterior | - | 20% aire interior |

4. INSTRUMENTOS.- Los instrumentos utilizados son:

1. Termostato
2. Psicometro

5. TAREA.-

1. Analizar cada diagrama psicometro para cada orden i mezcla.
2. Calcular carga total para cada mezcla i explique su diferencia

6.9. PRACTICA No. 9

AIRE ACONDICIONADO SIN RECUPERACION DE CALOR (100% DE EXPULSION)

1. OBJETIVO.- Estudiar el proceso psicometrico para un proceso de aire acondicionado 100% de expulsion.

1. Agua Helada

2. Expansion Directa

2. PROCEDIMIENTO.-

1. Agua Helada

1.1. Activar el sistema de aire comprimido

1.2. Verificar el recorrido del caudal de aire con los switch graduables.

Compuertas cerradas : 1, 2, 6, 7, 8

Compuertas abiertas : 3, 4, 5, compuerta manual

1.3. Colocar switch selector 1 en posicion 1

1.4. Activar motor ventilador de la manejadora i extractor de aire

1.5. Medir la temperatura del aire de entrada T3

1.6. Medir la humedad del aire de entrada W3

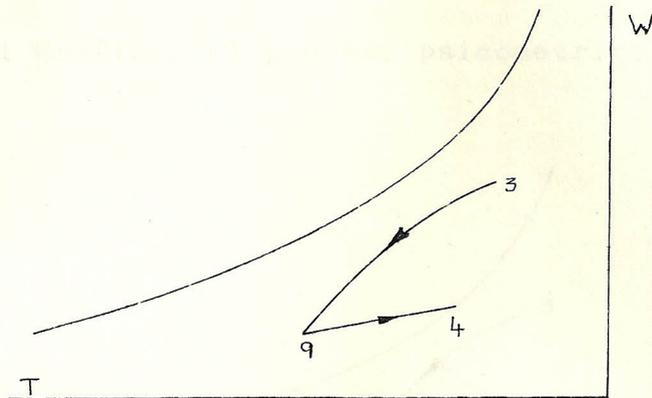
1.7. Medir temperatura del aire a la salida del Serpentin de agua helada T9

1.8. Medir humedad del aire a la salida del Serpentin de agua helada W9

1.9. Medir la temperatura del aire en el cuarto T4

1.10. Medir la humedad del cuarto W4

1.11 Graficar el proceso psicometrico



2. Expansion Directa

2.1. Activar el sistema de aire comprimido

2.2. Verificar el recorrido del caudal de aire con los switch graduables.

Compuertas cerradas : 1, 2, 6, 7, 8

Compuertas abiertas : 3, 4, 5 - compuerta manual

2.3. Colocar switch selector 2 en posición 2

2.4. Activar motor ventilador de la manejadora i extractor de aire

2.5. Medir la temperatura del aire de entrada T3

2.6. Medir la humedad del aire de entrada W3

2.7. Medir temperatura del aire a la salida del Serpentin de expansion directa T10

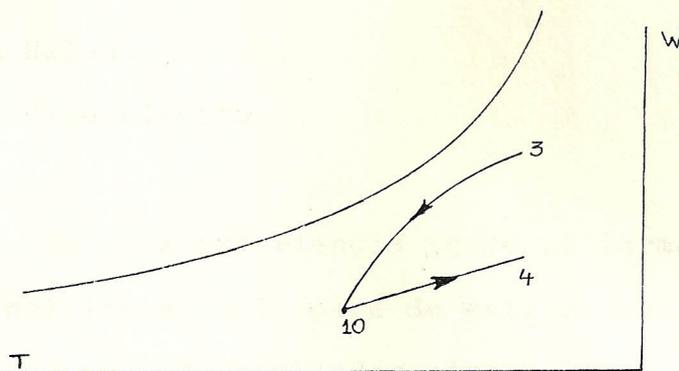
2.8. Medir humedad del aire a la salida del

Serpentin de expansion directa W10

2.9. Medir la temperatura del aire en el cuarto T4

2.10. Medir la humedad del cuarto W4

2.11 Graficar el proceso psicometrico



3. INSTRUMENTOS.- Los instrumentos utilizados son:

1. Termostato
2. Psicometro

4. TAREA.-

1. Analizar cada diagrama psicometro y comparar los dos sistemas
2. Calcular el calor total

6.10. PRACTICA No. 10

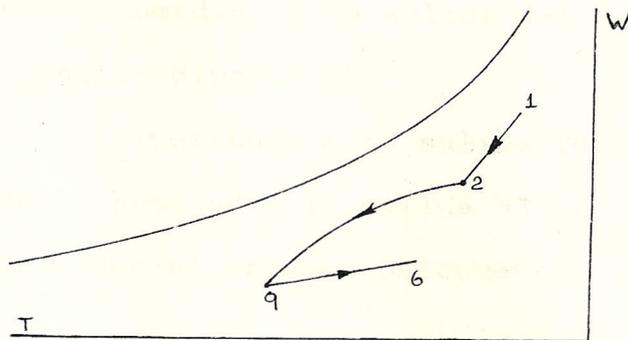
AIRE ACONDICIONADO CON RECUPERACION DE CALOR

1. OBJETIVO.- Estudiar el proceso psicometrico para un proceso de aire acondicionado con recuperaci3n de energia
 1. Agua Helada
 2. Expansion Directa

2. TEORIA.- En esta experiencia se ve la forma de mejorar las condiciones del aire de entrada a la m3quina utilizando un intercambiador aire-aire

3. PROCEDIMIENTO.-
 1. Agua Helada
 - 1.1. Activar el sistema de aire comprimido
 - 1.2. Verificar el recorrido del caudal de aire con los switch graduables.
Compuertas cerradas : 3, 4, 5, 7, 8
Compuertas abiertas : 1, 2, 6
 - 1.3. Colocar switch selector 1 en posicion 1
 - 1.4. Activar el intercambiador aire-aire
 - 1.5. Activar motor ventilador de la manejadora
 - 1.6. Medir la temperatura del aire de entrada T1

- 1.7. Medir humedad de entrada W1
- 1.8. Medir temperatura a la salida del intercambiador aire-aire T2
- 1.9. Medir humedad a la salida del intercambiador aire-aire W2
- 1.10. Medir temperatura a la salida del Serpentin de agua helada T9
- 1.11. Medir humedad a la salida del Serpentin de agua helada W9
- 1.12. Medir la temperatura de salida T6
- 1.13. Medir la humedad de salida W6
- 1.14. Graficar el proceso psicometrico



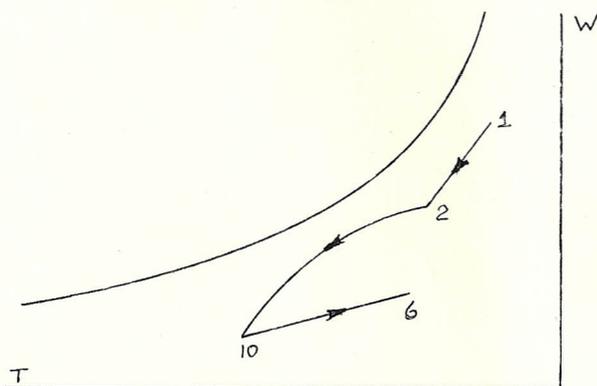
2. Expansion Directa

- 2.1. Activar el sistema de aire comprimido
- 2.2. Verificar el recorrido del caudal de aire con los switch graduables.

Compuertas cerradas : 3, 4, 5, 7, 8

Compuertas abiertas : 1, 2, 6

- 2.3. Colocar switch selector 2 en posición 2
- 2.4. Activar el intercambiador de aire-aire
- 2.5. Activar motor ventilador de la manejadora
- 2.6. Medir temperatura de entrada del aire T1
- 2.7. Medir humedad de entrada W1
- 2.8. Medir temperatura a la salida del intercambiador aire-aire T2
- 2.9. Medir humedad a la salida del intercambiador aire-aire W2
- 2.10. Medir temperatura a la salida del Serpentin de expansión directa T10
- 2.11. Medir humedad a la salida del Serpentin de expansión directa W10
- 2.12. Medir temperatura a la salida T6
- 2.13. Medir humedad a la salida W6
- 2.14. Graficar el proceso psicometrico



3. INSTRUMENTOS.- Los instrumentos utilizados son:

1. Termostato
2. Psicometro

4. TAREA.-

1. Analizar cada proceso para cada sistema
2. Calcular el calor total

6.11. PRACTICA No. 11

CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO

1. OBJETIVO.- El objetivo de esta experiencia es ver las características de funcionamiento de los equipos de agua helada i expansion directa.
2. PROCEDIMIENTO.-
 1. Activar el sistema de aire comprimido
 2. Seleccionar el recorrido del caudal de aire con los switch selector
 - 2.1. Con circulación
 - 2.2. Sin circulación
 - 2.3. Sin circulación con recuperación de energia
 3. Colocar switch selector 1 en posicion 1
 4. Activar motor ventilador de la manejadora
 5. Medir para 2.1 - 2.2 y 2.3 los siguientes parametros
 - 5.1. Temperatura de agua de entrada a la manejadora
 - 5.2. Temperatura de agua de salida de la manejadora
 - 5.3. Amperaje de la bomba de agua
 - 5.4. Amperaje del Enfriador de Agua
 - 5.4.1. Compresor
 - 5.4.2. Motores ventiladores
 - 5.5. Presiones de trabajo de la bomba de agua

- 5.5.1. Presion de Descarga
 - 5.5.2. Presion de Succion
 - 5.6. Presiones de trabjado del sistema de refrigeración del enfriador
 - 5.6.1. Presion de Descarga
 - 5.6.2. Presion de Succion
 - 5.6.3. Presion de aceite
 - 6. Desconectar motor ventilador de la manejadora
 - 7. Desconectar switch selector 2 en posicion 2
 - 8. Colocar switch selector 2 en posicion 2
 - 9. Medir para 2.1 - 2.2 y 2.3 los siguientes parametros:
 - 9.1. Amperaje de Unidad Condensadora
 - 9.1.1. Compresor
 - 9.1.2. Motor Ventilador
 - 9.2. Presiones de trabajo del sistema de Expansion Directa
 - 9.2.1. Presion de Descarga
 - 9.2.2. Presion de Succion
3. INSTRUMENTOS.- Los instrumentos utilizados son:
- 1. Termometro
 - 2. Manometro
 - 3. Amperimetro

4. TAREA.-

1. Analizar cada parametro y explique las variaciones de los mismos

2. Para que sirve cada parametro para el

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El aire acondicionado es el procedimiento que, combinando las operaciones elementales para el tratamiento del aire atmosférico, permite mantener las características físicas y químicas del aire de un recinto determinado dentro de los límites de temperatura, de humedad relativa y de pureza deseados.

Las características del aire que se propone regular y controlar son:

- 1 - La temperatura seca
- 2 - La humedad relativa
- 3 - El movimiento del aire
- 4 - La composición del aire (contenido de polvo i bacterias)

Para ser clasificada como "instalación de acondicionamiento de aire", una instalación de tratamiento del aire debe comprender el tratamiento i el control de los parámetros anteriormente citados.

Cuando una instalación solo permite regular y controlar una parte de dichas características, se designa

preferentemente por su funcion principal o sea:

- 1 - instalacion de enfriamiento
- 2 - instalacion de calefaccion
- 3 - instalacion de humidificacion
- 4 - instalacion de filtrado o absorcion de polvo

Nuestro laboratorio es una instalacion de acondicionamiento de aire porque cumple con las cuatro (4) características que se propone regular i controlar; para esto el laboratorio esta conformado por los siguientes equipos: manejadora de aire, enfriador de agua, unidad condensadora, sistema de vapor, humidificador, unidad intercambiadora aire - aire, extractor de aire, que permiten enfriar el aire (sistema de expansion directa - sistema de agua helada), calentar el aire (sistema de vapor i sistema electrico), humidificarlo (humidificador) i filtrarlo (filtros en la manejadora de aire).

El movimiento del caudal de aire se lo realiza a travez del motor ventilador instalado en la manejadora de aire i el extractor instalado en el sistema de ductos, y se lo circula a travez del sistema de ductos que esta conformado por: ductos principales, secundarios y flexibles,

cajas de volumen variable, difusores i rejillas. La circulación se lo hace con diferentes recorridos esto se obtiene con la ayuda de las compuertas neumáticas, las cuales se abren i se cierran de acuerdo a los recorridos a realizar; estas compuertas estan instaladas en el sistema de ductos.

En el laboratorio de aire acondicionado i calefacción, los estudiantes de ingeniería mecánica, inclusive muchos técnicos de nuestro medio podrán conocer los sistemas para enfriar el aire, calentarlo, humidificarlo, probar el funcionamiento de cada uno de ellos, asi como el rendimiento de cada uno de los componentes de los diferentes sistemas.

Se sabe que en un sistema de aire acondicionado i calefacción el flujo de aire es su principal característica, el caudal de aire que circula dentro de un sistema de aire acondicionado o de calefacción se divide en caudal de aire de mando i caudal de aire de retorno. Variando el caudal de mando en su recorrido i la mezcla del caudal de retorno (aire interior + aire exterior) se puede simular varias condiciones de funcionamiento como por ejemplo: ciclo normal de aire acondicionado, ciclo de aire acondicionado con aire de retorno mezclado (aire interior + aire exterior) en

diferentes porcentajes, determinar las condiciones a las cuales puede ocurrir congelamiento en los sistemas de aire acondicionado.

La única manera en que los estudiantes de ingeniería mecánica puedan familiarizarse con los sistemas de acondicionamiento de aire (enfriamiento, calefacción, humidificación, filtrado) es realizando prácticas en el laboratorio, se ha realizado guías para las siguientes prácticas:

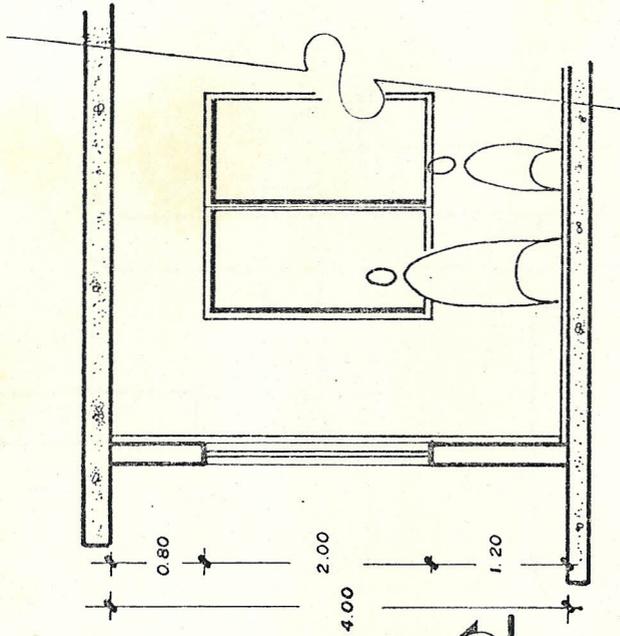
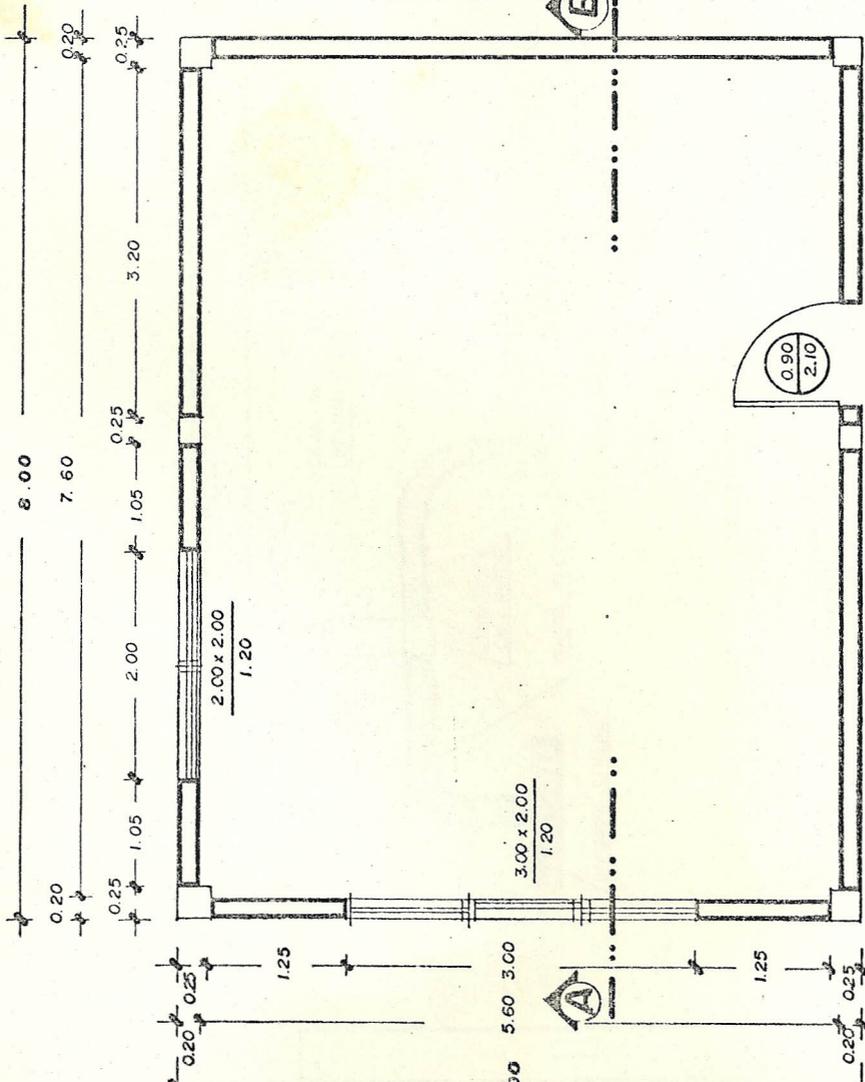
- 1 - Descripción del laboratorio
- 2 - Sistema de control
- 3 - Pérdidas
- 4 - Calefacción
- 5 - Calefacción + Humidificación
- 6 - Aire acondicionado con circulación
- 7 - Aire acondicionado con circulación + aire exterior
- 8 - Aire acondicionado con altas cargas latentes
- 9 - Aire acondicionado sin recuperación de calor, con recuperación de calor
- 10- Características de funcionamiento de los equipos

Adicional a las prácticas ya descritas se recomienda las siguientes:

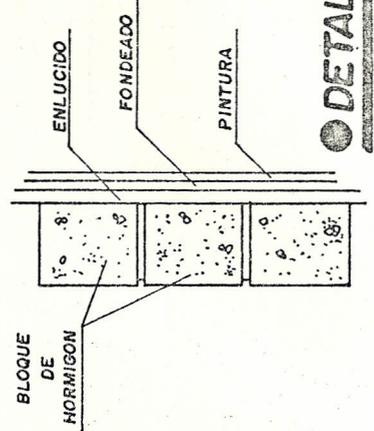
- 1 - Determinar las condiciones donde puede ocurrir congelamiento en los sistemas de enfriamiento (expansion directa y agua helada).
- 2 - Determinar el balance de energía en el intercambiador aire - aire y en la caja de mezcla
- 3 - Determinar respuestas de varias componentes de los sistemas, variando las condiciones de funcionamiento de los mismos.
- 4 - Determinar respuestas de los componentes del sistema de control.
- 5 - Realizar la prueba de calefaccion + humidificaciòn + recalentamiento
- 6 - Utilizando el sistema de expansion directa i con la ayuda de una válvula inversora de cuatro vias realizar el experimento de la bomba de calor.

Para la realización de todas las prácticas en el laboratorio de aire acondicionado i calefacciòn es necesario la utilizaciòn del sistema de control, el cual controla tanto los equipos como los diferentes recorridos del caudal de aire en el sistema de distribución de aire.

El sistema de control esta constituidos por dispositivos de alimentación (válvulas neumáticas - receptor controlada), dispositivos de regulación (termostatos, humidificadores), dispositivos de puesta en marcha (switch electro-neumáticos), dispositivos de señalización (termostatos, manómetros).

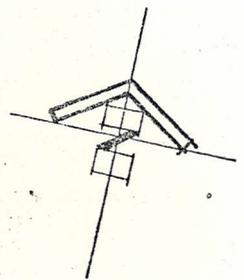


● CORTE AB



● DETALLE

● PLANTA ARQUITECTONICA



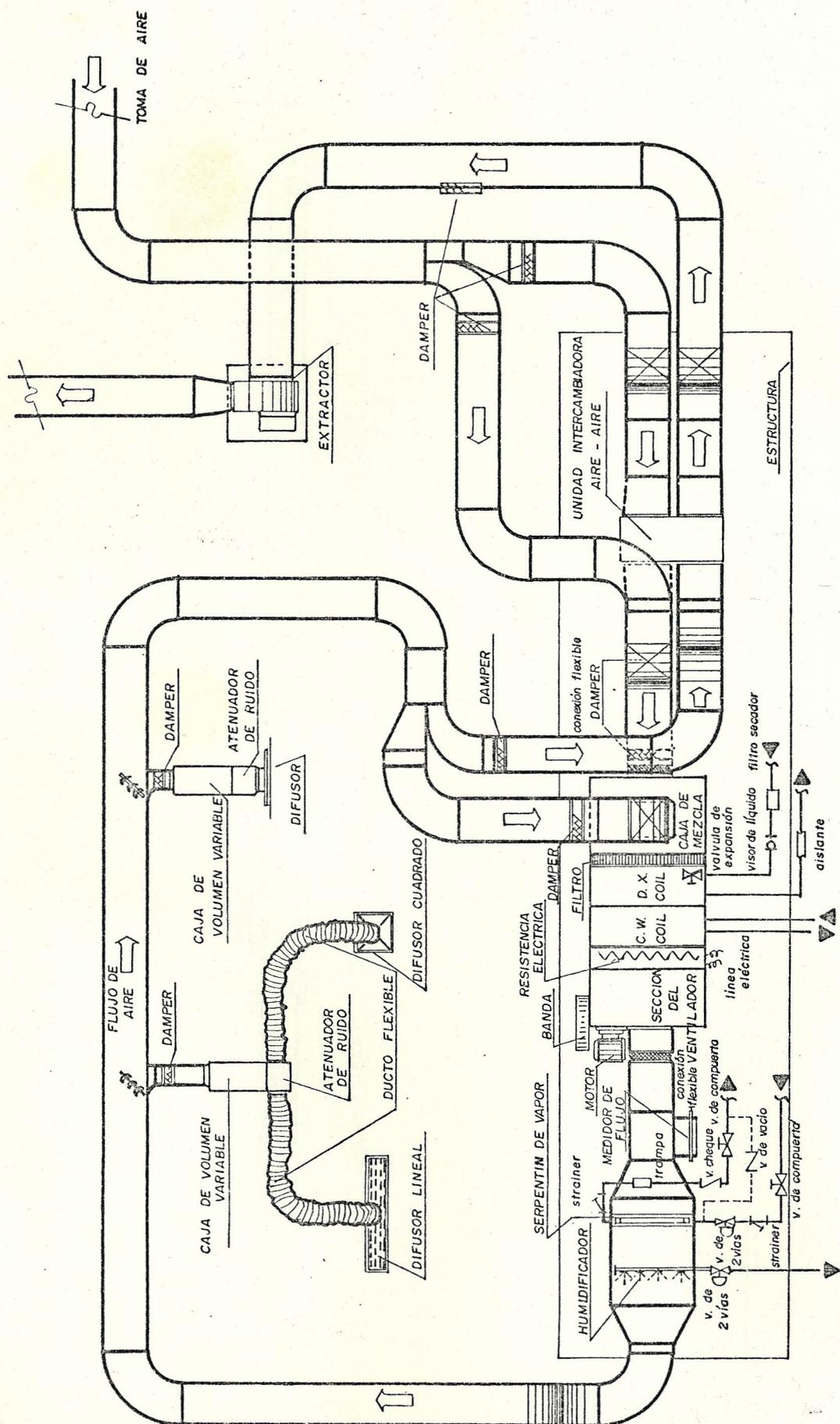


FIG.

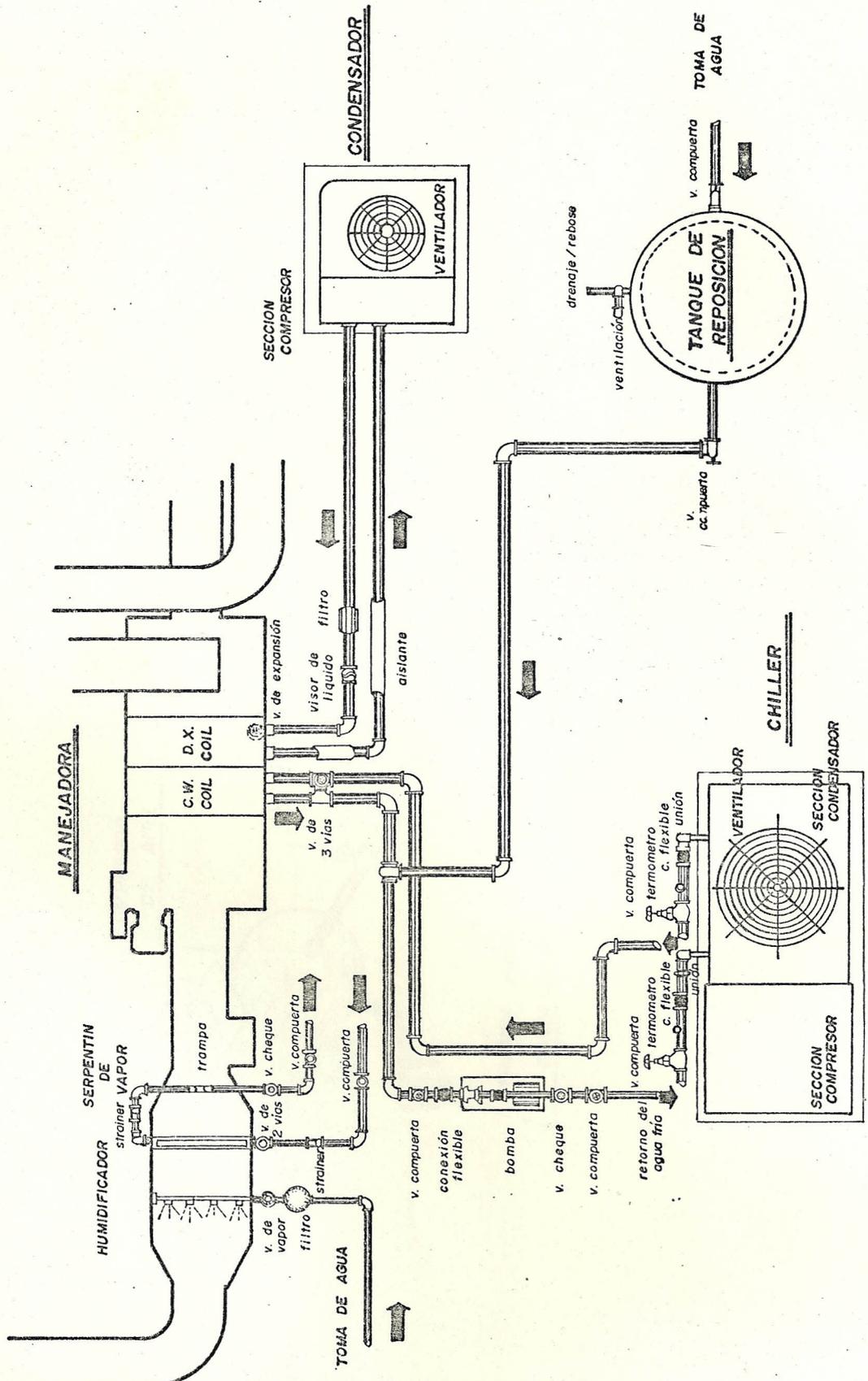


FIG. 4

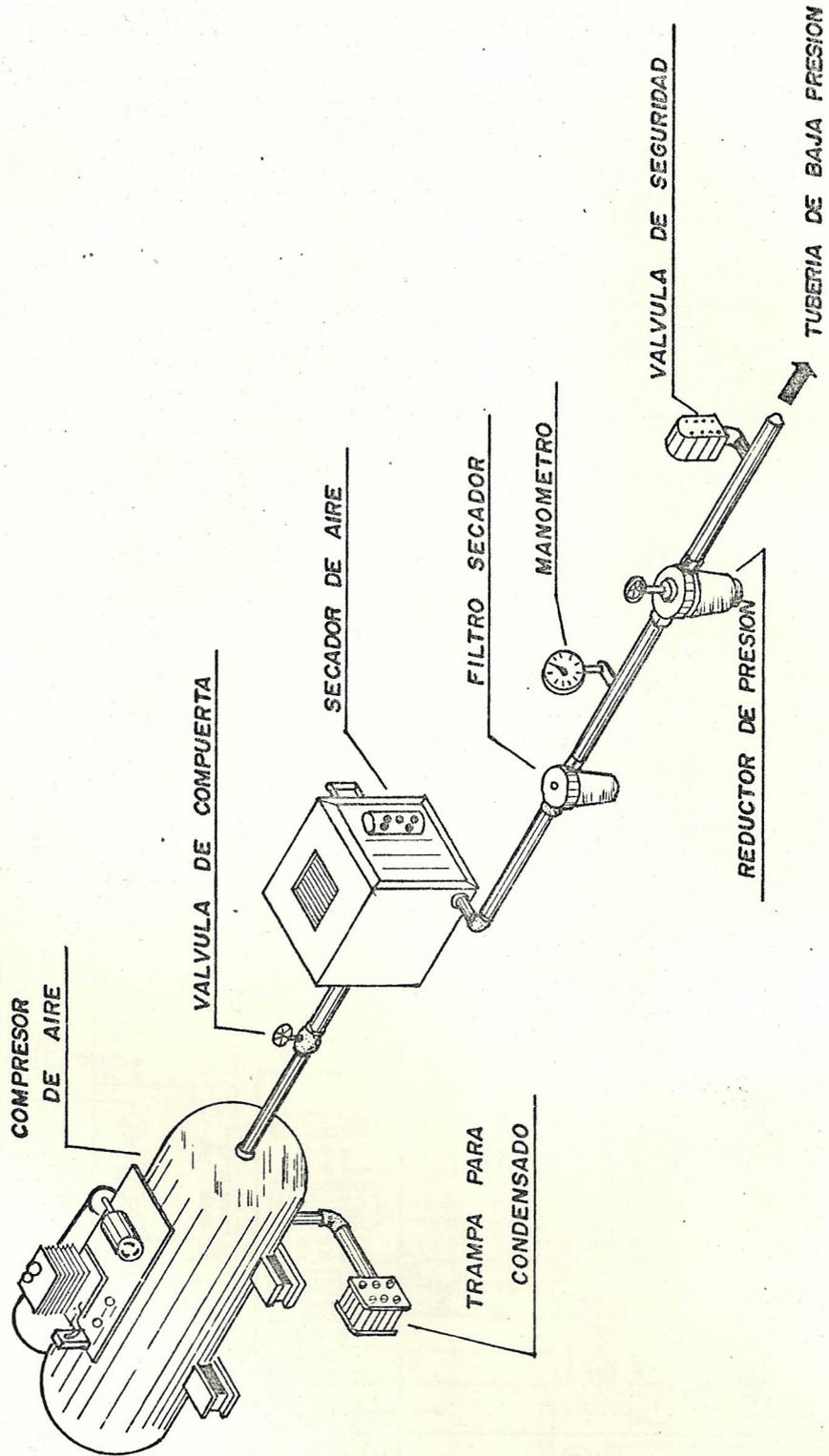


FIG.

SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
S	SWITCH SELECTOR
SW	SWITCH REGULABLE
PE	SWITCH NEUMATICO - ELECTRICO
EP	SWITCH ELECTRO - NEUMATICO
RC	RECIBOR CONTROLADOR
M	MANOMETRO
TN	TERMOMETRO
V.A	VALVULA NEUMATICA DE 3 VIAS
V.A 1-2	VALVULA NEUMATICA DE 2 VIAS
ST	SENSOR DE TEMPERATURA
HR	SENSOR DE HUMEDAD
DX	SERPENTIN DE EXPANSION DIRECTA
CW	SERPENTIN DE AGUA HELADA
NC	COMPUERTA NORMALMENTE CERRADA
NA	COMPUERTA NORMALMENTE ABIERTA
CM	COMPUERTA MANUAL
AC	ACTUADOR
R	RESTRICTOR
T0	TEMPERATURA DE MEZCLA
W0	HUMEDAD DE MEZCLA
$I_2 \leq T_1$	TEMPERATURA BULBO SECO
$I_3 \leq W_1$	HUMEDAD RELATIVA
T	TERNOSTATO

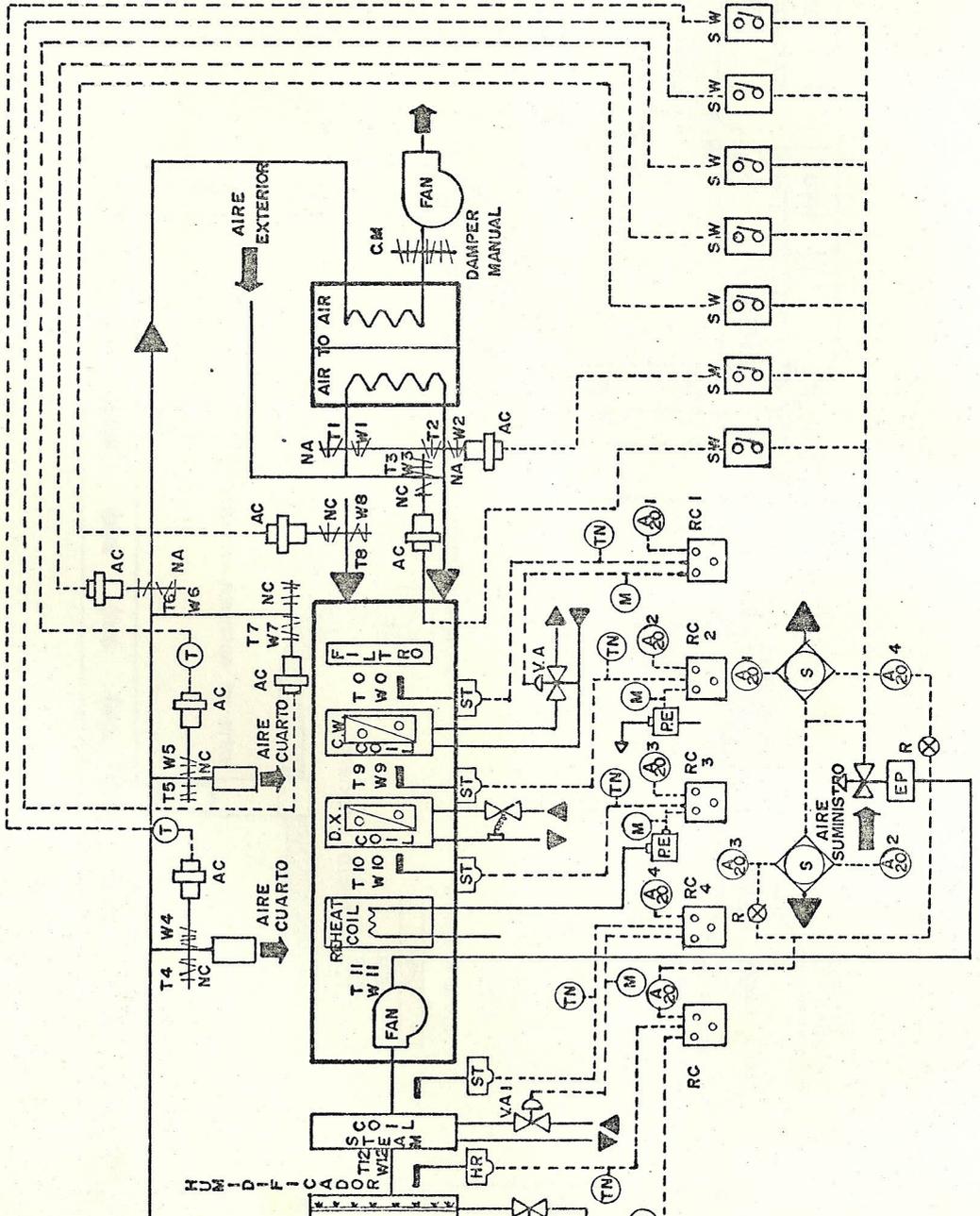
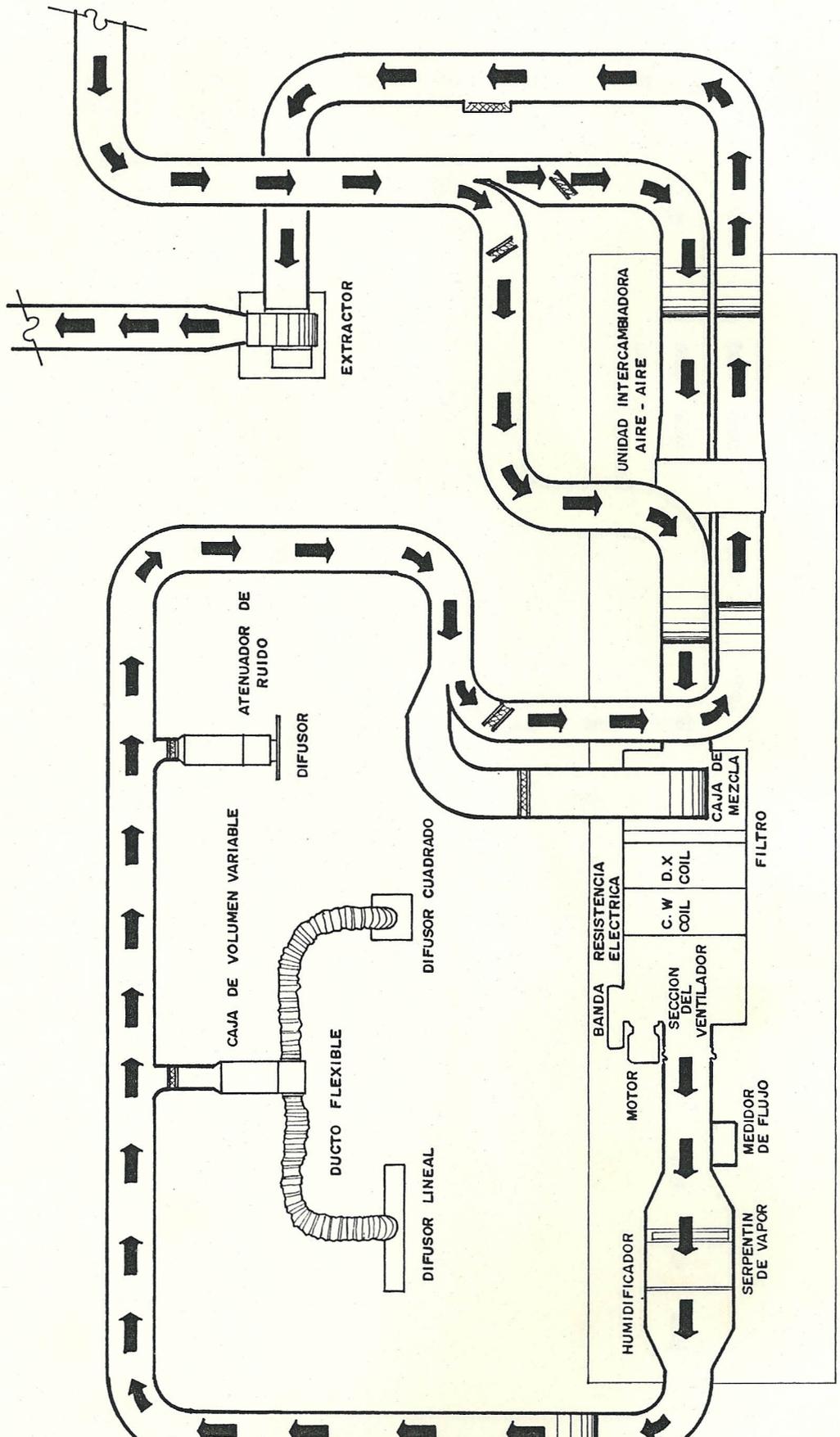
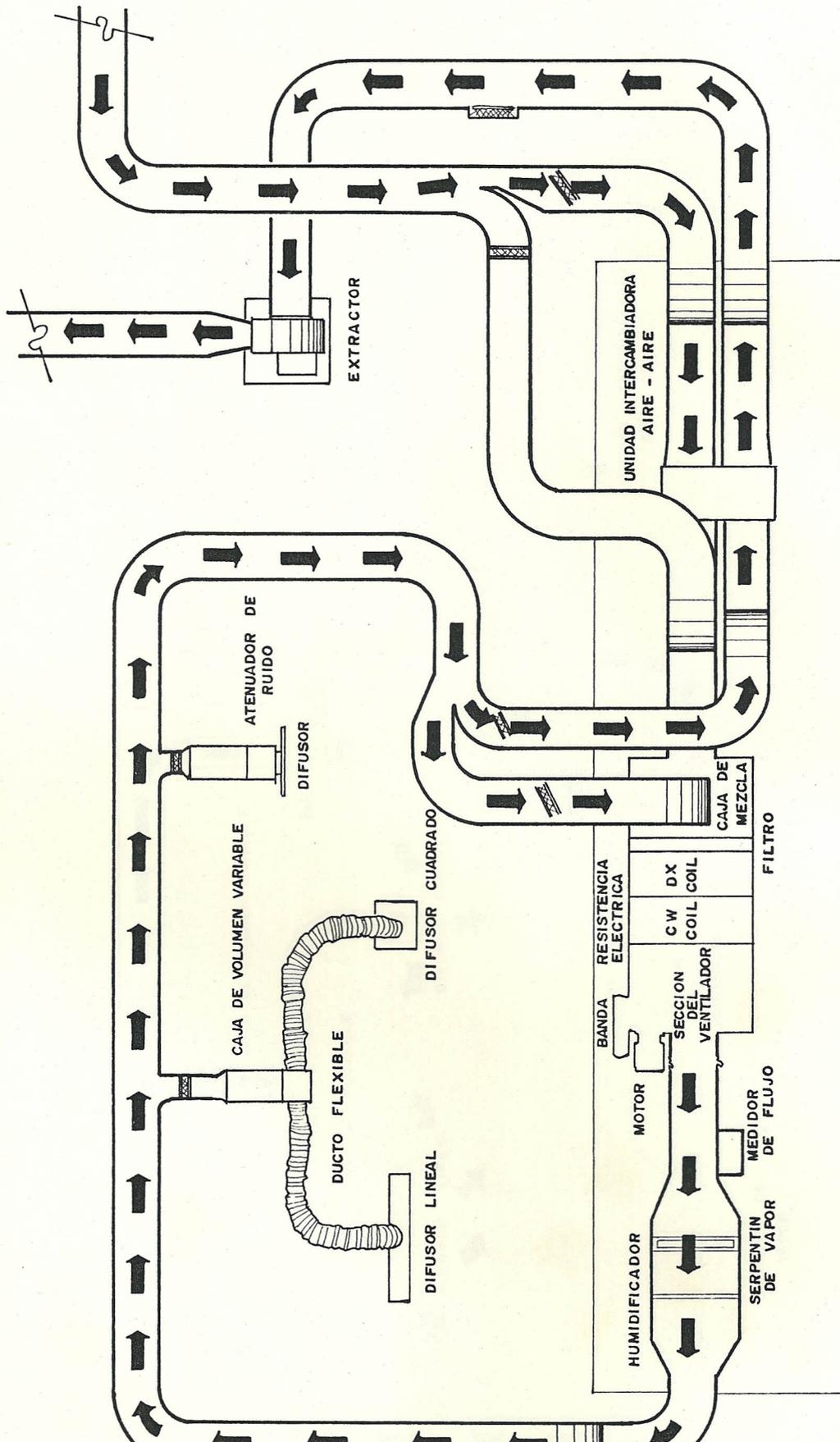


FIG. 6

100% DE AIRE EXTERIOR CON O SIN INTERCAMBIADOR AIRE - AIRE



VARIANDO EL PORCENTAJE DE AIRE EXTERIOR DESDE 90%
 HASTA UN 10% CON INTERCAMBIADOR AIRE-AIRE



FIG

8

PERCENTAJE DE AIRE EXTERIOR 100% DE AIRE DE RECIRCULACION DEL CUARTO

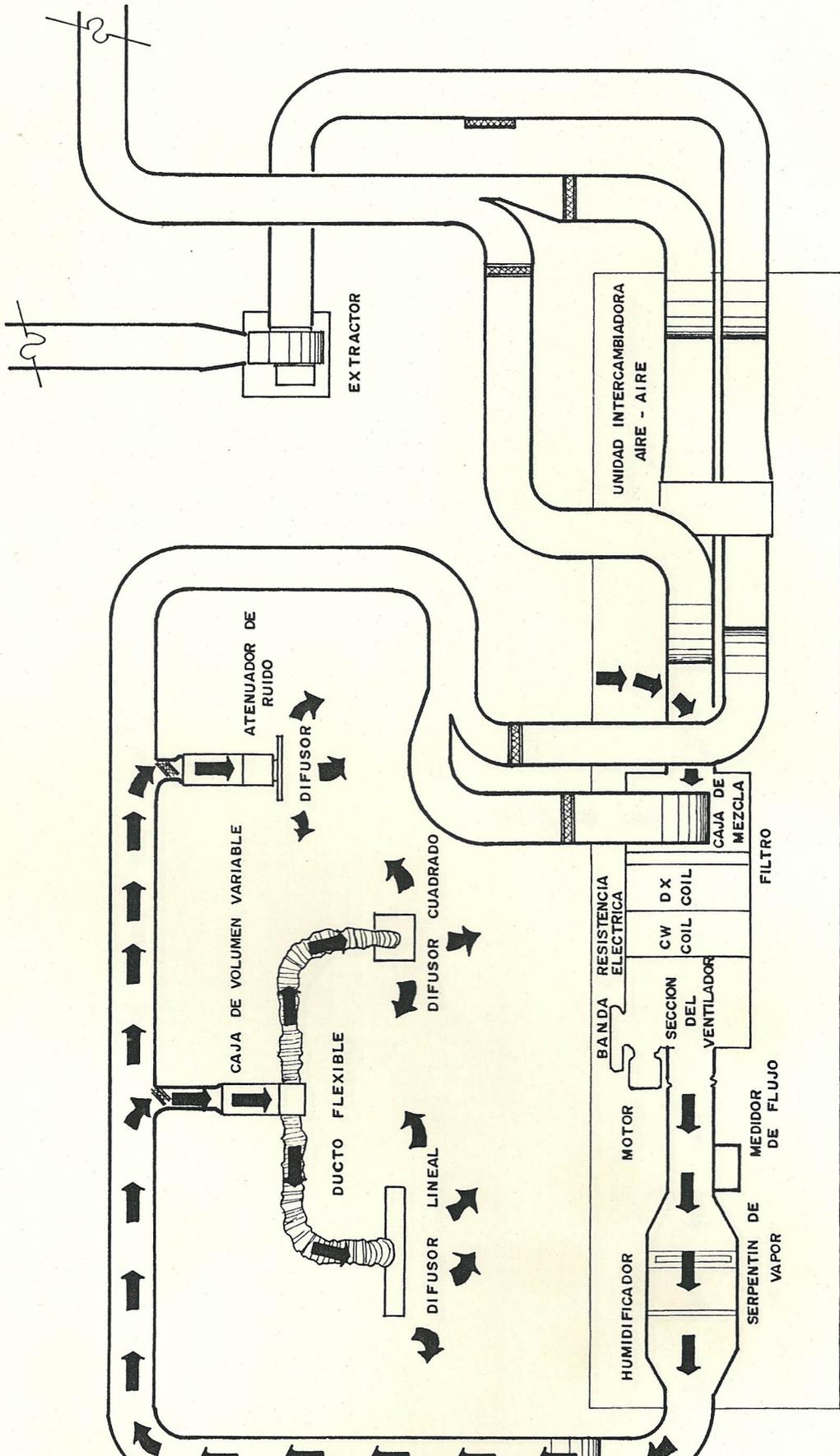


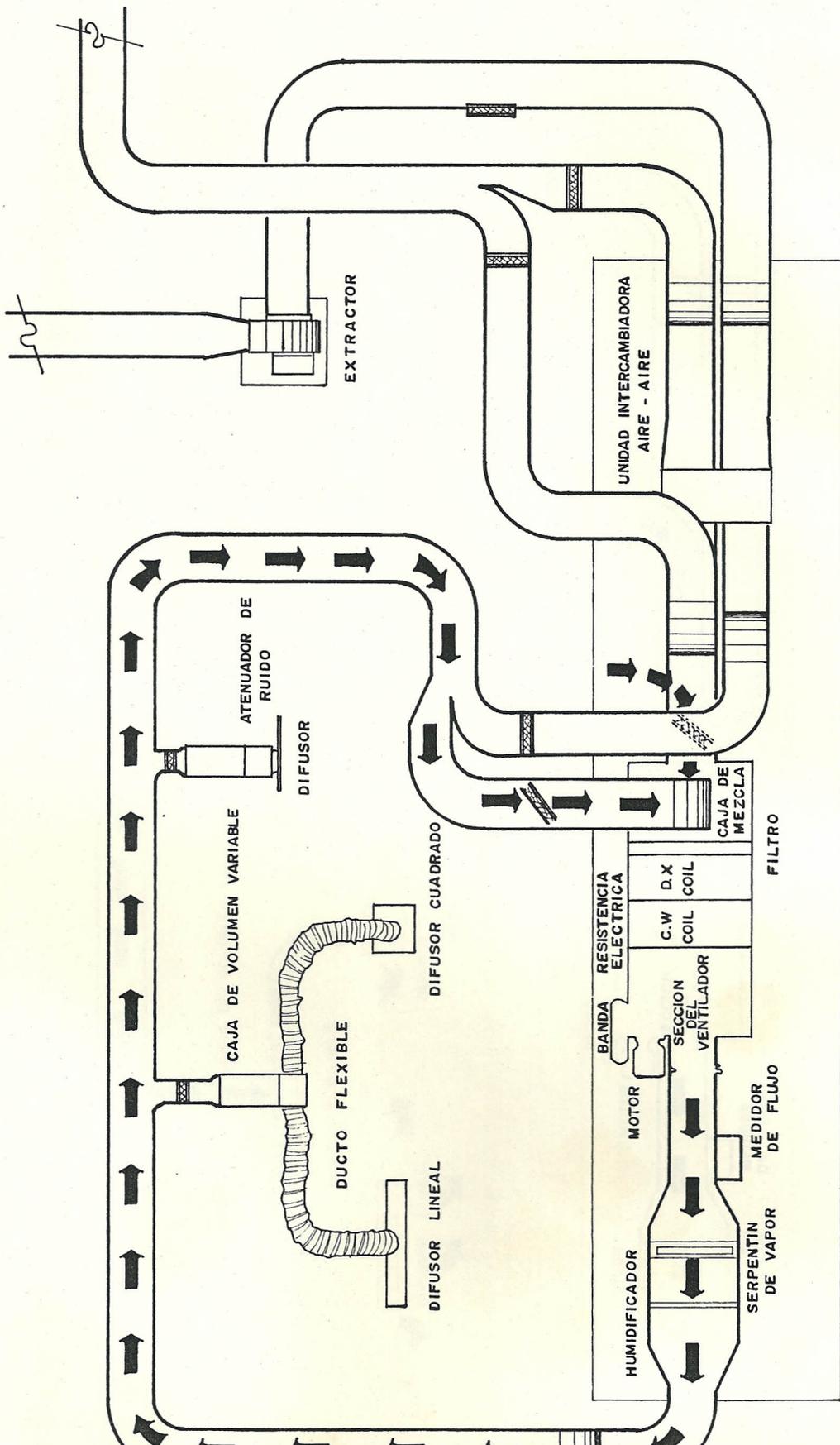
FIG 9

LABORATORIO DE AIRE ACONDICIONADO Y CALEFACCION

PLANTA

ESPOL

SIN PORCENTAJE DE AIRE EXTERIOR CON 0 SIN RECIRCULACION DEL CUARTO

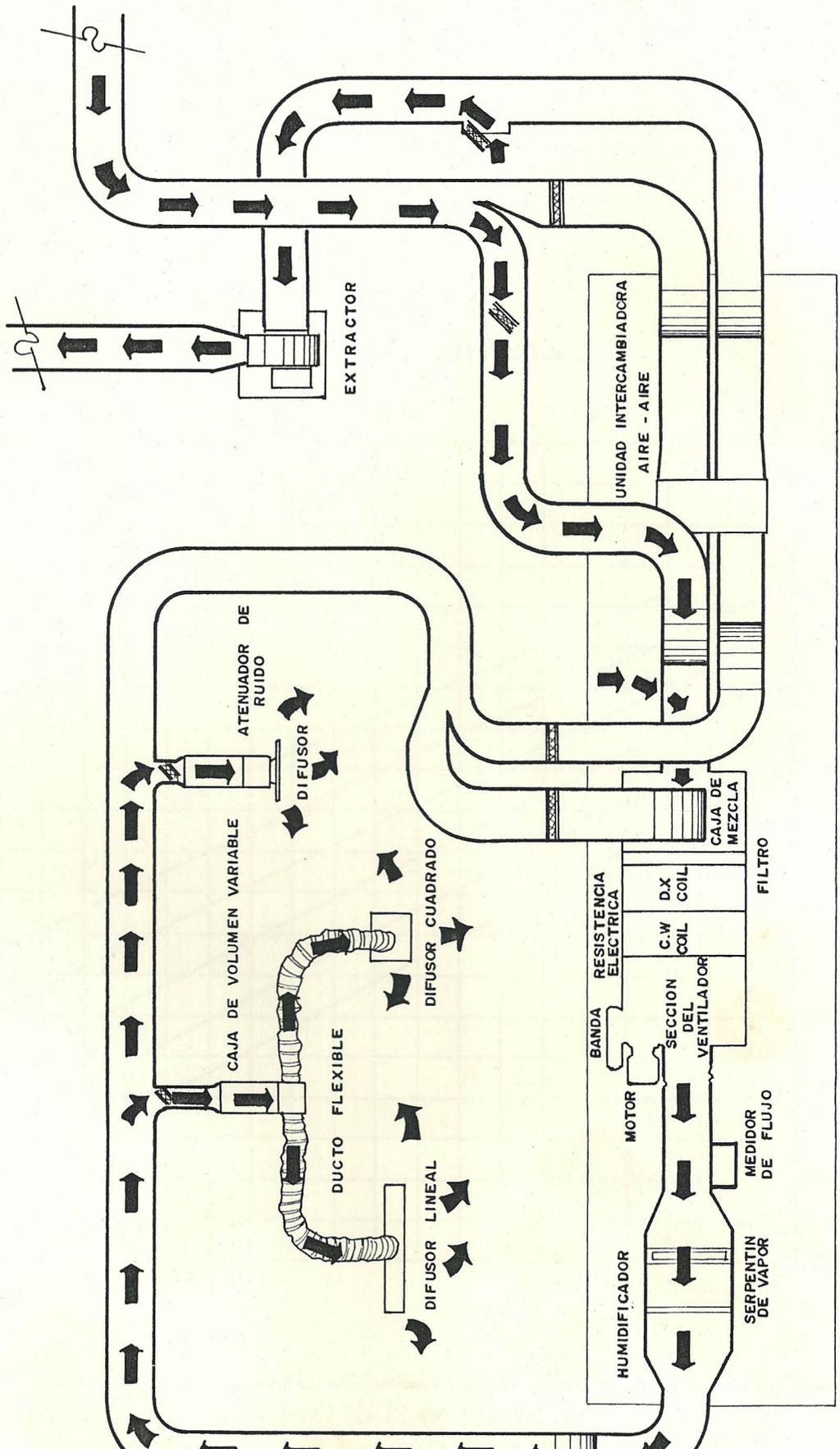


LABORATORIO DE AIRE ACONDICIONADO Y CALEFACCION

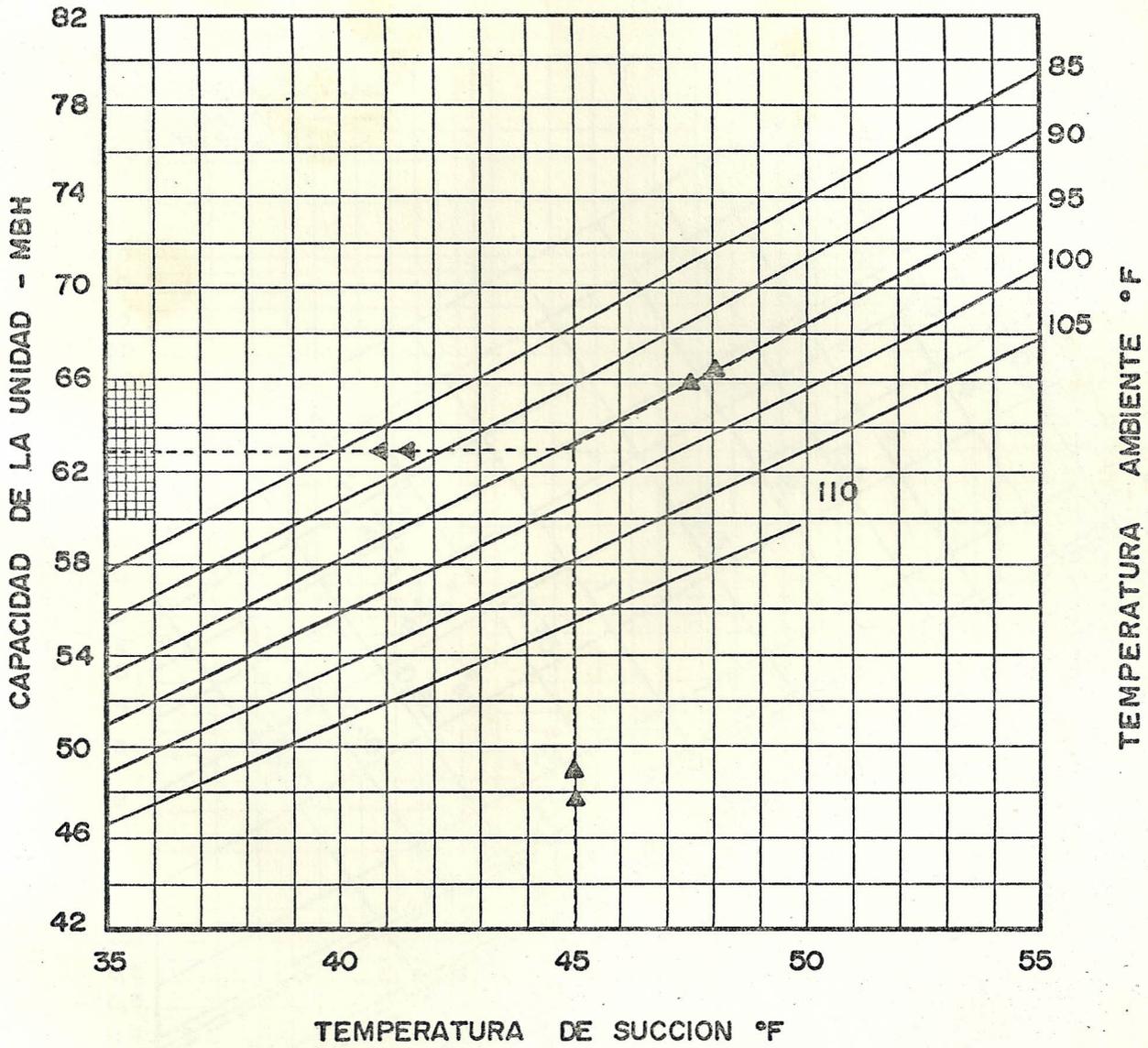
PLANTA

ESPOL

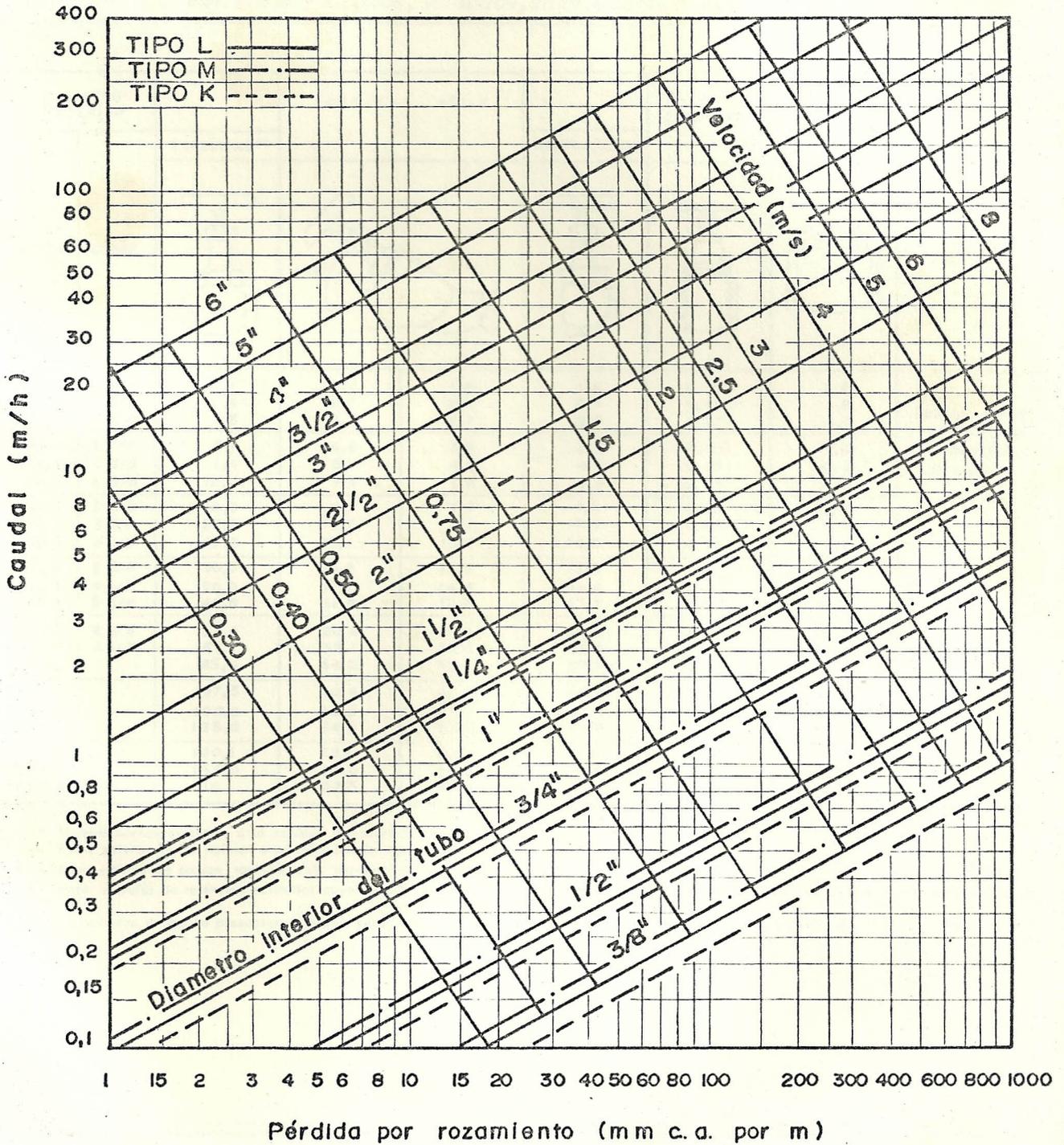
VARIANDO EL PORCENTAJE DE AIRE EXTERIOR 90% HASTA 10% SIN INTERCAMBIADOR AIRE-AIRE CON AIRE DE RECIRCULACION DEL CUARTO



CURVA DE SELECCION DE UNIDAD CONDENSADORA



PERDIDA POR ROZAMIENTO EN LOS SISTEMAS ABIERTOS Y CERRADOS DE TUBERIAS
 Tubo de cobre



PERDIDAS DE CARGA EN LAS VALVULAS EXPRESADAS EN LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBO (m)°

Uniones con extremos roscados, soldados, embridados o cónicos

DIAMETRO EXTERIOR		ESFERICAS**	60°-Y		45°-Y		VALVULAS DE COMPUERTA *****	VALVULAS DE RETENCION	
					ANGULARES**			OSCILANTE***	DE CIERRE VERTICAL (horizontal de retención)
ACERO	COBRE								
17,2	1/2	5,1	2,4	1,8	1,8	0,18	1,5	RECTAS COMO GRIFOS DE VALVULA ESFERICA	
21,3	5/8	5,4	2,7	2,1	2,1	0,21	1,8		
26,9	7/8	6,6	3,3	2,7	2,7	0,27	2,4		
33,7	1 1/8	8,7	4,6	3,6	3,6	0,30	3,6		
42,4	1 3/8	11,4	6,1	4,6	4,6	0,46	4,2		
48,3	1 5/8	12,6	7,3	5,4	5,4	0,54	4,8		
60,3	2 1/8	16,5	9,1	7,3	7,3	0,70	6,1		
73	2 5/8	20,7	10,7	8,7	8,7	0,85	7,6		
88,9	3 1/8	25,2	13,1	10,7	10,7	0,98	9,1		
101,6	3 5/8	30,5	15,2	12,5	12,5	1,2	10,7		
114,3	4 1/8	36,8	17,7	14,6	14,6	1,4	12,2		
141,3	5 1/8	42,6	21,6	17,7	17,7	1,8	15,3		
168,3	6 1/8	52,0	26,8	21,4	21,4	2,1	18,3	ANGULARES COMO GRIFOS DE VALVULA ANGULARES	
219,1	8 1/8	67,1	35,1	26,0	26,0	2,7	24,4		
273	-	85,4	44,2	32,0	32,0	3,6	30,5		
323,9	-	97,5	50,4	40,0	40,0	3,9	36,6		
355,6	-	109,9	56,5	47,4	47,4	4,6	41,2		
406,4	-	125,0	64,0	55,0	55,0	5,1	45,8		
457,2	-	140,1	73,1	61,1	61,1	5,7	50,4		
508	-	158,5	84,0	71,6	71,6	6,6	61,0		
609,6	-	186	97,5	81,0	81,0	7,5	73,2		

• Valores correspondientes a la posición de abertura total.

•• Estos valores no se aplican a las válvulas de aguja.

••• Estos valores se aplican también a las válvulas de retención rectas con obturador esférico.

•••• Para válvulas de retención inclinadas cuyo diámetro de orificio es igual al del tubo, tomar los valores correspondientes a las válvulas con una inclinada 60°

••••• Las válvulas de macho presentan la misma pérdida de carga, en la posición de abertura total que las de paso directo.

PERDIDAS DE CARGA DE LOS CODOS Y-T. EXPRESADOS EN LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBO (m)

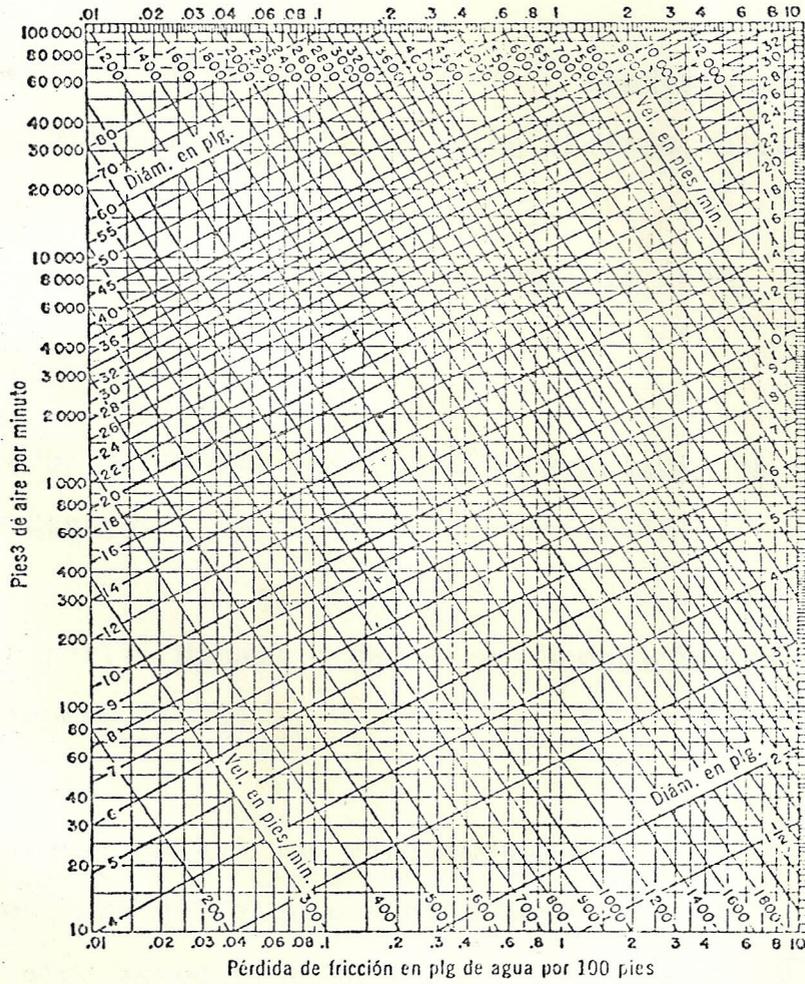
Uniones con extremos roscados, soldados, embreados o cónicos.

DIAMETRO EXTERIOR		CODOS						T			
Acero	Cobre	Radio pequeño 90° e	Radio grande 90° ee	Macho Hembra 90° e	Radio pequeño 45° e	Macho Hembra 45° e	Radio pequeño 180° e	Cambio de dirección	PASO DIRECTO		
									Sin reducción	Reducción 1/4	Reducción 1/2
17,2	1/2	0,42	0,27	0,70	0,21	0,33	0,70	0,82	0,27	0,36	0,42
21,3	5/8	0,48	0,30	0,76	0,24	0,40	0,76	0,91	0,30	0,43	0,48
26,9	7/8	0,61	0,42	0,98	0,27	0,49	0,98	1,2	0,42	0,58	0,61
33,7	1 1/8	0,79	0,51	1,2	0,39	0,64	1,2	1,5	0,51	0,70	0,79
42,4	1 3/8	1,0	0,70	1,7	0,51	0,91	1,7	2,1	0,70	0,95	1,0
48,3	1 5/8	1,2	0,80	1,9	0,64	1,0	1,9	2,4	0,80	1,1	1,2
60,3	2 1/8	1,5	1,0	2,5	0,79	1,4	2,5	3,0	1,0	1,4	1,5
73	2 5/8	2,8	1,2	3,0	0,98	1,6	3,0	3,6	1,2	1,7	1,8
88,9	3 1/8	2,3	1,5	3,6	1,2	2,0	3,6	4,6	1,5	2,1	2,3
101,6	3 5/8	2,7	1,8	4,6	1,4	2,2	4,6	5,4	1,8	2,4	2,7
114,3	4 1/8	3,0	2,0	5,1	1,6	2,6	5,1	6,4	2,0	2,7	3,0
141,3	5 1/8	4,0	2,5	6,4	2,0	3,3	6,4	7,6	2,5	3,6	4,0
168,3	6 1/8	4,9	3,0	7,6	2,4	4,0	7,6	9,1	3,0	4,2	4,8
219,1	8 1/8	6,1	4,0	-	3,0	-	10,4	10,7	4,0	5,4	6,1
273	-	7,7	4,9	-	4,0	-	12,8	15,2	4,9	7,0	7,6
323,9	-	9,1	5,8	-	4,9	-	15,3	18,3	5,8	7,9	9,1
355,6	-	10,4	7,0	-	5,4	-	16,8	20,7	7,0	9,1	10,4
406,4	-	11,6	7,9	-	6,1	-	18,9	23,8	7,9	10,7	11,6
457,2	-	12,8	6,8	-	7,0	-	21,4	26,0	8,8	12,2	12,8
508	-	15,3	10,4	-	7,9	-	24,7	30,5	10,4	13,4	15,2
609,6	-	18,3	12,2	-	9,1	-	28,8	35,0	12,2	15,2	18,3

DIAMETRO EXTERIOR		CODOS ANGULARES			
Acero	Cobre	90°	60°	45°	30°
		17,2	1/2	0,82	0,33
21,3	5/8	0,91	0,40	0,21	0,12
26,9	7/8	1,2	0,49	0,27	0,15
33,7	1 1/8	1,5	0,64	0,30	0,21
42,4	1 3/8	2,1	0,91	0,46	0,27
48,3	1 5/8	2,4	1,0	0,54	0,33
60,3	2 1/8	3,0	1,4	0,70	0,39
73	2 5/8	3,6	1,6	0,85	0,51
88,9	3 1/8	4,6	2,0	0,98	0,61
101,6	3 5/8	5,4	2,2	1,2	0,73
114,3	4 1/8	6,4	2,6	1,4	0,82
141,3	5 1/8	7,6	3,3	1,8	0,98
168,3	6 1/8	9,1	4,0	2,1	1,2
219,3	8 1/8	10,7	5,2	2,7	1,5
273	-	15,2	6,4	3,6	2,2
323,9	-	18,3	7,6	3,9	2,4
355,6	-	20,7	8,9	4,6	2,7
406,4	-	23,8	9,5	5,1	3,0
457,2	-	26,0	11,3	5,7	3,3
508	-	30,5	12,5	6,6	3,9
609,6	-	35,0	14,9	7,5	4,8

• R/D SENSIBLEMENTE IGUAL A 1.
 •• R/D SENSIBLEMENTE IGUAL A 1,5.

PERDIDA POR FRICCION EN DUCTOS DE AIRE



B I B L I O G R A F I A

- 1.- Ing. E. Donoso, Fundamentos de Aire Acondicionado (Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1982)
- 2.- Eduardo Hernández Goribar, Fundamentos de Aire Acondicionado y Refrigeración (Mexico, Limusa, 1978)
- 3.- Mcc Powers, Controles Automáticos (USA, Mcc Powers, 1985)
- 4.- Traine Company, Introducción y Aplicación al Sistema de Control (USA, Traine Company, 1970)
- 5.- Carrier, Manual de Aire Acondicionado (España, Marcombo, 1970)
- 6.- Ashrae, Manual de Aire Acondicionado (USA, Sociedad Americana de Calentamiento, Refrigeración e Ingeniería de Aire Acondicionado, 1976)
- 7.- Dunhan Bush International, Manual Técnico Dunhan Bush, International (USA, Dunhan Bush International, 1978)

- 8.- Lennox Industries Inc, Manual Técnico de Lennox (USA, Lennox Industries Inc, 1987)
- 9.- Snyder General Corporation, Manual Técnico de McQuay (USA, Snyder General Corporation, 1987)
- 0.- Dri Steem Humidifier Company, Catálogo Técnico de Vapor (USA, Dri Steem Humidifier Company, 1985)
- 1.- Penn Ventilator Co Inc, Catálogo Técnico de Extractores (USA, Penn Ventilator Co Inc, 1978)
- 2.- ITTPneumotive Corporation, Catálogo Técnico de Compresores (USA, ITTPneumotive Corporation, 1981)
- 3.- Flakt Products Inc, Catálogo Técnico Intercambiadores Aire-Aire (USA, Flakt Products Inc, 1984)
- 4.- Weksler Instruments Corporation, Catálogo Técnico de Instrumentos (USA, Weksler Instruments Corporation, 1986)
- 5.- Taco Inc, Catálogo Técnico de Bombas de Agua (USA, Taco Inc, 1985).