

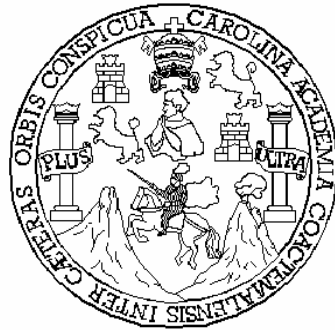
Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Coordinación de la Carrera de
Ingeniería Mecánica

**DIFERENCIAS ENTRE UN EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO
TIPO PAQUETE Y UN SPLIT Y CONSIDERACIONES PARA SU
SELECCIÓN**

Duby Manuel Aguirre Montenegro
Asesorado por Ing. Pedro E. Kubes

Guatemala, enero de 2002

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DIFERENCIAS ENTRE UN EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO TIPO
PAQUETE Y UN SPLIT Y CONSIDERACIONES PARA SU SELECCIÓN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

DUBY MANUEL AGUIRRE MONTENEGRO
ASESORADO POR EL ING. PEDRO E. KUBES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, ENERO DE 2002

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodriguez
VOCAL III	Ing. Jorge Benjamín Gutiérrez Quintana
VOCAL IV	Br. Mónica Gabriela Palma Cajas
VOCAL V	Br. Sergio Fernando Juárez Pernillo
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR	Ing. Anacleto Medina Gómez
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Alvaro Antonio Ávila Pinzón
SECRETARIA	Ing. Gilda Marína Castellanos Baiza de Illescas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DIFERENCIAS ENTRE UN EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO TIPO
PAQUETE Y UN SPLIT Y CONSIDERACIONES PARA SU SELECCIÓN**

Tema que me fue asignado por la Coordinación de la Carrera de Ingeniería Mecánica con fecha 12 de mayo de 2000

Duby Manuel Aguirre Montenegro

ACTO QUE DEDICO

A:

- DIOS

- MIS PADRES: Jorge Antonio Aguirre
 Marta Etelvina Montenegro

- MIS HERMANOS: Magdaly, Marvin, Dodamín, Hubimmr y Robart
 Aguirre Montenegro

- MIS SOBRINOS

- MI TÍA: Alicia Montenegro

- MI CUÑADO: Reynaldo Guerara

- MI FAMILIA EN GENERAL

- MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

- LA FACULTAD DE INGENIERÍA

- LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

- Y A USTEL: por leer este trabajo.

AGRADECIMIENTO

A:

- DIOS: Por iluminarme y poder alcanzar esta meta
- Ing. Pedro Kubes: Por el asesoramiento y colaboración presentada al presente trabajo de graduación
- MIS PADRES: Por apoyarme en todo momento
- MIS HERMANOS: Por brindarme su apoyo
- Mi hermana Magdaly Aguirre y cuñado Reynaldo Guevara por su comprensión y ayuda
- Licda. Sandra Patzán, Ing. Estuardo Carrillo y Ing. Douglas Mazariegos por la valiosa colaboración presentada para desarrollar el presente trabajo
- Mis compañeros de estudio
- Todas aquellas personas que en una u otra forma me brindaron su ayuda.

Guatemala, enero de 2002

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
CENTRO DE CALCULO
DE INGENIERIA

Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Centroamérica

Ingeniero
Arturo Estrada
Director Escuela Mecánica
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad Universitaria, Zona 12

Estimado Señor Director:

Atentamente me permito comunicarle que he tenido a la vista el trabajo de graduación del estudiante Duby Manuel Aguirre Montenegro, Carné 92 13261, titulado: **DIFERENCIAS ENTRE UN EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO TIPO PAQUETE Y UN SPLIT Y CONSIDERACIONES PARA SU SELECCIÓN**, y después de realizar las revisiones correspondientes, lo encuentro satisfactorio, procediendo por este medio a su aprobación.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Pedro E. Kubes
Asesor

Guatemala, septiembre de 2001

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
CENTRO DE CUALCULO
DE INGENIERIA
Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Centroamérica

El coordinador del Área Térmica de la Carrera de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado DIFERENCIAS ENTRE EN EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO TIPO PAQUETE Y UN SPLIT Y CONSIDERACIONES PARA SU SELECCIÓN, del estudiante Duby Manuel Aguirre Montenegro, recomienda su aprobación.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Julio César Molina Zaldaña
Coordinador de Área

Guatemala, octubre de 2001

/behgdei.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	IX
GLOSARIO.....	X
RESUMEN.....	XIV
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVI
1. REFRIGERACIÓN.....	1
1.1. Mecánica de la refrigeración.....	1
1.1.1. El ciclo de refrigeración.....	3
1.1.2. El ciclo de Carnot para el ciclo de refrigeración....	4
1.1.3. Función que realiza el compresor.....	6
1.1.4. Función que realiza el condensador.....	6
1.1.5. Función que realiza el evaporador.....	7
1.1.6. Función que realiza la válvula termostática.....	8
1.2. Principios básicos de la refrigeración.....	9
1.2.1. Leyes termodinámicas que influyen directamente en el estudio de la refrigeración.....	10
1.2.2. Términos más utilizados en refrigeración.....	11
1.2.3. El ciclo de Carnot invertido.....	13
1.3. Componentes básicos de la refrigeración.....	14
1.3.1. El compresor.....	16
1.3.2. El condensador.....	18
1.3.3. El evaporador	21

1.3.4.	La válvula termostática	22
1.4.	Refrigerantes.....	24
1.4.1.	Clases de refrigerantes.....	24
1.4.2.	Comportamiento de los refrigerantes en el circuito.....	26
1.4.3.	Propiedades de los gases refrigerantes.....	28
2.	EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO TIPO PAQUETE.....	29
2.1.	Aplicación del equipo tipo paquete en la industria.....	32
2.1.1.	Lugar óptimo donde se utiliza el equipo tipo paquete.....	33
2.1.2.	Selección del equipo tipo paquete con respecto al split.....	33
2.2.	Componentes básicos que conforman el equipo tipo paquete.....	34
2.2.1.	Dispositivos de la unidad compresora.....	34
2.2.2.	Dispositivos de la unidad condensadora.....	35
2.2.3.	Dispositivos de la unidad evaporadora.....	36
2.2.4.	Ductos.....	37
2.3.	Funcionamiento del equipo tipo paquete en un área.....	41
2.3.1.	Condiciones de temperatura a las que se puede utilizar.....	41
2.3.2.	Lugares o áreas en donde se recomienda su aplicación.....	44
2.3.3.	Otras funciones que realiza el equipo paquete.....	46
3.	EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO TIPO SPLIT.....	47
3.1.	Aplicación del equipo tipo split en la industria.....	49

3.1.1	Razones por las cuales se selecciona el equipo split en cierto lugar.....	50
3.1.2 .	Lugares en que se puede contar con un equipo split.....	51
3.2.	Componentes básicos que conforman el equipo tipo split.....	52
3.2.1.	Elementos de la unidad compresora del equipo split.....	54
3.2.2.	Elementos de la unidad condensadora del equipo split.....	55
3.2.3.	Componentes de la unidad evaporadora del equipo split.....	57
3.2.4.	Tubería y ductos.....	58
3.3.	Función del equipo tipo split en un área determinada.....	61
3.3.1.	Acondicionamiento del área.....	62
3.3.2.	Temperatura a la cual se debe mantener el área.....	63
4.	DIFERENCIAS A CONSIDERARSE ENTRE UN EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO TIPO PAQUETE Y UN SPLIT.....	65
4.1.	Factores a tomar en consideración para la selección de un equipo split.....	65
4.1.1.	Temperatura a la cual se va a trabajar el recinto....	67
4.1.2.	Distancia entre el recinto a aclimatar y el equipo....	69
4.1.3.	Factibilidad de colocación del drenaje del evaporador.....	70

4.2. Factores a tomar en consideración para la selección de un equipo tipo paquete.....	71
4.2.1. Temperatura a la cual se debe mantener el recinto a acondicionar.....	74
4.2.2. Distancia entre el recinto a aclimatar y el equipo....	75
4.2.3. Colocación de drenaje.....	76
4.3. Diferencias más comunes entre los equipos tipo paquete y split, en el ámbito de componente.....	77
5. FACTORES QUE SE TOMARON EN CONSIDERACIÓN PARA LA SELECCIÓN DEL EQUIPO SPLIT.....	85
5.1. Condiciones físicas en el diseño.....	86
5.2. Criterios de selección final.....	89
CONCLUSIONES	96
RECOMENDACIONES.....	99
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100
BIBLIOGRAFÍA.....	101
ANÉXOS.....	102

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Circuito simple de refrigeración	2
2	Diagrama entrópico para un ciclo práctico de refrigeración	4
3	Diagrama de una máquina térmica de Carnot	5
4	Sistema sencillo de refrigeración	7
5	Ciclo de Carnot invertido para refrigeración	14
6	Componentes del circuito de refrigeración	15
7	Compresor de desplazamiento positivo (alternativo)	16
8	Clasificación de los compresores	17
9	Condensador enfriado por aire	19
10	Condensador	20
11	Unidad evaporadora	22
12	Válvula termostática de expansión	23
13	Comportamiento del refrigerante en el circuito	27
14	Unidad compacta horizontal de condensación por aire	29
15	Unidad paquete de zona sencilla	31
16	Unidad paquete con sistema de ductos para zonas múltiples	31
17	Ducto rígido de amianto moldeado rígido	38
18	Distribución del aire acondicionado mediante conductos	39

19	Ducto de extensión	40
20	Unidad paquete operada en condiciones ARI	42
21	Equipo paquete instalado a nivel del suelo en el exterior	44
22	Empleo de unidades centrales compacta en viviendas y locales comerciales	45
23	Unidad partida	48
24	Sistema de evaporador con ventilador para cielo falso	49
25	Equipo split para una habitación	51
26	Componentes de un sistema partido	53
27	Unidad split instalada en el cielo falso	59
28	Sección de evaporador y ventilador	60
29	Zonas de confort	63
30	Unidad condensadora exterior	66
31	Aislamiento y soporte de tubería	69
32	Colocación de la tubería de drenaje	70
33	Unidad paquete pequeña transportable	71
34	Equipo paquete instalado en el ático	72
35	Equipo paquete instalado en el techo	73
36	Zona de confort	74
37	Trampa en la línea de condensado para una unidad paquete	77
38	Componentes que no tienen movimiento del equipo paquete	78
39	Partes del equipo paquete que realizan algún movimiento	82
40	Montaje del condensador y su extractor	87
41	Montaje de la unidad evaporadora	88

42	Área y dimensiones del local a acondicionar	94
43	Precauciones al instalar aire acondicionado.....	102
44	Instalación de una unidad tipo paquete.....	104

TABLAS

I.	Clasificación de los refrigerantes	25
II.	Condiciones de temperatura y humedad para varios procesos	68

LISTA DE SÍMBOLOS

BTU	Unidad Térmica Británica
cm	Centímetro
°C	Grado centígrado (Celsius)
°F	Grado Fahrenheit
Hg	Mercurio
Kg	Kilogramo
m	Metro
min.	Minuto
P	Presión
Psi.	Libra por pulgada cuadrada
Seg.	Segundo
T	Temperatura
Ton.	Tonelada

GLOSARIO

Calor latente	Es el calor que, sin afectar a la temperatura es necesario adicionar o sustraer a una sustancia para el cambio de su estado físico.
Calor sensible	Es el calor empleado en la variación de temperatura de una sustancia, cuando se le comunica o sustrae calor.
Capacidad	La capacidad de un sistema de calefacción o aire acondicionado para calentar o enfriar un espacio dado. En el caso de la calefacción, generalmente se expresa en BTU/hr. En el caso del enfriamiento generalmente se expresa en toneladas.
Frío	El frío, por definición, no existe. Es simplemente una sensación de falta de calor.
Frigoría	Una frigoría es la cantidad de calor que hay que sustraer a 1kg. de agua a 15°C de temperatura para disminuir esta temperatura en 1°C. Es equivalente a 4 BTU.
Humedad	Es la condición del aire con respecto a la cantidad de vapor de agua que contiene.

Humedad absoluta	Es el peso del vapor de agua por unidad de volumen de aire, expresada en gramos por metro cúbico de aire.
Humedad específica	Es el peso del vapor de agua por unidad de peso de aire seco, expresada en kilogramos por kilogramo de aire seco.
Humedad relativa	Es la relación entre la presión real del vapor de agua contenida en el aire húmedo y la presión del vapor saturado a la misma temperatura. Se mide en tanto por ciento.
Kilocaloría	Una kilocaloría es la cantidad de calor que se tiene que añadir a 1kg. de agua a 15°C de temperatura para aumentar esta temperatura en 1°C. Es equivalente a 4 BTU.
Serpentín	Componente en la parte exterior de un sistema de aire acondicionado o bomba de calor. Es el encargado de convertir el refrigerante de su estado gaseoso a líquido nuevamente. Al hacer esto, el calor contenido en el refrigerante es expulsado al exterior.

Serpentín evaporador	Parte de un sistema de aire acondicionado o bomba de calor situado en el interior de la vivienda. Convierte el refrigerante en gas, el cual absorbe el calor del aire que circula sobre él (enfriando y eliminando de este modo la humedad del aire). El refrigerante calentado es transportado a través de un tubo a la unidad externa (serpentín condensador).
Temperatura de bulbo húmedo	Es la temperatura indicada por un termómetro, cuyo depósito está envuelto en una gasa o algodón empapado en agua, expuesto a los efectos de una corriente de aire intensa.
Temperatura de bulbo seco	Es la temperatura del aire, indicada por un termómetro ordinario.
Temperatura de punto de rocío	Es la temperatura a que debe descender el aire para que se produzca la condensación de la humedad contenida en el mismo.
Termostato	Una serie de sensores y relés que fijan, verifican y controlan el funcionamiento de los componentes del sistema de ventilación, calefacción y aire acondicionado.
Tonelada	Unidad de medida de la capacidad de enfriamiento. Una tonelada equivale a 12,000 BTU por hora.

Ventilador Dispositivo que introduce una corriente de aire fresco en una vivienda y expulsa el aire viciado al exterior.

Unidad térmica británica En el caso de la calefacción, una medida del calor que se desprende al consumirse el combustible. En el caso del enfriamiento, una medida del calor extraído de su hogar.

RESUMEN

La información aquí recopilada trata sobre la mecánica de la refrigeración, los principios básicos que la rigen, así como los componentes de la refrigeración e información sobre los refrigerantes, su comportamiento en el circuito y los posibles sustitutos de éstos.

Se da a conocer información sobre equipos de aire acondicionado tipo paquete, donde se pueden utilizar, los componentes básicos que conforman dicha unidad y cual es su funcionamiento en un área determinada.

Asi mismo se explica el equipo split (dividido), su aplicación en la industria, sus principales componentes y la función de estos en determinado lugar

Seguidamente se informa sobre las diferencias que existen entre estos equipos (paquete y split), los factores a considerar para la selección de cierto equipo y la diferencia entre los componentes de cada uno.

Por último se hace mención sobre aquellos factores que se consideraron para la selección del equipo split, mismo que se selecciona en la aplicación de este trabajo.

OBJETIVOS

GENERAL

Dar a conocer las partes, principios de operación y funcionamiento de los equipos de aire acondicionado; así como los equipos paquete y split, sus partes, como funcionan, la diferencia entre ellos y las consideraciones para seleccionar entre uno y otro.

ESPECÍFICOS

1. Determinar los principios básicos que rigen el funcionamiento de los equipos de aire acondicionado.
2. Diferenciar entre un equipo de aire acondicionado tipo paquete y un split, como funcionan y donde se recomienda su uso.
3. Conocer los criterios de escogencia entre un equipo de aire acondicionado paquete y un split para un determinado lugar o área.
4. Enumerar los distintos factores que intervienen en la selección de determinado equipo.
5. Comprender por qué se selecciona cierto equipo en un lugar y la forma de operarlo.

INTRODUCCIÓN

El acondicionamiento completo de aire proporciona un ambiente de temperatura, humedad, movimiento de aire, limpieza, ventilación y condiciones acústicas correctas. Debe existir una completa adaptación entre el sistema y el edificio de manera que todo se produzca con normalidad, tanto al neutralizar las ganancias de calor, como al compensar sus pérdidas.

Para realizar con éxito el acondicionamiento de un espacio o un edificio completo, el ingeniero debe considerar en primer lugar una definición correcta del problema y ser capaz de predecir el comportamiento del sistema que está estudiando. Dadas las condiciones externas y la carga interna, dicho sistema debe integrarse dentro del edificio al cual sirve, satisfacer la carga instantánea máxima y ser capaz también de funcionar en condiciones de carga parcial.

La gama de aplicaciones destinadas al confort humano abarca desde una habitación a un alto edificio de apartamentos, desde la aplicación comercial más pequeña hasta una fábrica. También se emplea el acondicionamiento de aire para obtener las condiciones requeridas en determinados procesos. Por ejemplo, las instalaciones textiles, de imprenta, fotográficas, así como las salas de computadoras y las instalaciones médicas.

Hay muchos tipos diferentes de unidades de aire acondicionado (aquí únicamente se analizan los tipos paquete y split) y un número casi infinito de formas de aplicarlas.

1. REFRIGERACIÓN

1.1. Mecánica de la refrigeración

La función del ciclo de refrigeración es remover el calor no deseado de determinado lugar y descargarlo en otro. Para alcanzar esto, el refrigerante circula a través de un sistema completamente cerrado. El ciclo cerrado sirve para preservar el refrigerante que puede llegar a contaminarse y controlar su flujo, ya que éste es un líquido en algunas partes del circuito y un gas o vapor en otros lugares.

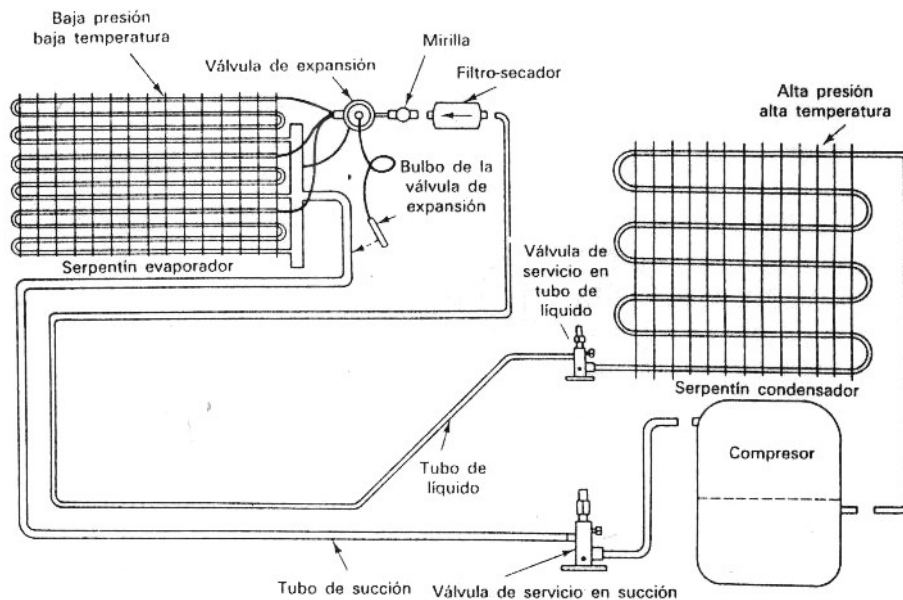
Existen dos presiones en el ciclo, la de condensación a alta presión y la de evaporación a baja presión. Estas áreas de presión se separan por dos puntos; uno es el compresor donde el vapor se comprime y el otro es el aparato de medida donde el flujo de refrigerante se controla.

El aparato de medida puede ser una válvula de expansión, un tubo capilar o cualquier otro aparato que controle el flujo de refrigerante hacia el evaporador o serpentín de enfriamiento a baja temperatura y a baja presión. El refrigerante que se expande se evapora o cambia de estado, cuando este viaja a través del serpentín de enfriamiento, donde retira el calor del área en la cual el evaporador está localizado.

El calor viajará del lado más caliente al serpentín enfriado por la evaporación del refrigerante dentro del sistema, este vapor a baja presión y temperatura es llevado al compresor donde se comprime a un vapor a alta temperatura y alta presión. El compresor lo descarga al condensador de tal manera que cede el calor que ha tomado en el serpentín del evaporador. El calor se transfiere del vapor refrigerante caliente al aire atmosférico; entonces el vapor se condensa a líquido a alta presión.

El refrigerante líquido ahora viaja al aparato de medida donde pasa a través de una pequeña abertura u orificio una caída de presión y temperatura se presenta y luego entra al serpentín o evaporador. Cuando el refrigerante hace su camino a las mayores temperaturas de la tubería del serpentín, se vaporiza listo para iniciar otro ciclo a través del sistema, (ver figura 1)

Figura 1. Circuito simple de refrigeración



Fuente: Instituto de refrigeración y aire acondicionado. **Manual de refrigeración y aire acondicionado**. Pág. 89

1.1.1 El ciclo de refrigeración

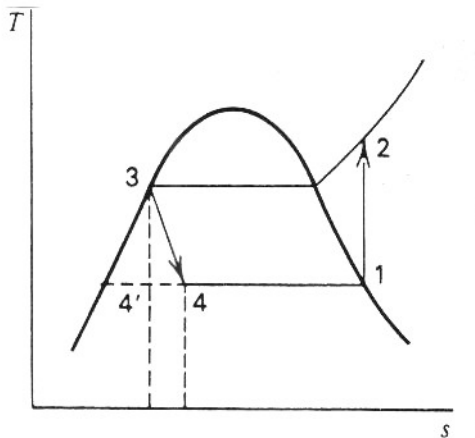
Todos los ciclos de refrigeración se encuentran comprendidos por cuatro fases o etapas principales que pueden ser enumeradas de la manera siguiente:

- Producción de una baja temperatura
- Absorción del calor donde se desea tener baja temperatura
- Transporte del calor absorbido
- Entrega del calor absorbido por el sistema al ambiente

Cuando el refrigerante ha completado estas cuatro etapas, ha realizado el ciclo total de refrigeración y, por lo tanto, el refrigerante se encuentra listo para iniciar un nuevo ciclo. El ciclo de Carnot invertido, es el ciclo ideal del proceso de refrigeración que cumple con las cuatro fases anteriormente descritas, como se ve en la figura tres.

La figura dos, representa un diagrama de la temperatura-entropía (TS) para un ciclo práctico de refrigeración. Se conoce que la diferencia entre temperaturas del punto de ebullición del líquido refrigerante y el de condensación, influye directamente en la potencia mecánica del sistema. Cuanto menor sea la diferencia, menor será la potencia necesaria y mayor el efecto frigorífico obtenido.

Figura 2. Diagrama de la temperatura-entropía para un ciclo práctico de refrigeración



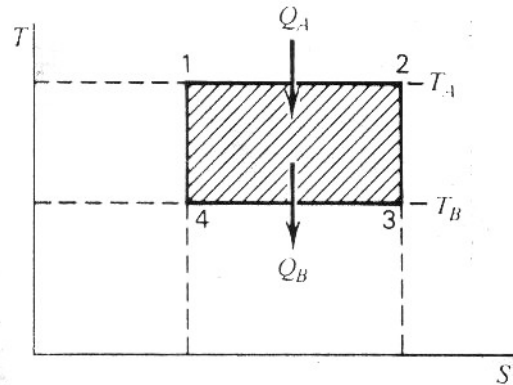
Fuente: Kenneth, Wark. **Termodinámica**. Pág. 735

1.1.2. El ciclo de Carnot para el ciclo de refrigeración

El ciclo de Carnot para refrigeración es propiamente el ciclo de Carnot invertido; este ciclo se explica detalladamente en la información que aparecerá posteriormente. Como introducción a dicho ciclo, se hace necesario conocer los principios que rigen el ciclo de Carnot.

Este ciclo trabaja en forma totalmente reversible entre dos depósitos de calor; para que el ciclo sea totalmente reversible, todos los procesos deben ser internamente reversibles y todos los procesos de transferencia de calor se deben llevar a cabo de manera reversible. Un ciclo de Carnot, que puede operar ya sea como un sistema de flujo estacionario o como un sistema cerrado, está compuesto por dos procesos isotérmicos reversibles y dos procesos adiabáticos reversibles:

Figura 3. Diagrama de una máquina térmica de Carnot



Fuente: Kenneth, Wark. **Termodinámica**. Pág. 308

- 1-2 Una expansión isotérmica reversible durante la cual se transfiere el calor Q_A del depósito de temperatura alta T_A al fluido de trabajo.
- 2-3 Una expansión adiabática reversible del fluido hasta que alcanza la temperatura T_B del depósito a temperatura baja.
- 3-4 Una compresión isotérmica reversible durante la cual se transfiere la cantidad de calor Q_B desde el fluido de trabajo hacia el depósito a la temperatura baja T_B .
- 4-1 Una compresión adiabática reversible del fluido de trabajo hasta que alcanza la temperatura T_A del depósito de temperatura alta.

1.1.3. Función que realiza el compresor

Dentro de las funciones que realiza el compresor están la de comprimir un gas, elevar la presión del fluido de trabajo para que pueda ser aprovechado en un determinado proceso. El transporte del gas natural y otros gases, se hace por medio de tuberías.

Otra de las funciones importantes que realiza un compresor es la de compresión del aire, que constituye un factor capital en el funcionamiento de taladros, martillos, chorros de arena, controles, pulverizadores y bombas.

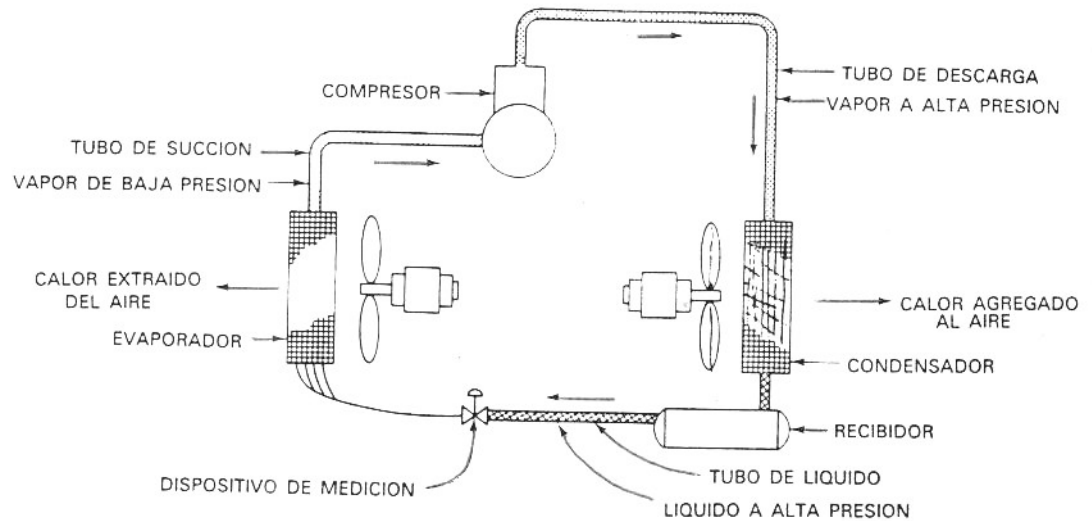
1.1.4. Función que realiza el condensador

La función que realiza el condensador en un circuito de aire acondicionado, es condensar el vapor del refrigerante proveniente del compresor.

La evacuación del calor absorbido por las instalaciones de refrigeración, se efectúa en condensadores enfriados por aire o bien por agua, los cuales transforman el refrigerante del estado gaseoso al estado líquido, como se muestra en la figura cuatro.

En términos más técnicos, la función que realiza un condensador es extraer el calor que trae el líquido refrigerante, descargándolo ya sea en el agua de circulación o al aire ambiente. Esta operación se lleva a cabo, en el caso de aire, utilizando ventiladores, los cuales son movidos o impulsados por motores eléctricos haciendo pasar aire a temperatura ambiente por el serpentín, extrayendo así el calor del líquido refrigerante que circula por los tubos del serpentín.

Figura 4. Sistema sencillo de refrigeración



Fuente: Instituto de refrigeración y aire acondicionado. **Manual de refrigeración Acondicionado.** Pág. 7

1.1.5. Función que realiza el evaporador

El evaporador tiene la función de sustraer el calor sensible y latente del aire aspirado. La principal función que realiza el evaporador es la extracción del calor ya sea a un líquido, verduras o simplemente a una habitación, recinto o alguna área en particular, ya sea para confort humano o para el acondicionamiento de cierta área de máquinas.

Entonces, los evaporadores realizan la función de unidades enfriadoras. Los serpentines hacen posible mantener la apropiada velocidad y la caída de presión del refrigerante dentro de los límites definidos.

Otra función del evaporador es la distribución uniforme del refrigerante; es práctica común introducir un medio de distribución, entre el dispositivo de expansión y las entradas de la serpentina, lo que asegura que el refrigerante se distribuya equitativamente entre los alimentadores. Tal distribuidor debe ser efectivo tanto para el líquido como para el vapor, debido a que la entrada de refrigerante es una mezcla de los dos.

Al encontrarse el aire más caliente que el fluido refrigerante, el aire cede calor al refrigerante, por lo que el aire pierde calor y se enfría, entregando su energía calorífica al refrigerante, el cual hierve en lugar de calentarse, pasando del estado líquido al gaseoso, es decir, transformándose en vapor.

1.1.6. Función que realiza la válvula termostática

Es un dispositivo para control de flujo. El dispositivo de restricción de flujo que provoca la caída de presión del refrigerante, regula también el flujo del mismo de acuerdo con la carga y se usa en los evaporadores de expansión seca o directa.

Su función es mantener un sobrecalentamiento constante en la salida del evaporador lo que permite tener el evaporador completamente lleno a cualquier carga y, además, evitar la posibilidad de que entre líquido al compresor. También permite y regula el paso del refrigerante líquido desde un estado de presión más alto a otro más bajo, utilizando el método de expansión de un líquido a elevada presión a una mezcla de líquido y gas húmedo a baja presión, en la proporción exacta a la velocidad de evaporación en el evaporador. Regula también la velocidad de flujo del líquido refrigerante en el evaporador, en la proporción exacta a la velocidad de evaporación del líquido refrigerante (ver figura cuatro).

Un bulbo lleno con un fluido se fija al tubo de succión, para medir la temperatura del gas en la succión. Este bulbo se conecta con la válvula mediante un tubo de modo que la presión del fluido dentro del bulbo tiende a abrir más la válvula, contra la tensión de un resorte de cierre. Si aumenta la carga del sistema, el refrigerante en el evaporador gana más calor y la temperatura del gas en la succión aumenta. La presión del fluido en el bulbo aumenta a medida que lo hace su temperatura y abre más la válvula. Con ello aumenta el flujo de refrigerante que se necesita para manejar la carga mayor. El caso inverso sucede cuando la carga de refrigeración disminuye.

1.2. Principios básicos de la refrigeración

Si la presión exterior se reduce lo suficiente, disminuye también la temperatura de saturación, y el refrigerante hierve a una temperatura menor. Así se logra la refrigeración. Se usa un líquido que hierva a baja temperatura con respecto a la presión que se puede alcanzar. La presión se reduce por debajo de la presión de saturación y el líquido hierve repentinamente.

Los líquidos absorben calor cuando hierven: su calor latente de evaporación. La absorción de calor de los alrededores a baja temperatura es lo que se llama refrigeración.

Si se toma un líquido refrigerante, se confina en un recipiente y se coloca éste cerca de un objeto caliente, el líquido absorbe calor del objeto de mayor temperatura. Si el líquido refrigerante absorbe suficiente calor, entrará en ebullición y se vaporizará. Si el gas refrigerante vaporizado está lo bastante comprimido, entregará el calor que absorbió del objeto caliente a un medio más frío y se condensará en el fondo del recipiente en forma de líquido.

1.2.1. Leyes termodinámica que influyen directamente en el estudio de la refrigeración

Para analizar y comprender mejor la refrigeración, se hace necesario definir las leyes termodinámicas que influyen directamente en el ciclo de refrigeración; estas son la primera y segunda ley de la termodinámica.

Primera ley de la termodinámica: conocida también como ley de la conservación de la energía, describe que la energía total asociada con una conversión de energía permanece constante. El calor es una forma de energía, el calor puede ser transferido, la intensidad de calor puede ser medida, y el calor está presente en todas las sustancias, sobre una temperatura del cero absoluto. Este principio se utiliza mucho en el campo de la calefacción, ventilación y aire acondicionado, en especial cuando se enuncia como un equilibrio en la energía:

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

Segunda ley de la termodinámica: Esta establece que la transferencia de calor se da en una sola dirección, de mayor a menor temperatura, y esto tiene lugar a través de tres modos básicos de transferencia de calor; conducción, convección y radiación.

Esta ley permite investigar los problemas de un uso más eficiente de energía. Una conclusión derivada de la misma es: cuando la energía calorífica se emplea para efectuar trabajo, nunca está completamente disponible para fines útiles. Algo de ella se pierde y deja de ser disponible para el trabajo en cuestión.

Como ejemplo, si se emplea un motor de explosión para impulsar un compresor de refrigeración, sólo se puede utilizar una parte de la energía del combustible; el resto se desechará en el escape.

1.2.2. Términos más utilizados en refrigeración

Para una mejor comprensión de lo que es la refrigeración y de los fenómenos que se dan en un ciclo, se definirán algunos términos:

Cantidad de calor: la cantidad de calor es diferente de la intensidad de calor, a causa de que se tiene en consideración no solamente la temperatura del fluido, sino también su peso. La unidad de cantidad de calor es la British Thermal Unit, BTU(Unidad Térmica Británica).

Calor específico: considerando la unidad de masa de una sustancia, es la cantidad de calor absorbido para conseguir un aumento de temperatura de un grado.

Calor sensible: es el calor que puede medirse y sentirse. Este causa un cambio en la temperatura de una sustancia, pero no cambia el estado. La sustancia bien sea en estado sólido, líquido o gaseoso, contiene calor sensible en algún grado, siempre que su temperatura esté por encima de cero absoluto.

Calor latente: bajo un cambio de estado, la mayoría de las sustancias tendrán un punto de fusión en el cual se convierten de un sólido en un líquido sin variación de temperatura. En este punto, si la sustancia está en un estado líquido y el calor se retira de ella, la sustancia se solidificará sin cambio de temperatura.

Conducción: se describe como la transferencia de calor entre las moléculas cercanas de una sustancia, o entre sustancias que están tocándose, o en buen contacto una con la otra.

Convección: otro medio de transferencia de calor es el movimiento del material calentado en sí mismo cuando se trata de un líquido o gas. Cuando el material se calienta, las corrientes de convección son producidas dentro del mismo y las porciones más calientes suben, ya que el calor trae consigo el decrecimiento de la densidad del fluido y un incremento en su volumen específico. El ciclo de convección se repite siempre que haya una diferencia de temperatura entre el gas o líquido y el evaporador, la convección es la forma de transferencia de calor que resulta del movimiento global de líquidos o gases. En la convección, el aire que rodea el cuerpo recibe calor de éste. El aire caliente se aleja continuamente, ya sea elevándose en forma natural a través del aire más frío que lo rodea, o bien por el movimiento de la masa de aire en conjunto.

Radiación: es el otro medio de transferencia de calor, por medio de ondas similares a las de la luz o a las ondas de sonido. Los rayos del sol calientan la tierra por medio de ondas de calor radiante. El calor radiante es fácilmente absorbido por los cuerpos negros. El calor radiante que es absorbido por un material o sustancia, se convierte en calor sensible, el cual puede medirse o sentirse.

Humedad relativa: significa la cantidad real de humedad en el aire, comparada con la máxima cantidad que el aire puede contener a esa temperatura de bulbo seco. Si las temperaturas de bulbo seco y húmedo son iguales, la humedad relativa es 100%.

1.2.3. El ciclo de Carnot invertido

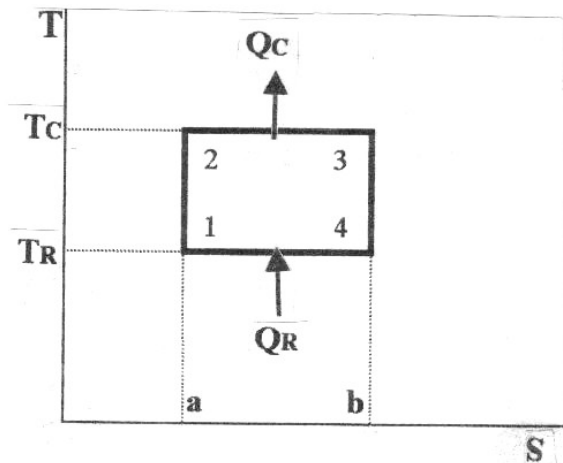
Es el ciclo ideal del proceso de refrigeración que cumple con las cuatro fases principales de todo ciclo de refrigeración:

- Producción de una baja temperatura
- Absorción del calor donde se desea tener baja temperatura
- Transporte del calor absorbido
- Entrega del calor absorbido por el sistema al ambiente.

Cuando el refrigerante ha completado estas cuatro etapas, ha realizado el ciclo total de refrigeración y, por lo tanto, se encuentra listo para iniciar un nuevo ciclo.

El proceso consiste en agregar calor a la temperatura menor del sistema, T_R , en la cantidad Q_R que en la figura cinco está representado por el área 1-4-b-a. La temperatura del ciclo es elevada por la compresión, siguiendo la trayectoria de 4 a 3.

Figura 5. Ciclo de Carnot invertido para refrigeración



Fuente: Kenneth, Wark. **Termodinámica**. Pág. 734

Donde:

QR: Calor agregado al sistema

QC: Calor rechazado del sistema

TR: Temperatura a la cual se agrega el calor (temperatura menor)

TC: Temperatura a la cual se rechaza calor (temperatura mayor)

El calor rechazado a la temperatura mayor del sistema, TC, es una cantidad igual a QC y está representado por el área 3-2-a-b. El trabajo que debe ser proporcionado por la fuente externa es $(QR - QC)$ y está representado por el área 3-2-1-4.

1.3. Componentes básicos de la refrigeración

Para una mejor comprensión de lo que es la refrigeración, se estudiará a los componentes básicos de un circuito de refrigeración.

Las instalaciones de aire acondicionado y refrigeración requieren de unos componentes fundamentales, comunes a todos los equipos, y que son los encargados de la producción de frío o calor añadiendo el sistema de impulsión de aire, con algún ingrediente particular o específico que les diferencie del resto de los modelos, en contadas ocasiones.

Todo acondicionador de aire o ciclo frigorífico consta de cuatro elementos principales; como se muestra en la figura seis. Estos elementos son:

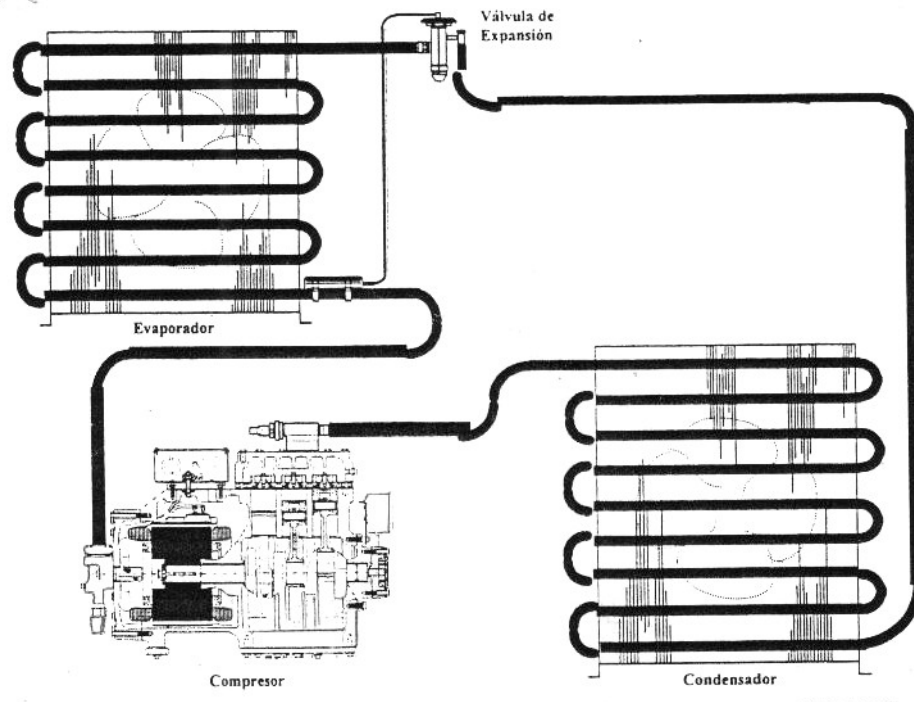
Compresor

Condensador

Evaporador

Válvula termostática de expansión

Figura 6. Componentes del circuito de refrigeración



Fuente: Bohn. **Seminario de refrigeración**. Pág. 5

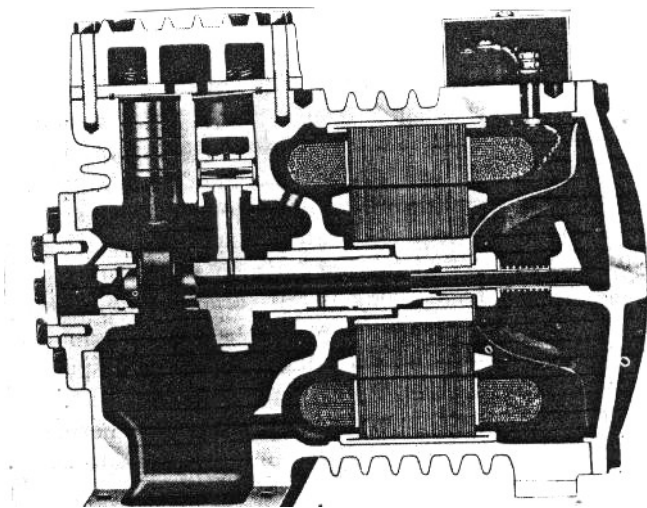
1.3.1. El compresor

Es el elemento principal de la instalación y aunque su cometido es diverso, siempre tiene como actividad la compresión del fluido frigorífico gaseoso a baja presión que procede del evaporador, disminuyendo su volumen y aumentando su temperatura, hasta una presión superior para que pueda ser condensado y así aprovechar, en el ciclo frigorífico, el intercambio doble de calor entre el evaporador y el condensador. Los compresores pueden ser:

1. De desplazamiento positivo
 - Alternativos (figura 7)

- Rotatorios
 - Helicoidales, de tornillo o de gusano.
2. Cinéticos
- Centrifugos

Figura 7. Compresor de desplazamiento positivo (alternativo)

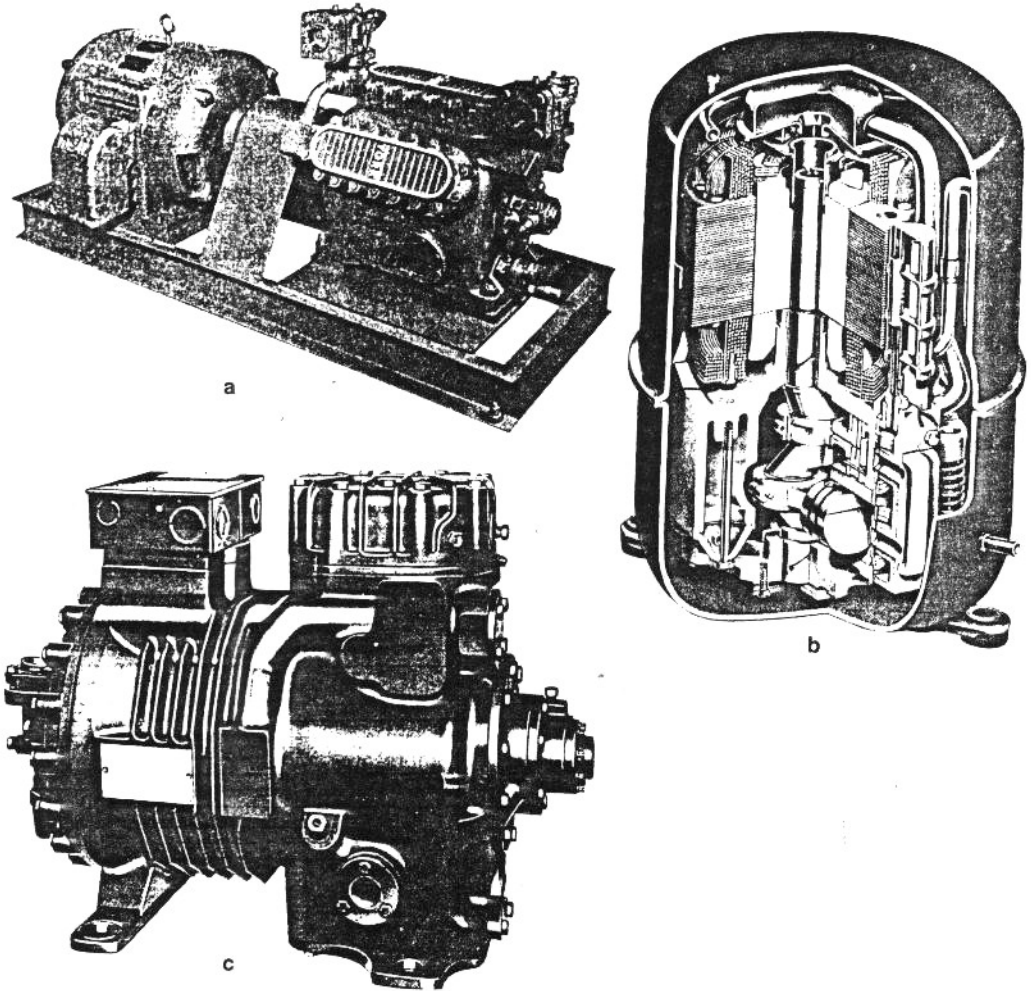


Fuente: Instituto de refrigeración y aire acondicionado. **Manual de refrigeración y aire acondicionado**. Pág. 116.

Tanto los compresores alternativos como los rotativos están accionados por motores eléctricos, clasificándose en:

- Compresores abiertos (figura 8a)
- Compresores herméticos (figura 8b)
- Compresores semiherméticos (figura 8c)

Figura 8. Clasificación de los compresores



Fuente: Instituto de refrigeración y aire acondicionado. **Manual de refrigeración y aire acondicionado.** Págs. 117 – 119

Los compresores proporcionan al sistema de refrigeración la fuerza necesaria para drenar el vapor desde el evaporador, condensarlo y mantener esta circulación.

Los tipos de desplazamiento positivo son aquellos que comprimen un fluido dentro de un espacio cerrado. Los tipos dinámicos o cinéticos son los que

poseen paletas giratorias o impulsores que toman el fluido y luego lo expelen con gran fuerza.

1.3.2. El condensador

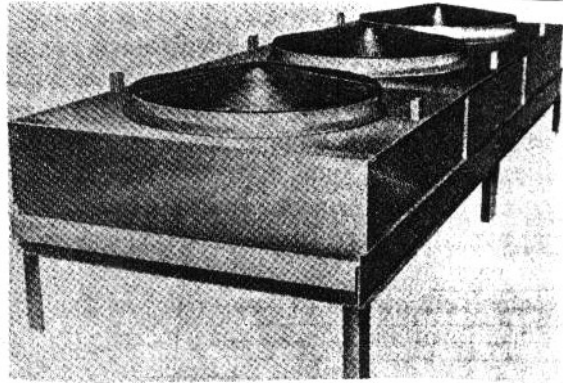
Los condensadores proveen la superficie de calefacción necesaria para condensar el refrigerante que sale del compresor. El condensador es un cambiador de calor dispuesto para pasar al estado líquido un refrigerante gaseoso comprimido, por cesión del calor a un medio distinto del fluido circulado. Es decir, en lugar de absorber calor del aire ambiente, lo dispersa en la atmósfera que lo rodea.

Un condensador deberá tener capacidad suficiente para producir un sub-enfriamiento de aproximadamente 3°C a 5°C del refrigerante líquido desde el momento en que se condensa hasta que abandona el condensador. El sub-enfriamiento es necesario para asegurar el suministro de líquido al dispositivo de expansión. Si no hay sub-enfriamiento, un ligero calentamiento en la línea de líquido puede producir la formación de gas y, como consecuencia, reducir el rendimiento del sistema.

Los condensadores para refrigeración se dividen en tres tipos básicos:

- Condensadores enfriados por aire
- Condensadores enfriados por agua
- Condensadores evaporativos

Figura 9. Condensador enfriado por aire



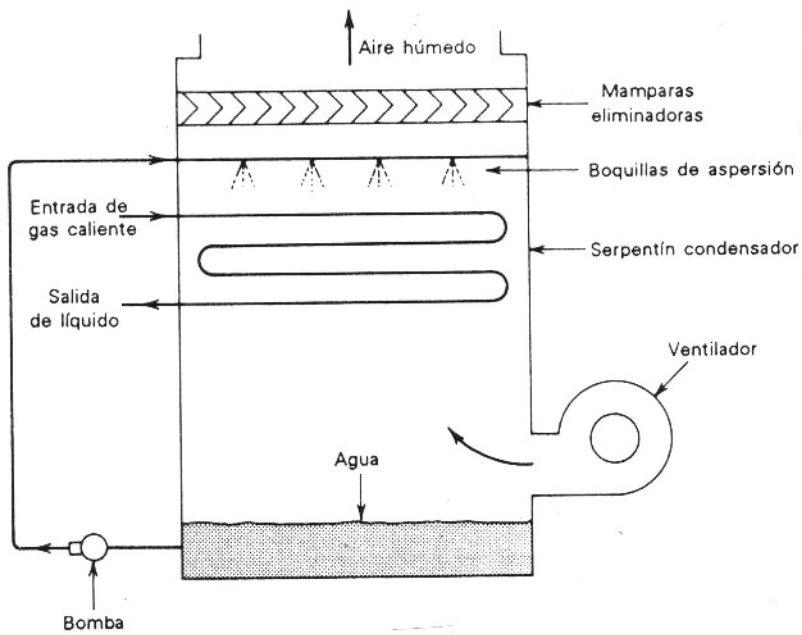
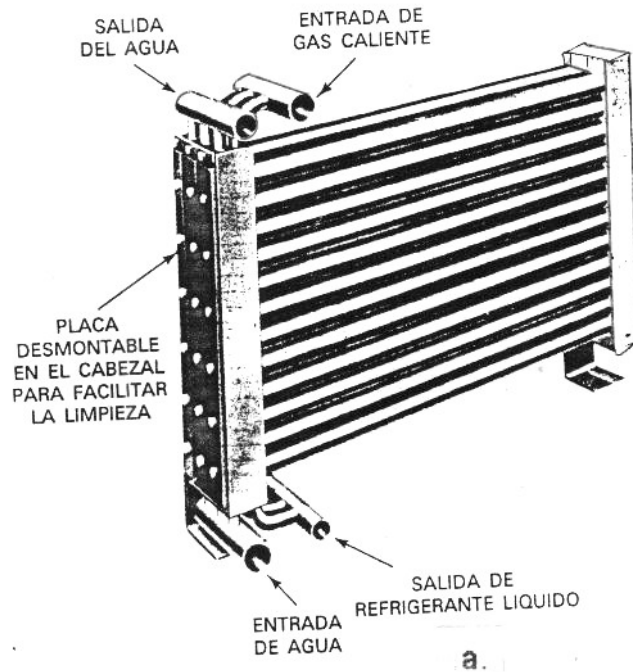
Fuente: Edward, Pita. **Acondicionamiento de aire**. Pág. 362

En general, los condensadores enfriados por aire se instalan en el exterior o donde el flujo del aire no sea interrumpido, para poder así conseguir su mayor eficiencia.

Los condensadores enfriados por agua son, en general, del tipo de coraza y tubos. A veces, cuando se dispone de ella, se usa agua de lagos, ríos o pozos.

El condensador evaporativo es actualmente uno de los más usados en los sistemas de aire acondicionado y de refrigeración industrial. El agua fría que recircula en el propio condensador, absorbe el calor de condensación y, a su vez, el agua se enfría por el aire que se satura con la propia agua y resta el calor latente de evaporación del calor sensible del agua. En la figura 10 aparece este condensador.

Figura 10. Condensador: a) enfriado por agua, b) evaporativo



Fuente: Edward, Pita. **Acondicionamiento de aire.** Pág. 362

1.3.3. El evaporador

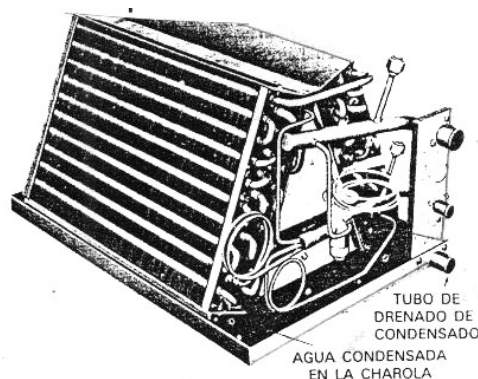
Es el dispositivo en el cual hierve el refrigerante para extraer el calor del medio que lo rodea. Entonces, las serpentinas enfriadoras, las unidades enfriadoras y el recinto donde se forman los cubitos de hielo, en las heladeras familiares, pueden considerarse como evaporadores. Para realizar esta función, por lo general el evaporador está arrollado en forma de serpentina, o bobinado ida y vuelta, o sobre sí mismo, varias veces. (ver figura 11).

La velocidad importa mucho porque el refrigerante debe tener fuerza suficiente para vencer el rozamiento de las paredes de la serpentina, a fin de evitar que se adhiera a las paredes una película de refrigerante y aceite lubricante.

Los evaporadores pueden ser de tres tipos:

- Tubos desnudos
- Tubos aletados
- Placas

Figura 11. Unidad evaporadora



Fuente: Instituto de refrigeración y aire acondicionado. **Manual de refrigeración y aire acondicionado**. Pág. 60

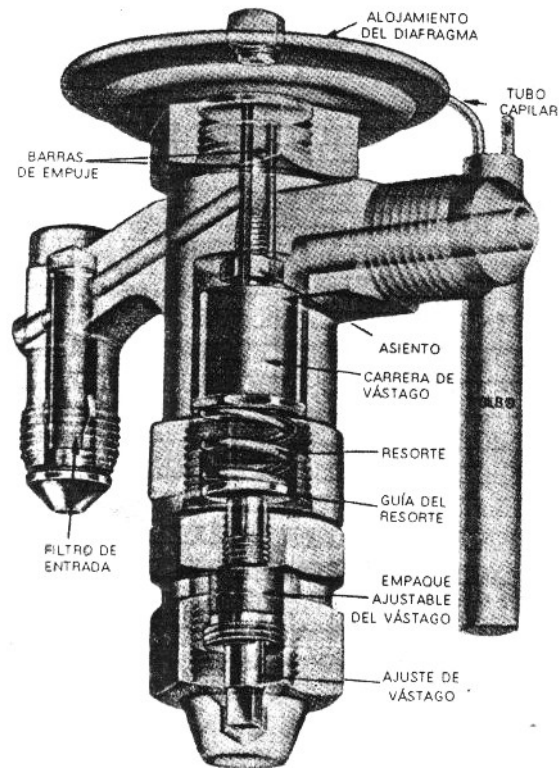
Mientras mayor sea el área de la superficie de conducción del calor desde el producto hasta el refrigerante en el evaporador, mayor será la transferencia posible de calor. Si el calor del producto llega al evaporador, pero no lo absorbe el refrigerante dentro del serpentín, la caja o la zona estarán a una temperatura mayor que la deseada. Al aumentar el área superficial del evaporador, se aumenta su capacidad.

Cuando el aire pasa por el serpentín de enfriamiento cede su calor y por lo tanto se enfría. Al enfriarse, se contrae, su volumen es menor y pesa más que un volumen igual de aire más caliente. Así se establecen las corrientes de convección de aire, que se llevan consigo el calor del producto que se va a enfriar.

1.3.4. La válvula termostática

Por su gran eficiencia y adaptabilidad para cualquier aplicación, es el dispositivo de control que más se usa (figura 12). Consiste en un fuelle conectado mediante un tubo a un bulbo térmico unido a la línea de succión del evaporador. Bulbo, fuelle y tubo están generalmente cargados con el mismo líquido refrigerante que se emplea en el evaporador.

Figura 12. Válvula termostática de expansión



Fuente: Edward, Pita. **Acondicionamiento de aire**. Pág. 363

La operación está determinada por tres presiones fundamentales (ver figura trece):

P1: La presión del bulbo que actúa sobre un lado del diafragma, tiende a abrir la válvula.

P2: La presión del evaporador opera en sentido opuesto, tendiendo a cerrar la válvula.

P3: La presión del resorte de super calor, ayuda a la acción de cierre.

Con el mismo refrigerante utilizado tanto en el elemento termostático (bulbo) como en el sistema de enfriamiento, cada uno ejerce igual presión cuando sus temperaturas son idénticas.

1.4. Refrigerantes

Cualquier fluido que se utilice como medio de enfriamiento, puede designarse refrigerante. Sin embargo, para el propósito de este tema, definimos un refrigerante como un fluido químico cuyo estado puede cambiarse fácilmente de líquido a gas y viceversa y que, cuando se usa en un sistema de compresión, enfría por absorción de calor durante su expansión o vaporización.

Los refrigerantes se emplean en sistemas de enfriamiento para extraer calor. La elección del refrigerante utilizado se basa en muchas consideraciones. Una de ellas es la relativa facilidad con que puede realizar el ciclo de vapor a líquido y viceversa. Otra es la adaptación de su rango de temperaturas a las temperaturas en que se aplicará.

1.4.1. Clases de refrigerantes

Los refrigerantes más usados se pueden dividir según la tabla I, de acuerdo con sus compuestos químicos.

Tabla I. Clasificación de los refrigerantes

	<i>Refrigerantes</i>	<i>Fórmula química</i>
I.	Amoniaco	NH_3
II.	Dióxido de carbono	CO_2
III.	Dióxido de azufre	SO_2
IV.	Grupo de los hidrocarburos	
	Etano	$\text{CH}_3 \text{ CH}_3$
	Eteno	$\text{CH}_2 \text{ CH}_2$
	Propano	$\text{CH}_3 \text{ CH}_2 \text{ CH}_3$
	Isobutano	$\text{CH} (\text{CH}_3)_3$
	Butano	$\text{CH}_3 \text{ CH}_2 \text{ CH}_2 \text{ CH}_3$
V.	Grupo de los halógenos	
a)	Familia de los hidrocarburos clorados	
	Cloro metano	$\text{CH}_3 \text{ Cl}$
	Cloro etano	$\text{CH}_3 \text{ CH}_2 \text{ Cl}$
	Dicloro metano	$\text{CH}_2 \text{ Cl}_2$
	Dicloro eteno	$\text{CHCl} \text{ CHCl}$
	Tricloro eteno	$\text{CHCl} \text{ CCl}_2$
b)	Familia de los hidrocarburos fluorados (serie de metanos)	
	Freón 11 tricloromonofluoro metano	$\text{CCl}_3 \text{ F}$
	Freón 12 diclorodifluorometano	$\text{CCl}_2 \text{ F}_2$
	Freón 13 monocloro trifluoro metano	$\text{CCl} \text{ F}_3$
	Freón 14 tetra fluorometano	C F_4
	Freón 21 diclo mono fluorometano	$\text{CH Cl}_2 \text{ F}$
	Freón 22 mono cloro difluorometano	$\text{CH Cl} \text{ F}_2$
c)	Familia de los hidrocarburos fluorados (serie de etanos)	
	Freón 113 triclorotrifluoro etano	$\text{CCl}_2 \text{ F CCl F}_2$
	Freón 114 diclotetrafluoro etano	$\text{CCl F}_2 \text{ CCl F}_2$
d)	Familia de los hidrocarburos fluorados (bromuros)	
	Kulene 131 bromotrifluorometano	CB r F_3
VI.	Azeótropos	
	Carrene 7	
VII.	Varios	
	Vapor de agua	
	Aire	
	Oxido nitroso	$\text{N}_2 \text{ O}$
	Formato de metilo	HCCOCH_3
	Etilamina	$\text{C}_2 \text{ H}_5 \text{ NH}_2$
	Metilamina	$\text{CH}_3 \text{ N H}_2$

Fuente: Goribar, Hernandez. **Fuendamentos de aire acondicionado y refrigeración.**

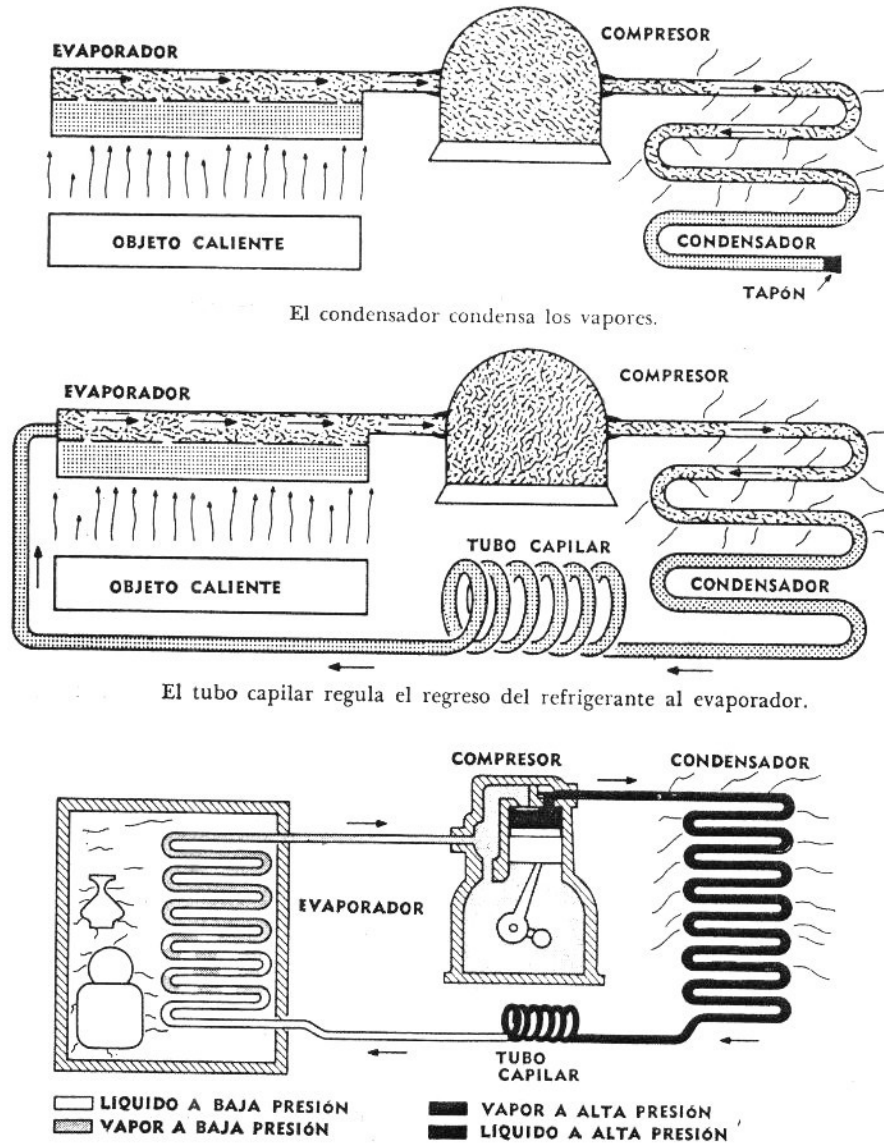
Pág. 348

Otro tipo de refrigerantes son los llamados gases ecológicos, que se han desarrollado con el fin de evitar la continuación de la destrucción de la capa de ozono. Como ejemplo de estos gases se pueden mencionar el R – 404A y R – 507 que son gases sustitutos para el R –502 para aplicaciones de refrigeración en baja y mediana temperatura. Estos gases, tienen un potencial de destrucción del ozono igual a cero y apenas una fracción de potencial de calentamiento global del R –502. Ambos son no inflamables y poseen niveles de toxicidad aceptables.

1.4.2. Comportamiento de los refrigerantes en el circuito

Para una mejor comprensión de lo que sucede al líquido refrigerante, es necesario ver la figura trece.

Figura 13. Comportamiento del refrigerante en el circuito



Fuente: Gerald, Schweitzer. **Curso completo de aire acondicionado.** Pág. 38

El compresor extrae vapor del evaporador, reduciendo la presión del líquido refrigerante. El calor circula desde los objetos más caliente hasta el

líquido refrigerante. La reducción de la presión en el líquido produce evaporación, la que da como resultado la extracción de calor del líquido, suficiente para absorber más calor de los objetos más calientes.

El vapor refrigerante extraído del evaporador se comprime en vapor a alta presión y se fuerza en el condensador. El vapor condensado a líquido por acción de la elevada presión, entrega su calor a la atmosfera más fría que lo rodea. El líquido refrigerante condensado, se fuerza luego en el tubo capilar (o serpentín) por la presión que crea el compresor. El líquido del tubo capilar vuelve a entrar en el evaporador y el ciclo se reinicia.

1.4.3. Propiedades de los gases refrigerantes

Algunas de las principales propiedades o características de los gases refrigerantes comprenden:

- Baja temperatura de ebullición
- Fácilmente manejable en forma líquida
- Alto calor latente de vaporización
- No inflamable
- No tóxico
- No explosivo
- Químicamente estable
- No corrosivo
- Moderadas presiones de trabajo
- Fácil detección y localización de pérdidas
- Inocuo para los aceites lubricantes
- Bajo punto de congelación

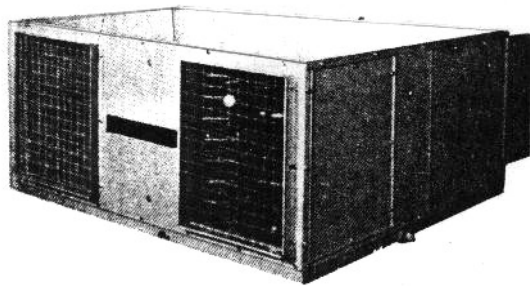
2. EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO TIPO PAQUETE

Comprende todos aquellos equipos de tratamiento de aire con producción propia de frío y calor que viene ensamblada y probada de fábrica, formando un conjunto único.

La unidad está interiormente aislada térmica y acústicamente, y el revestimiento exterior permitirá que sus componentes internos sean fácilmente accesibles. Dentro de estas unidades están las de tipo:

- De ventana (de consola)
- Compactas horizontales de condensación por aire (ver figura 14)
- Compactas verticales condensadas por aire
- Compactas verticales condensadas por agua

Figura 14. Unidad compacta horizontal de condensación por aire



En las unidades de tipo ventana, la instalación es sencilla y se realiza en muro, adosados a la pared o colgados, necesitando toma de aire exterior (en los de condensación por aire) haciendo un hueco en la pared. En los de condensación por agua, basta conectar las tuberías a la red general de agua.

No obstante, es recomendable recuperar el agua que sale del condensador mediante el montaje de una torre de enfriamiento, si son varios los equipos instalados.

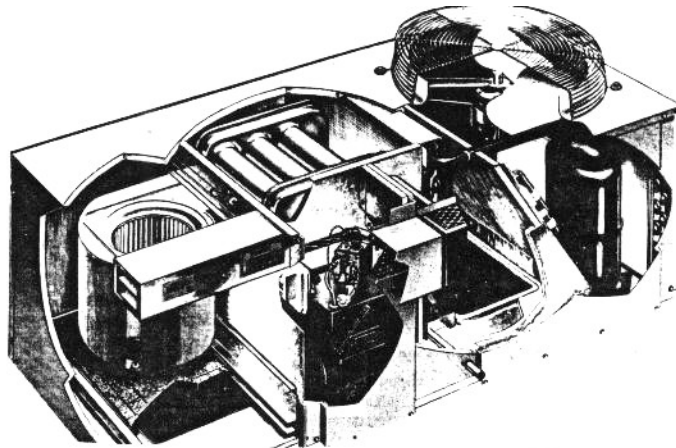
En los de condensación por aire, la potencia frigorífica abarca de 2,822 a 8,064 kcal/h. Con una temperatura exterior de 35°C y con temperatura de bulbo seco interior (T_s) 27°C y temperatura de bulbo húmedo (T_h) 19°C.

En los enfriados por agua, para las mismas temperaturas seca y húmeda, pero con temperatura del agua a 15°C, la potencia frigorífica varía de 3,024 a 5,040 kcal/h. La temperatura del agua a la salida del condensador se halla comprendida en las cifras de 26/32°C. Hay que pensar en la utilización de agua, tanto si la instalación es directa como si se emplea torre de enfriamiento, estando alrededor de los 6,000/1,000 lts/hr. (0.1/0.017 m³/min), según fabricante, modelo, entre otros. La presión del agua necesaria es de 1 bar.

En las unidades compactas horizontales de condensación por aire, con descarga directa o indirecta, se efectúa la distribución del aire por medio de ductos que desembocan en rejillas en la pared o difusores en el techo. Se necesita una toma de aire exterior y se instala un control de temperatura por vivienda o recinto. Dentro de estas unidades se tiene las de zona sencilla y las de zona múltiple.

En las unidades paquete de zona sencilla (figura 15), se descarga todo el aire acondicionado dentro de un ducto principal, del cual se desprenden luego los ramales que se van necesitando para la distribución del aire.

Figura 15. Unidad paquete de zona sencilla.



Fuente: Instituto de refrigeración y aire acondicionado. **Manual de refrigeración y aire acondicionado**. Pág. 476

Las unidades de zona múltiple (figura 16) difieren en que el aire es dividido dentro de la unidad para ser llevado por varios ductos de zona a distintas partes del edificio.

Figura 16. Unidad paquete con sistema de ductos para zonas múltiples.

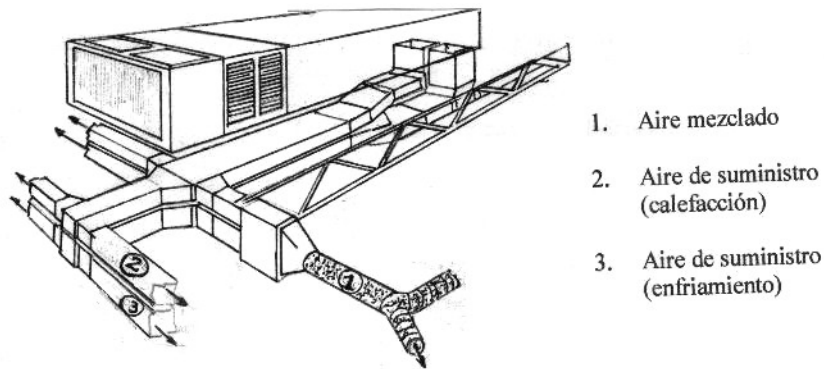


Figura. 16 pag. 478 A8 I0 manual

Fuente: Instituto de refrigeración y aire acondicionado. **Manual de refrigeración y aire acondicionado.** Pág. 448.

2.1. Aplicación del equipo tipo paquete en la industria

Las unidades compactas se aplican a uso residencial, industrial y comercial. En la primera aplicación se encuentran aquellas en las cuales el objetivo primordial sería el de confort humano, ya sea enfriamiento en verano o calentamiento (calefacción) en invierno.

En la aplicación comercial se incluye, además del confort humano, otros procesos en los cuales se desea mantener cierta temperatura, como en los casos de la industria farmacéutica, confitería, en proceso de café instantáneo, en el enfriamiento de maquinaria, entre otros.

Dentro del uso del enfriamiento para proceso están: los cuartos para computadoras electrónicas que deben ser muy controlados en temperatura y humedad; las cintas y tarjetas requieren condiciones uniformes; los diseños corrientes de computadores requieren que se retiren grandes cantidades de calor. Los cuartos limpios para todo tipo de herramientas, instrumentos y

manufactura de precisión crítica, deben mantener condiciones con bajas tolerancias para proteger la precisión dimensional, ajuste, medidas. La presencia ligera de polvo o una amplia variación de la temperatura y humedad, puede causar contactos erráticos en una comunicación telefónica. La industria de drogas es uno de los mayores usuarios del aire acondicionado industrial, entre otros.

2.1.1. Lugar óptimo donde se utiliza el equipo tipo paquete

Debido a circunstancias o aspectos tanto físicos del equipo como de la infraestructura del local, se elige un determinado equipo por sus características para cierta área o lugar. Se consideran lugares adecuados para ubicar el equipo tipo paquete, según su utilización, los siguientes:

- Donde el sistema de ductos se pueda montar convenientemente
- Donde se pueda instalar, de manera apropiada la unidad compacta
- En tramos donde no hay un largo recorrido entre equipo y áreas de aplicación
- En aquellas zonas donde el acceso para mantenimiento del equipo, sea adecuado
- Donde exista buena ventilación para una excelente condensación

2.1.2. Selección del equipo tipo paquete con respecto al split

Los equipos de aire acondicionado (que es el tema a tratar) los hay de diferente rango de capacidad, y de diferentes tipos.

Según su construcción, se dividen en tipo paquete y tipo split. Desde el punto de vista de su aplicación, se selecciona un equipo para un lugar o área. Y se selecciona el equipo tipo paquete con respecto al split, en los casos siguientes:

- Cuando el rango de temperaturas que se necesite no sea muy bajo
- Para áreas de proceso en que se puede acoplar muy bien el ducto
- Cuando los recintos no estén muy separados entre sí
- En lugares donde el diseño del edificio permita la colocación, tanto del equipo como de sus accesorios.

2.2. Componentes básicos que conforman el equipo tipo paquete

Los elementos o componentes más importantes de los cuales está constituido un equipo de aire acondicionado, son comunes a todos los equipos, ya sean tipo paquete o tipo split y comprenden:

- Compresor
- Moto-ventilador condensador
- Condensador
- Válvula termostática
- Evaporador
- Moto-ventilador evaporador

En algunas ocasiones se da el caso en que el motor impulsa tanto al ventilador del condensador como al del evaporador. El ventilador del condensador es axial de aspas, mientras que el del evaporador puede ser de aspas (axial) o centrífugo.

2.2.1. Dispositivos de la unidad compresora

Dentro de los principales componentes de la unidad compresora de un equipo paquete se encuentran:

- Compresor
- Conductos de aspiración
- Conductos de descarga
- Conductos de servicio
- Caja de alimentación o energía eléctrica

El conducto de aspiración es la que admite el paso del gas a baja presión al compresor.

El conducto de descarga, como su nombre lo indica, descarga el gas a alta presión al condensador.

El conducto de servicio permite la medición de presiones del equipo, para verificar el funcionamiento correcto del circuito.

La caja eléctrica provee la corriente al motor del compresor.

2.2.2. Dispositivos de la unidad condensadora

La unidad condensadora del equipo paquete está conformada por varios dispositivos o elementos, entre los cuales se encuentran:

- Rejilla protectora

- Serpentín condensador
- Rejilla de salida del aire (aire que ya ha pasado por el serpentín condensador)
- Compresor
- Moto-ventilador
- Fijador o soporte del motor

La rejilla protectora es el elemento que ayuda a proteger al serpentín condensador, especialmente a la laminillas o intercambiadores, que son muy frágiles a cualquier golpe.

El serpentín condensador está formado por aletas acanaladas y tubería de cobre estriada en su interior.

El moto-ventilador (compuesto por el ventilador en si y su motor de impulsión) tiene la función de hacer pasar el aire a través del serpentín y descargarlo al aire del ambiente.

2.2.3. Dispositivos de la unidad evaporadora

La unidad evaporadora cuenta con varios componentes, dentro de los cuales están:

- Carcasa del ventilador centrífugo
- Moto-ventilador
- Panel obturador (compuerta de tiro)
- Válvula termostática
- Serpentín evaporador
- Bandeja de drenaje

La carcasa del ventilador centrífugo es el elemento en el cual se encuentra el moto-ventilador. Tiene la función de dirigir el caudal de aire hacia los ductos.

El moto-ventilador, es el encargado de impulsar el aire acondicionado hacia los ductos de suministro.

La compuerta de tiro ejerce la función de regular el caudal requerido por cierto recinto o área.

La bandeja de condensado es el elemento que retiene el líquido condensado del ambiente (agua), y luego lo descarga por medio de la tubería de drenado.

El tubo de drenaje es el encargado de evacuar el líquido que se aloja en la bandeja de drenado, este líquido va a perderse al desagüe principal del edificio. Esta tubería por lo general es de pvc.

El serpentín evaporador es el encargado de quitar el calor al aire del recinto que se desee acondicionar. Es el lugar donde se evapora el refrigerante.

2.2.4. Ductos

Los ductos son pasajes provistos para dirigir (transportar) el aire desde la unidad acondicionadora hasta el espacio que se ha de acondicionar.

Se construyen generalmente de metal. El material que más se utiliza en los sistemas de ductos, es lámina galvanizada. El aluminio y el hierro aluminizado son también muy comunes, mientras que el cobre y el bronce se emplean raramente.

En algunos casos se usa un tipo de conducto rígido de amianto moldeado (ver figura 17)

Figura 17. Ducto rígido de amianto moldeado rígido.

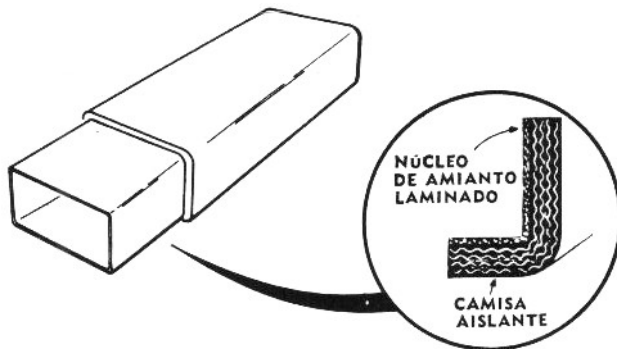


Figura 17 pag. 2-42 mio fig 3-2

Fuente: Gerald, Schweitzer. **Curso completo de aire acondicionado.** Pág. 2-42

El ducto rígido de amianto moldeado rígido es a prueba de agua y posee buenas cualidades acústicas y aislantes. Los ductos redondos y flexibles, fabricados con resortes de acero y tela de fibra de vidrio, son comunes también, por la mayor facilidad con que se doblan y curvan. La resistencia de este tipo de construcciones a la circulación del aire es baja y poseen, así mismo, cualidades aislantes.

Al diseñar un sistema de ductos para aire acondicionado, el primer paso consiste en determinar el caudal de aire necesario para cada área. Este se averigua calculando primero el enfriamiento sensible y la carga térmica de cada habitación.

El equipo tipo paquete siempre llevará un recorrido de ductos hasta donde se desea acondicionar. Estos equipos son ideales para centros comerciales de pocos pisos y para edificios comerciales e industriales.

El aire acondicionado de la unidad se distribuye a las áreas ocupadas a través de un sistema de ductos, como en la figura 18. Es requisito importante que a cada habitación o espacio se entregue la cantidad correcta de aire acondicionado para mantener las condiciones apropiadas de temperatura, humedad y movimiento del aire. El mejor desempeño se obtendrá sólo si el sistema de distribución está correctamente diseñado e instalado.

Figura 18. Distribución del aire acondicionado mediante conductos.

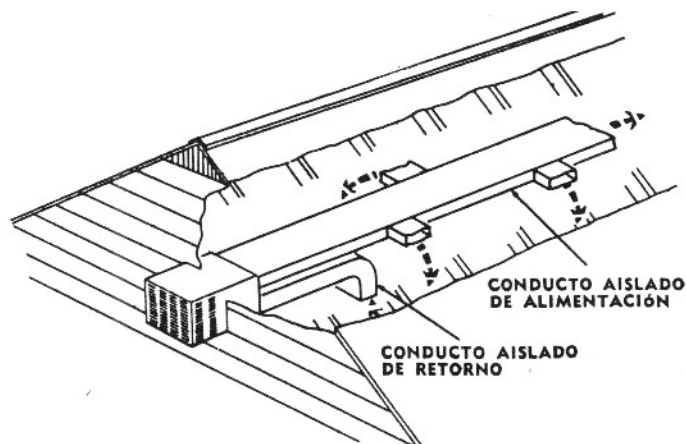
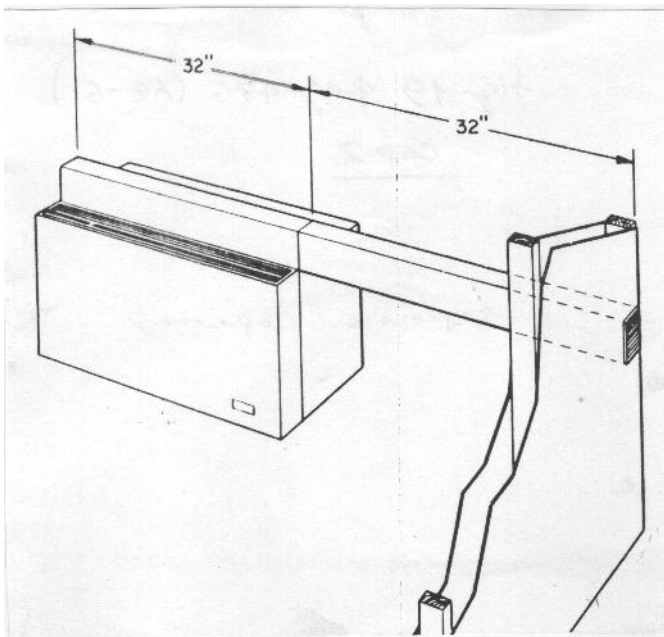


Figura 18 de pag. 2-28 fig 2-13 mío

Fuente: Gerald, Schweitzer. **Curso completo de aire acondicionado.** Pág. 2-28

Aunque la unidad paquete terminal está básicamente diseñada para acondicionar una alcoba, el uso de un ducto corto permite el suministro de aire a una habitación adyacente, como se muestra en la figura 19.

Figura 19. Ducto de extensión



Fuente: Instituto de refrigeración y aire acondicionado. **Manual de refrigeración y aire acondicionado.** Pág. 475.

En toda instalación de aire con distribución por ductos, es necesario considerar:

- Uniformidad en las velocidades de salida del aire por las bocas, registros y rejillas.
- Bajo nivel sonoro.
- Evitar los cambios bruscos de dirección o de velocidad.
- La regulación por medio de registros o persianas, tiene que hacerse cuidadosamente.

Los parámetros a considerar para el diseño de ductos son:

- Caudal (Q)
- Sección (S)
- Velocidad de circulación (V)

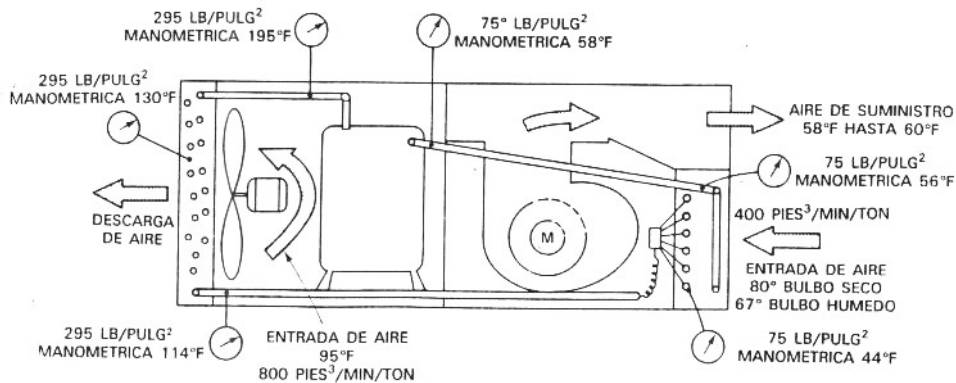
2.3. Funcionamiento del equipo tipo paquete en un área

El arreglo interno es relativamente sencillo. El aire de retorno es succionado a través del evaporador por un ventilador centrífugo, que a su vez lo descarga como aire de suministro por el frente. En los tamaños más pequeños, el ventilador es del tipo de acople directo al motor, mientras que las unidades grandes tienen transmisiones con fajas trapezoidales y poleas variables. Una bandeja de condensado, debajo del evaporador, recoge toda la humedad y está conectada a un drenaje permanente. El compartimiento del evaporador, consta de paredes para evitar pérdida y condensación en la lámina exterior. El filtro está generalmente localizado en el ducto de retorno. Separando el compartimiento del evaporador del de condensación, hay una pared que sirve de aislamiento para la mínima transmisión de calor y ruido del aire acondicionado. El compresor y el serpentín de condensación forman el lado de alta del circuito de refrigerante. El aire de condensación se toma por los lados y se descarga a través del serpentín de condensación. Esta disposición

se denomina ventilador de tiro soplado. El ventilador de condensación, es la mayoría de las veces del tipo axial.

Las condiciones de funcionamiento que recomienda la ARI (Instituto Americano de Refrigeración, de sus siglas en ingles, American Refrigeration Institute) tiene las características mostradas en la figura 20.

Figura 20. Unidad paquete operando en condiciones ARI



Fuente: Instituto de refrigeración y aire acondicionado. **Manual de refrigeración y aire acondicionado.** Pág. 449.

El aire de retorno desde el espacio acondicionado a una temperatura de 80°F (27°C), bulbo seco ya una razón de 400 a 450p3/min. (0.19 a 0.21m3/seg.) por tonelada, pasa a través del filtro y luego a través del evaporador, donde es enfriado y deshumidificado. El aire al salir del serpentín estará alrededor de los 58° a 60°F (14 a 16°C) bulbo seco. Así, pues, hay una reducción en temperatura a través del serpentín de aproximadamente 20 a 22°F (11 a 12°C) bulbo seco. La proporción de enfriamiento sensible a enfriamiento total será de cerca de 75%. La presión de succión con R-22 a la salida del serpentín, será de cerca de 73 a 76lb/pulg² (5.13 a 5.34kg/cm²) manométricas.

El aire acondicionado sale a 60°F (16°C) y al sumiendo que absorbe una pequeña cantidad de calor en su recorrido por los ductos, llega al espacio acondicionado a 62° o 65°F (17° a 18°C), (15 a 18°F de diferencia de temperatura suministro-retorno), temperatura de bulbo seco, que es una temperatura de suministro aceptable.

En el lado de alta del refrigerante, el aire exterior para condensación será introducido a 95°F (35°C) al serpentín, a una razón nominal de 800p3/min. (0.38 m3/seg.) por tonelada. La presión de descarga resultante en el compresor, con R-22, estará en el rango de las 295Psi. (21kg/cm2) manométricas.

La temperatura promedio en el condensador será de 130°F (54°C) con un subenfriamiento de 16°F (9°C) aproximadamente para el refrigerante, ya en estado líquido, lo que da una temperatura de salida de líquido de 114°F (46°C) del serpentín de condensación.

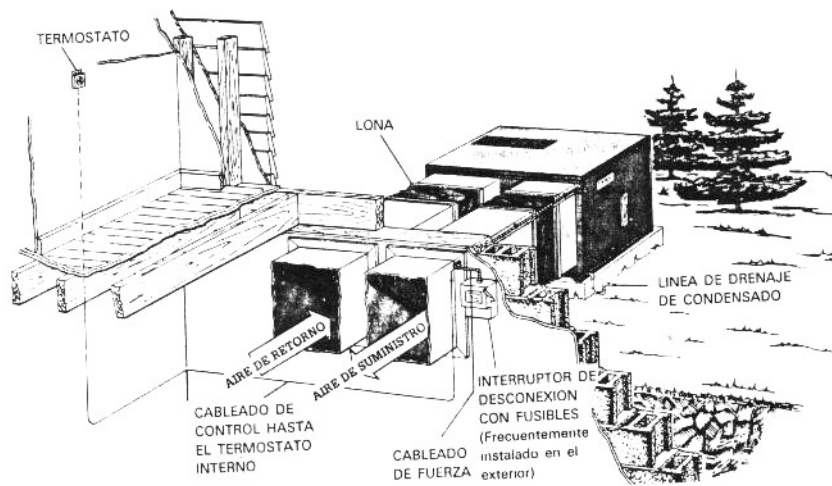
2.3.1. Condiciones de temperatura a las que se puede utilizar

Estos equipos están diseñados para trabajar a un rango o valor de temperatura. Mas que todo, están diseñados para aquellos casos en que se requiere temperaturas de confort (acondicionamiento) y para ciertos procesos donde no se exige un índice bajo de temperatura.

La capacidad de las unidades tipo paquete enfriadas por aire varía desde 1 ½ hasta 7 ½ toneladas para uso residencial y hasta más de 30 toneladas para uso comercial. La mayoría de las unidades son evaluadas y certificadas de acuerdo con el estándar 210 del ARI (Instituto Americano de Refrigeración), el cual establece 26°C bulbo seco y 19°C bulbo húmedo como la temperatura de retorno del aire al evaporador y 35°C bulbo seco como la temperatura del aire

que entra al condensador. Incluido en el estándar 210 del ARI, está también el requisito de que la unidad debe ser capaz de operar hasta una temperatura de 46°C para el ambiente exterior, sin desconectarse por alta presión o sin que el compresor prenda y pare por sobrecarga (ver figura 21)

Figura 21. Equipo paquete instalado a nivel del suelo en el exterior



Fuente: Instituto de refrigeración y aire acondicionado. **Manual de refrigeración y aire acondicionado.** Pág. 449.

2.3.2. Lugares o áreas en donde se recomienda su aplicación

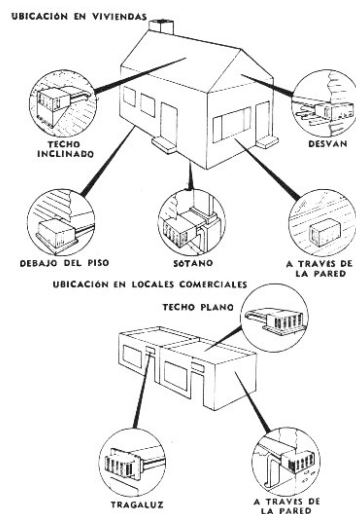
Estos equipos (paquete) tienen gran aplicación en lugares donde se necesita el confort humano (aire acondicionado) y en procesos a medianas temperaturas, por ejemplo donde se necesite eliminar el calor producido por ciertas máquinas o equipos. Se recomienda su aplicación en aquellas zonas o áreas en donde, dado las características de su construcción, el edificio o local permiten la adecuada localización y montaje de este equipo y sus accesorios.

Un equipo para ventana, que es un equipo tipo paquete, está diseñado principalmente para acondicionar una sola habitación y entregar aire sin ductos; se instala fácilmente en una ventana.

Los equipos paquete son de condensación por aire, es decir, el condensador es enfriado por el aire proveniente de un ventilador helicoidal que toma aire procedente del exterior. Esta parte queda fuera del edificio, o en ciclo abierto. El evaporador, con su correspondiente ventilador (normalmente centrífugo) y el compresor, se dispone dando a la parte interior de la habitación que se desea acondicionar.

Las unidades tipo paquete se aplican también a uso residencial, industria y comercial (figura 22) y para el acondicionamiento de casas rodantes.

Figura 22. Empleo de unidades centrales compactas en viviendas y locales comerciales



Fuente: Gerald, Schweitzer. **Curso completo de aire acondicionado.** Pág. 2-27

Estas unidades están diseñadas, principalmente, para construcciones nuevas como moteles, hoteles, escuelas, oficinas, apartamentos, hospitales, guarderías, etc; donde la naturaleza de la construcción y la necesidad están basadas en el acondicionamiento de una pieza o espacio a la vez.

2.3.3. Otras funciones que realiza el equipo paquete

Los equipos paquete tienen gran variedad de aplicaciones, dentro de las cuales ya se mencionaron ampliamente las siguientes:

- Función de acondicionamiento (confort humano)
- Función de acondicionamiento para proceso
- Función de acondicionamiento para máquinas

Ofrecen también las funciones de calentamiento, ya sea con bomba de calor (en invierno, la unidad aire extrae calor del aire externo y lo utiliza para calentar el aire que circula dentro de la habitación; en verano, se invierte la operación a fin de absorber el calor del interior de la habitación y enviarlo al exterior) o con resistencias eléctricas, las cuales algunos equipos ya traen incorporadas. Este calentamiento puede ser para confort humano en invierno, exclusivamente en aquellas regiones donde las temperaturas son muy bajas, o para algún proceso en general.

3. EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO TIPO SPLIT

Los equipos split, se denominan así por que comprenden dos secciones:

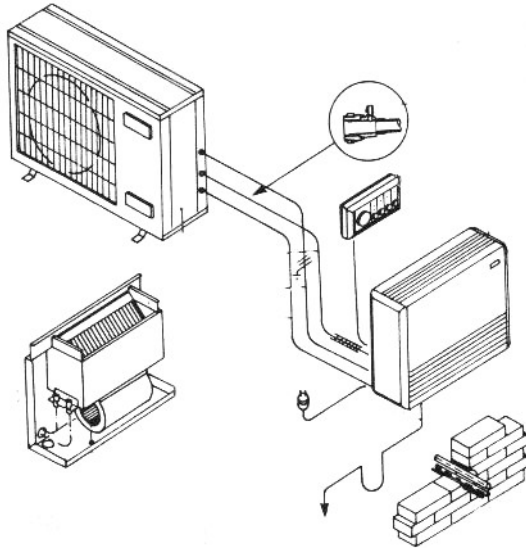
- a) La sección de tratamiento de aire, unidad climatizadora que se instala cerca del local a acondicionar o refrigerar y que incluye el evaporador con su ventilador.

- b) La unidad condensadora, que debe ser instalada en la parte externa del local y porta o contiene el compresor y el condensador. Todo ello, unido por las correspondientes conexiones frigoríficas.

Esta modalidad de acondicionadores difiere del anterior (equipo tipo paquete), en que los elementos del circuito de refrigeración no forman un grupo compacto, sino que actúan por separado.

Como ya se mencionó, sus dos componentes se encuentran situados en diferentes lugares del sistema. La unidad condensadora, compresor y condensador, normalmente se sitúa en el exterior, al aire libre; mientras que la unidad climatizadora, evaporador y ventilador, se instala en el interior. Ambas unidades se enlazan o se conectan mediante las líneas de refrigerante, que normalmente van precargadas. (Ver figura 23)

Figura 23. Unidad partida



Fuente: Carnicer, Enrique. **Aire acondicionado**. Pág. 65

Los sistemas pueden agruparse en dos clasificaciones distintas:

- Acondicionadores de aire con condensador enfriado por aire
- Acondicionador de aire con unidad condensadora enfriada por agua

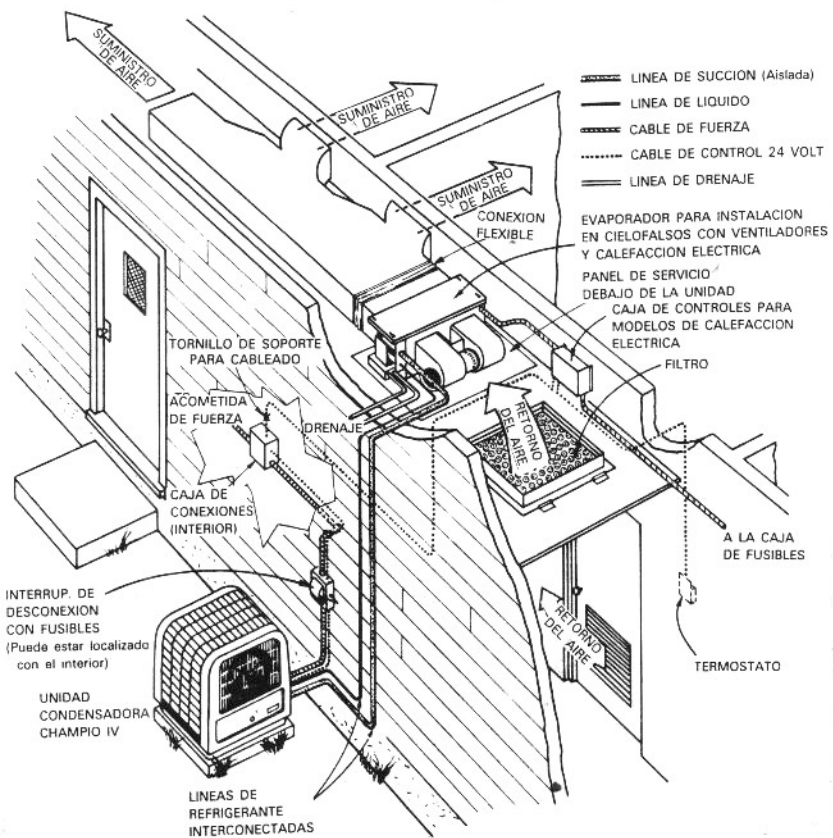
Cada una de las clasificaciones anteriores podrá incluir, además:

- Ventilador de circulación
- Equipo calefactor que incorpora un ventilador
- Elementos calefactores.

3.1. Aplicación del equipo tipo split en la industria

Esta clase de equipos se puede instalar uno por vivienda, con distribución del aire por red de conductos y descarga por rejillas, como en la figura 24, o por unidades interiores múltiples, una por habitación, de tipo mural o consola (mini split).

Figura 24: Sistema de evaporador con ventilador para cielo falso



Fuente: Instituto de refrigeración y aire acondicionado. **Manual de refrigeración y aire acondicionado.** Pág. 463

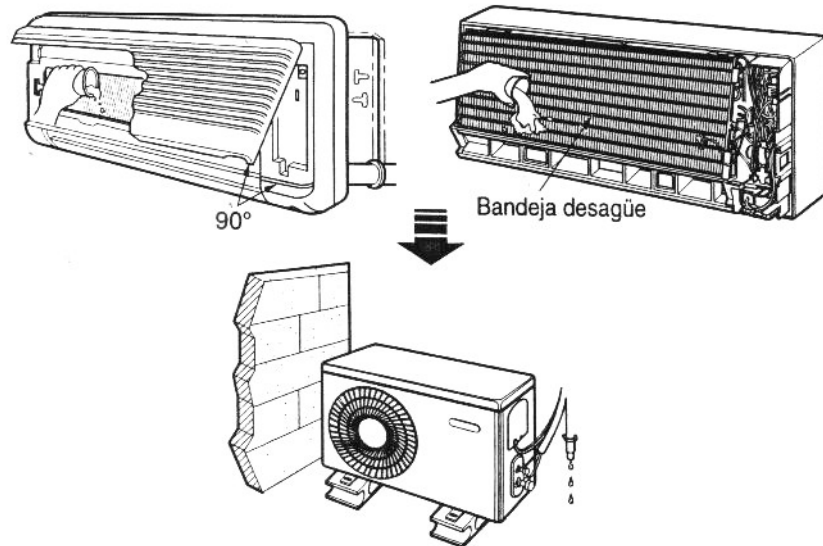
Estos equipos tienen una gran variedad de aplicaciones en la industria, ya que existen en gran cantidad de capacidades. El desarrollo de equipos de aire acondicionado para aplicaciones comerciales, industriales y residenciales, está ligado a ciertas limitaciones de las unidades paquete. Tienen aplicación en lugares donde se necesita temperaturas para el confort humano, para cuartos de máquinas (para eliminar el calor que éstas producen y que podrían dañar los equipos, o para el personal que tiene a su cargo el buen funcionamiento de éstos)

3.1.1. Razones por las cuales se selecciona el equipo split en cierto lugar

En muchos apartamentos, es muy difícil encontrar un espacio exterior para instalar la unidad, distinto del techo; bajar los ductos a través de varios pisos no es una consideración práctica ni económica cuando se compara con la alternativa de colocar líneas de refrigerante. La misma situación se presenta en edificios comerciales de varios pisos. Esta es una de las razones por las cuales se selecciona el equipo split.

Una razón más para preferir estos equipos, es la gran variedad de diseños y tamaños (en cuanto a dimensiones) disponibles en el mercado. Los equipos de pequeña potencia son muy requeridos para acondicionar una sola habitación, debido a que no son muy voluminosos y se pueden colocar o anclar fácilmente con sólo hacer unos pequeños agujeros en la pared, y la unidad enfriadora puede gobernarse a control remoto desde cualquier lugar de la habitación (mini split). (Ver figura 25)

Figura 25. Equipo split para una habitación



Fuente: General Electric. **Manual de instrucciones de instalación.** Pág. 13

3.1.2. Lugares en que se puede contar con un equipo split

Dentro de la gran gama de lugares o áreas que pueden contar con un equipo split, se encuentran aquellos casos especiales en que se requiere un equipo silencioso que produzca el menor ruido posible, merced a la colocación del compresor en el exterior. Otras áreas son los recintos para equipo mecánico, o cuartos de máquinas. Cada componente del equipo se instala por separado y se conecta en el lugar, en vez de haber sido fabricado como un paquete. Esto facilita el transporte y ubicación (ya que son dos piezas) en aquellas unidades de grandes capacidades, en las que el paquete se hace más difícil de trasladar.

Se puede contar con colocar un equipo split donde, dadas las condiciones del lugar o edificio, la línea de interconexión entre las unidades (condensador y evaporador) no sea mayor de 75 pies (23 metros). También en aquellas zonas

donde no es posible la utilización de ductos, se hace necesario el empleo del equipo split, ya que la tubería de interconexión no ocupa mucho espacio en cuanto a su diámetro, comparado con los ductos.

Hay ocasiones en que, dado el extenso trayecto entre la sala o recinto por climatizar y la unidad, el empleo de ductos resulta antieconómico; entonces es conveniente la utilización del equipo split, puesto que la interconexión entre condensador y evaporador se hace por medio de tubería, que resulta más económico.

3.2. Componentes básicos que conforman el equipo tipo split

Estos equipos se caracterizan por estar separados en dos partes, para que el ingeniero a cargo de la instalación pueda fijarlos en las zonas más adecuadas, según los requerimientos del área o edificio.

La figura 26 representa un equipo split de condensación por aire y en ella se muestran varios de sus componentes, con descarga directa al local a climatizar.

Figura 26. Componentes de un sistema partido

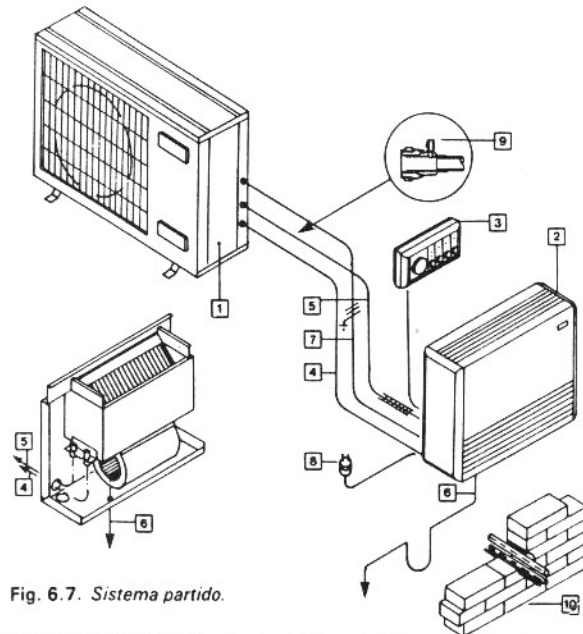


Fig. 6.7. Sistema partido.

1. Unidad condensadora. 2. Unidad climatizadora. 3. Control. 4. Línea de líquido. 5. Línea de aspiración. 6. Salida de condensados. 7. Cable de conexión eléctrica. 8. Cable de alimentación eléctrica. 9. Conexión para manómetros. 10. Pasamuros.

Fuente: Carnicer, Enrique. **Aire acondicionado**. Pág. 65

Los componentes básicos comunes a todos estos equipos son:

- Compresor
- Serpentín condensador
- Moto-ventilador del condensador
- Válvula termostática
- Serpentín evaporador
- Moto-ventilador del evaporador
- Tubería de interconexión (de baja y alta presión)

El serpentín condensador tiene la función de condensar el refrigerante proveniente del compresor.

El moto-ventilador del condensador es el que hace pasar, a través del serpentín condensador, el aire necesario para que exista la condensación (extracción de calor del refrigerante).

El serpentín evaporador es donde el refrigerante se evapora, extrayendo así el calor del aire del recinto por acondicionar.

La función del moto-ventilador del evaporador, es hacer pasar el aire del recinto a través del serpentín evaporador.

La tubería de interconexión tiene la función de conectar la unidad condensadora con la unidad evaporadora, siendo una tubería de alta y otra de baja presión.

3.2.1. Elementos de la unidad compresora del equipo split

Los elementos de los que consta la unidad compresora de un equipo split, son:

- Conductos de aspiración
- Conductos de descarga
- Caja de bornes eléctricos
- Mirilla o visor del nivel de aceite
- Elemento de alimentación de aceite
- Válvula de servicio en succión
- Válvula de servicio en descarga

La cañería de aspiración, de baja presión, es aquella que viene del serpentín evaporador y por ella entra el refrigerante al compresor.

La cañería de descarga es de alta presión y por ella se conduce el refrigerante expulsado del compresor, hacia el serpentín condensador.

La caja de bornes eléctricos va montada en la carcasa del compresor y alimenta al motor de este.

El visor o mirilla de nivel de aceite es un dispositivo común a todas estas clases de compresores, mientras que en los herméticos raramente aparecen. Esta mirilla es indispensable, ya que por ella se puede verificar el nivel de aceite y a la vez ver sus características, como por ejemplo, si hace demasiado espuma o si está sucio.

El elemento de alimentación de aceite es indispensable ya que, cuando el sistema ha perdido aceite lubricante, se puede cargar la cantidad necesaria por esta conexión.

Las válvulas de servicio en succión y descarga son de mucha importancia, tanto para el compresor como para el circuito en si, puesto que cumplen la función de una llave (se puede abrir o cerrar). Son útiles también cuando se necesite hacer medición de presiones, completar carga de refrigerante, completar carga de aceite, entre otros.

3.2.2. Elementos de la unidad condensadora del equipo split

La unidad condensadora, que usualmente se sitúa fuera del recinto, consta de varios elementos, entre los cuales se encuentran (excluyendo el compresor):

- Compresor
- Moto-ventilador

- Serpentín condensador
- Protector del serpentín condensador
- Panel eléctrico
- Válvulas de control o servicio

El ventilador o ventiladores de los que consta determinada unidad condensadora son por lo común de aspas, y tienen la función de impulsar el aire del ambiente a través del serpentín condensador y descargarlo en la misma atmósfera.

El serpentín condensador ejerce la función de condensar el refrigerante, que llega a él a alta presión y temperatura.

El protector del serpentín condensador, como su nombre lo indica, tiene el propósito de resguardar el equipo condensador.

Del panel eléctrico se obtiene la energía para poder alimentar los motores de los ventiladores, para accionar algunos dispositivos o válvulas de control, presostatos, termostatos, entre otros.

Las válvulas de control o de servicio, son prácticamente llaves de cierre o apertura, para poder concentrar el refrigerante, en ciertas zonas en ocasión de efectuar alguna reparación, reduciéndose así la pérdida de refrigerante.

3.2.3. Componentes de la unidad evaporadora del equipo split

En la mayoría de casos, la unidad evaporadora se encuentra en el recinto a acondicionar, conectada con su unidad condensadora por medio de tubería.

Los principales componentes de esta unidad comprenden:

- Moto-ventilador
- Protector del ventilador
- Válvula termostática
- Serpentín evaporador
- Panel eléctrico
- Bandeja de condensado
- Tubería de drenaje

El moto-ventilador del evaporador tiene la función de hacer pasar el aire extraído del recinto a través del serpentín evaporador, donde el calor es absorbido por el refrigerante, y a la vez impulsar el aire al ambiente en cuestión.

Los protectores o protector del o los ventiladores axiales de aspas, a la vez que protegen a las aspas del ventilador, sirven como dispositivo de seguridad, para evitar que el personal a cargo del mantenimiento pueda tener contacto cuando estos están funcionando.

Para que pueda haber extracción de calor del aire del recinto a acondicionar, es necesario que en el serpentín evaporador exista evaporación del refrigerante.

El panel eléctrico provee de energía a los motores de los ventiladores del evaporador, al transformador, control de temperatura, etc.

En la bandeja de condensado, se deposita el líquido condensado del recinto.

La tubería de drenaje, tiene la finalidad de evacuar el condensado que se deposita en la bandeja de condensado. Esta tubería generalmente es de cobre.

3.2.4. Tubería y ductos

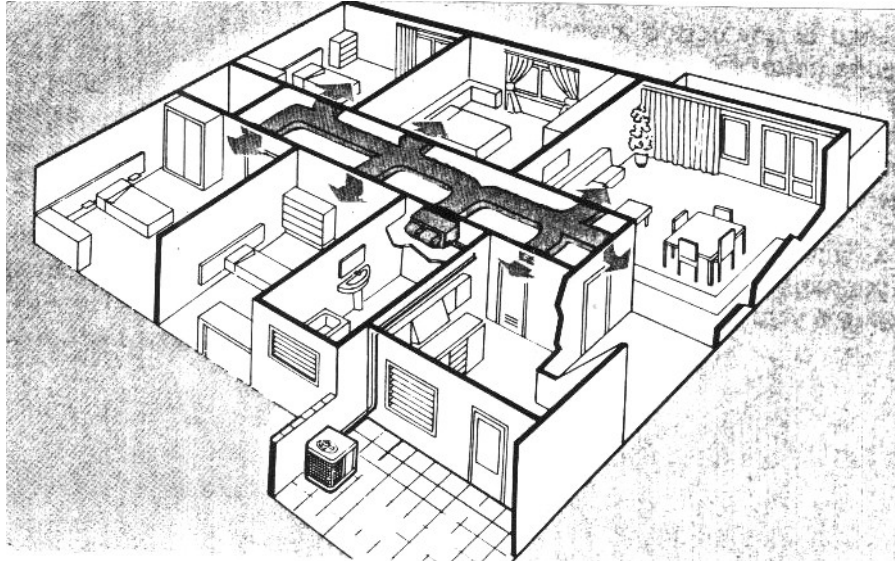
La tubería constituye la conexión entre la unidad condensadora y la unidad evaporadora, mientras que los ductos son los elementos que conducen el aire acondicionado hasta los recintos.

La función del sistema de tuberías de refrigeración, es proporcionar un conducto entre los componentes principales, para el líquido y vapor refrigerante. Los tubos utilizados en todos los trabajos de refrigeración, con excepción de algunos sistemas de absorción, son de cobre especialmente recocido.

Los tubos de cobre, para propósitos de refrigeración y aire acondicionado, varían en tamaño entre 3/16 pulgadas (0.48 cm) y 2 1/8 pulgadas (5.4 cm) de diámetro externo. El espesor de la pared para tubos de cobre blando, es de 0.035 plg. (0.09 cm), aunque hay dimensiones más pequeñas.

La figura 27 muestra un evaporador con ventilador diseñado para ser instalado en el cielo falso de ciertas áreas, como closets, corredores, baños, entre otros, donde el aire retorna a través de una rejilla en el cielo falso y el aire acondicionado es descargado a través de una rejilla dentro del recinto.

Figura 27. Unidad split instalada en el cielo falso.

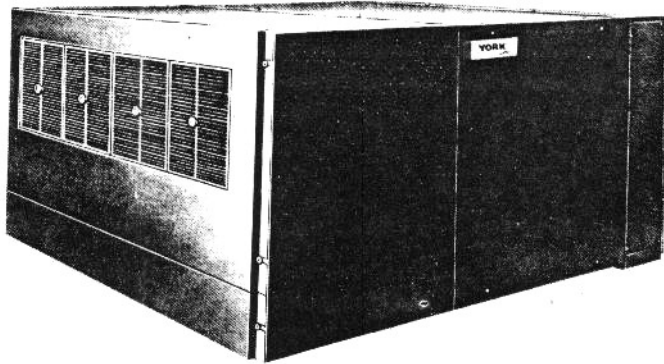


Fuente: Carnicer, Enrique. **Aire acondicionado**. Pág. 67

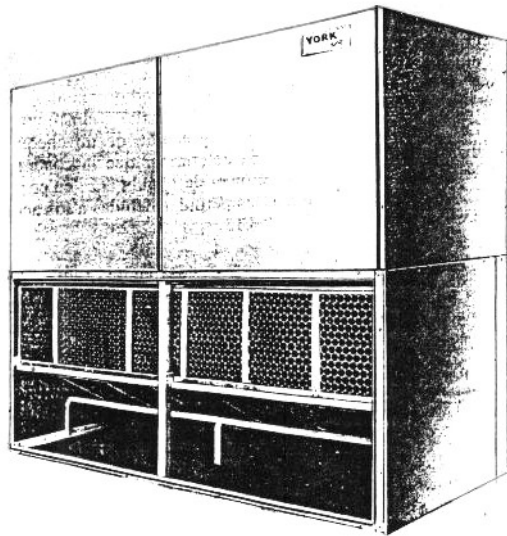
Hay unidades que se usan frecuentemente en aplicaciones comerciales pequeñas, con ductos o con un plenum de suministro para una distribución del aire con descarga libre.

La unidad manejadora interior puede ser de dos formas (ver figura 28). Las secciones de evaporador y ventilador horizontales (figura 28a), pueden suspenderse del techo para trabajar dentro del espacio, con descarga libre a un plenum, con rejillas de suministro, o pueden instalarse en un sitio remoto, llevando el aire acondicionado por ductos hasta el área de confort. Los modelos verticales (figura 28b), se instalan sobre el piso y pueden ser también de descarga libre o con ductos.

Figura 28. Sección de evaporador y ventilador: a) horizontal, b) vertical



a.



b.

Fuente: Instituto de refrigeración y aire acondicionado. **Manual de refrigeración y aire acondicionado.** Pág. 466.

La decisión entre descarga libre y ductos está basada en el análisis de costos, espacio, apariencia y tipo de local. Los almacenes grandes con espacios abiertos, son el caso típico de una aplicación de descarga libre,

mientras que las oficinas con muchas subdivisiones deben acondicionarse con ductos.

3.3. Función del equipo tipo split en un área determinada

Un sistema central, o armado, de acondicionamiento de aire emplea equipo situado en el lugar central de los recintos para equipo mecánico, o cuartos de maquinaria. Cada componente del equipo se instala por separado y se conecta en el lugar, en vez de fabricarse como paquete.

Dentro de la amplia gama de funciones del equipo tipo split en un área, están:

- Acondicionamiento para confort humano
- Laboratorios farmacéuticos
- Acondicionamiento para proceso de productos
 - Confitería
 - Pólvora
 - Café instantáneo
 - Textiles
 - Plásticos

La función principal de estos equipos es mantener condiciones tales en oficinas o recintos que el personal que trabaja en ellos se sienta confortable a cualquier hora del día. Las condiciones de confort se obtienen mediante el control simultaneo de temperatura, humedad, movimiento y pureza del aire acondicionado suministrado.

En el acondicionamiento industrial de aire (proceso de productos), el confort de los trabajadores es incidental pero, con frecuencia, las condiciones de diseño óptimas para el proceso, pueden ajustarse para coincidir con la zona de confort humano.

3.3.1. Acondicionamiento del área

Para determinar que es lo que se necesita o que es indispensable para el acondicionamiento de un área en particular utilizando el equipo split, es preciso establecer los requisitos de acondicionamiento.

Para definir las características de acondicionamiento del área, se toman en consideración los siguientes criterios:

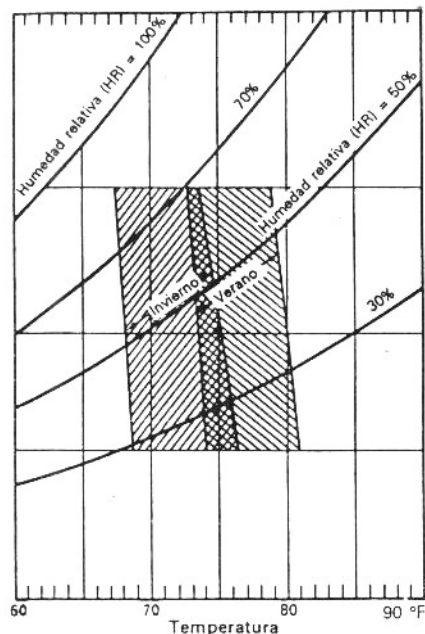
- Ubicación
- Dimensiones del local
- Número de ventanas, de que están hechas y sus dimensiones
- Clase de techo
- Clase de suelo
- Condiciones en ambientes colindantes
- El número probable de ocupantes y actividad que éstos desarrollarán
- Si hay máquinas que puedan producir calor
- Iluminación del local
- Puertas y arcos continuamente abiertos a un espacio no acondicionado, entre otros.

3.3.2. Temperatura a la cual se debe mantener el área

Para el área en consideración, es necesario mantener un rango de temperaturas aproximadamente de 75° a 78°F (24° a 26°C), ya que está ocupada por personal y la puerta se mantiene normalmente cerrada, y es un área cerrada donde entra poca claridad.

Existen ocasiones y condiciones en que estos rangos de temperatura pueden cambiar, por ello se ha creado una zona de temperatura y humedad de aire en interiores. La figura 29 muestra esta zona; se aplica a personas con ropa propia de verano o de invierno y con actividades sedentarias (estáticas).

Figura 29. Zonas de confort



Fuente: Edward, Pita. **Acondicionamiento de aire**. Pág. 9

Las zonas sombreadas de la figura 29, se llaman zonas de confort y señalan combinaciones de efectos según las cuales, al menos el 80% de los

ocupantes opinaría que el medio ambiente es confortable (hay zonas separadas para invierno y verano, con un ligero traslape).

Las zonas de confort se aplican a:

- Personas sedentarias o poco activas
- Utilización de ropa de verano como pantalones delgados y camisas de manga corta, o algo equivalente (0.5 clo, el clo es una unidad numérica derivada de la palabra inglesa clothing, (vestimenta)); y a ropa de invierno consistente en pantalones gruesos, camisa de manga larga y suéter o algo equivalente (0.9 clo)
- Movimiento de aire en la zona ocupada que no exceda 30 pies por minuto (FPM) en invierno, ni 50 pies por minuto en verano.
- Ciertas condiciones de radiación entre el ocupante y las superficies del recinto.

Con el fin de usar la figura 29 y precisar si determinado conjunto de condiciones es confortable, es necesario conocer la temperatura y humedad del aire en un recinto. A dicha temperatura se le llama técnicamente temperatura de bulbo seco (BS). La humedad se expresa, con frecuencia, como porcentaje de humedad relativa (% HR).

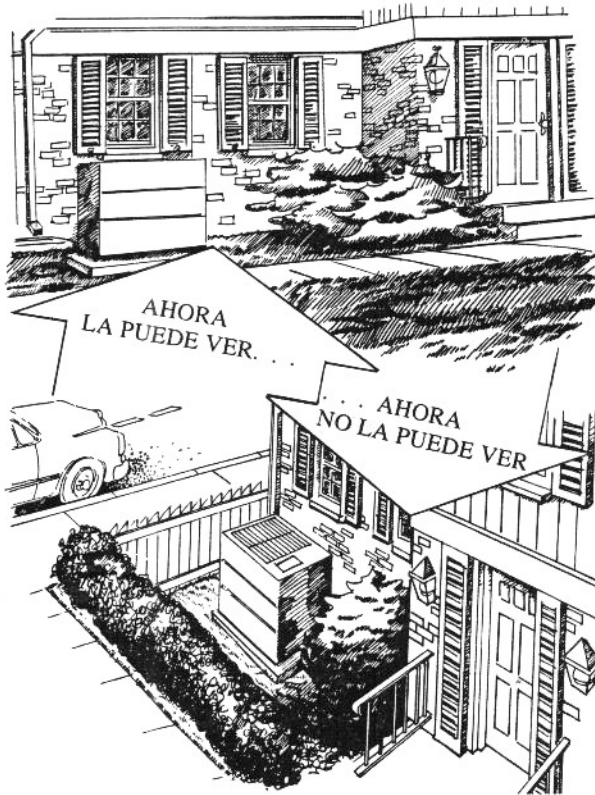
4. DIFERENCIAS A CONSIDERARSE ENTRE UN EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO TIPO PAQUETE Y UN SPLIT

4.1. Factores a tomar en consideración para la selección de un equipo split

Para poder seleccionar un equipo split se consideran varios factores, entre los cuales están:

- La gran adaptación a las muchas variaciones de la técnica de la construcción.
- Las unidades condensadoras pequeñas no presentan, por lo general, problemas para la estructura del edificio, ya que el peso por pie cuadrado es relativamente bajo.
- Es fácil encontrar un espacio disponible para la unidad condensadora, como se ve en la figura 30.
- La longitud de las líneas de refrigerante y estética de éstas (en comparación con los ductos).
- Para un equipo mini split, la conexión de tubería entre condensador y evaporador puede hacerse por medio de acoples rápidos y no utilizar soldadura de plata (si la longitud entre éstas es corta).
- Los modelos verticales para descargar hacia arriba o hacia abajo, son fácilmente adaptados para instalación en un closet.

Figura 30. Unidad condensadora exterior



Fuente: Instituto de refrigeración y aire acondicionado. **Manual de refrigeración y aire acondicionado.** Pág. 459

- Pueden, o no, ser instalados con ductos (en el caso de los mini split)
- Es posible elegir entre varios tipos de serpentines evaporadores. Estos pueden ser de un solo circuito, de doble circuito, de cara dividida, de filas divididas o de cualquier combinación de estas alternativas
- Puede controlarse la cantidad de aire acondicionado en determinado recinto, por un control termostático
- Se usan en muchas aplicaciones especiales en que es necesario un control ajustado de temperatura y humedad.
- Espacio de montaje.

- Facilidad de transporte en cuanto a trasladar las unidades dentro del edificio. Es más fácil movilizar la unidad evaporadora y condensadora separadamente, que en un solo conjunto.
- Distancia entre el condensador y el área que se hace necesario acondicionar.
- Comodidad del usuario en cuanto a controlar la unidad (control remoto en el caso del equipo mini split)

4.1.1. Temperatura a la cual se va a trabar el recinto

Hay diversas aplicaciones en las que se usa el equipo split, entre las cuales esta el aire acondicionado para: confort humano, bibliotecas, laboratorios, hospitales, bancos, tiendas, estudios de radio y televisión, museos, entre otros.

Estos espacios acondicionados necesitan diversas temperaturas y humedad relativa y dependiendo del tipo de aplicación así serán las condiciones a las cuales se mantendrá el recinto, como se observa en la tabla II; esta información es útil para seleccionar el equipo.

Tabla II. Condiciones de temperatura y humedad para varios procesos

Industria	Operación	Temperatura deseable F	Humedad relativa deseable
Cocción	Pastelería	70	50
	Fermentación de la masa	80	78
	Mezcladora	75	55-70
	Cajas de demostración	80-90	80-90
Cervecería	Fermentación en tinas	44 a 50	50
Cerámica	Cuarto de moldeo	80	60
Confeccionería	Cubierta de chocolate	60-65	50-55
	Empacado	65	50
	Almacenamiento	60-68	50-60
Eléctrica	Aislamiento del arrollamiento	104	5
	Fabricación del tejido para cubrir el alambre	60-80	60-70
Alimentos	Preparación de cereales	60-70	38
	Preparación de macarrón	70-80	38
	Sazonado de carnes	40	80
Pieles	Almacenamiento	28-40	25-40
Pinturas	Secado con aire, de barnices	70-90	25-50
	Secado con aire, de pinturas	60-90	25-50
Papel	Almacenamiento	60-80	35-45
Imprenta	Encuadernación	70	45
	Cuarto de prensas	75	60-75
Jabón	Secado	110	70
Textiles	Veloces para algodón	75-80	60-66
	Trociles para algodón	60-80	60-70
	Telares para algodón	68-75	70-80
	Trociles para rayón	70	85
	Trociles para seda	75-80	65-70
	Telares para seda	75-80	60-70
	Cardas para lana	75-80	65-70
	Telares para lana	75-80	50-56
Tabaco	Fabricación de puros	70-76	55-65
	Ablandamiento	90	85

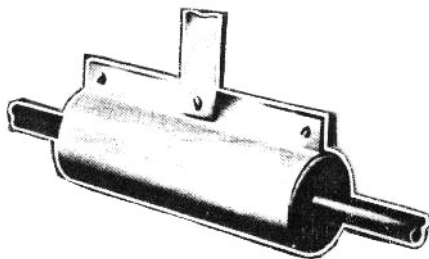
4.1.2. Distancia entre el recinto a aclimatar y el equipo

En muchos apartamentos, es difícil encontrar un espacio exterior para instalar la unidad distinto del techo; bajar los ductos a través de varios pisos no es una consideración práctica cuando se compara con la alternativa de colocar líneas de refrigerante (propias del equipo split).

El área o sección de las tuberías es de seis centímetros aproximadamente, en cuanto a su diámetro, mientras que el sistema de ductos ocupa gran espacio debido a su mayor área. Y cuando existe gran distancia entre el equipo y el área por acondicionar, se ve antiestético comparado con la tubería.

Para una distancia grande de ductos, el aislamiento resulta antieconómico y trabajoso, mientras que en tuberías esto se facilita. En la figura 31, se observa el aislamiento de la tubería y su soporte.

Figura 31. Aislamiento y soporte de la tubería



Fuente: Instituto de refrigeración y aire acondicionado. **Manual de refrigeración y aire acondicionado**. Pág. 470.

4.1.3. Factibilidad de colocación del drenaje del evaporador

Para estos equipos (split) debe ser realizable la colocación de las líneas de drenaje, ya que las unidades evaporadoras constantemente están condensando humedad. Esta tubería debe colocarse a partir del agujero que la bandeja tiene para este propósito, y su instalación debe ser siempre la adecuada, dejando un pequeño ángulo de declive y un sifón para que la presión atmosférica no afecte el flujo del fluido, como en la figura 32.

Figura 32. Colocación de la tubería de drenaje

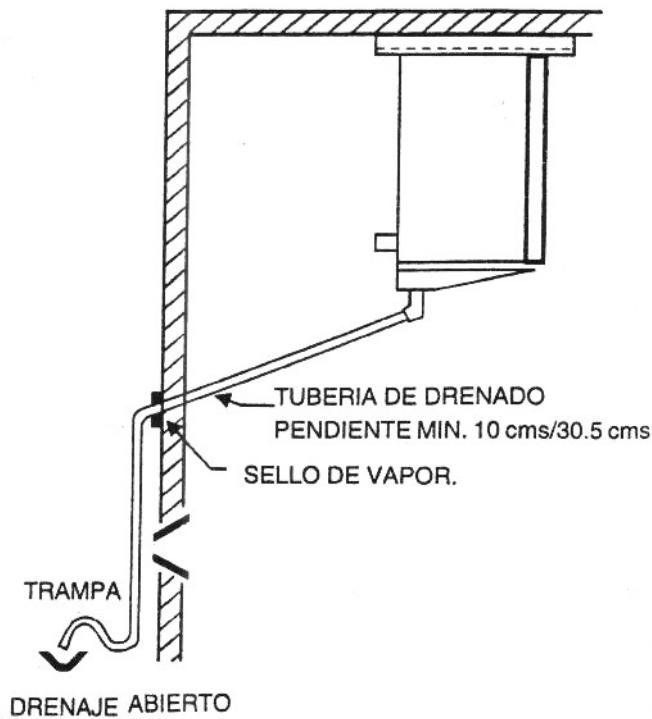


Figura 32 manual fabricante

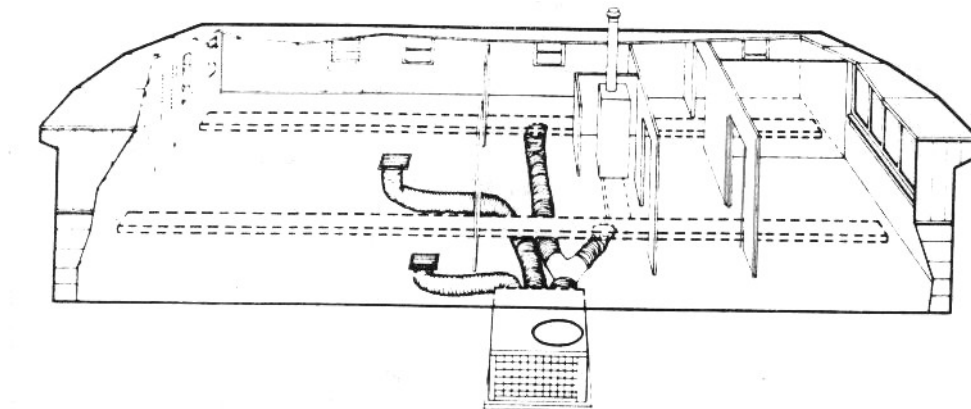
Las líneas de drenaje del condensado deben manejarse con cuidado, ya que una obstrucción puede causar un rebalse que dañaría el cielo falso o la pared en que esté colocada la unidad evaporadora.

Todos los equipos mini split tienen bandejas de condensado adecuadas para recolectar el agua. Una manguera plástica de bajo costo se emplea para llevar el condensado hasta el desagüe o tubería de drenaje más próximo.

4.2. Factores a tomar en consideración para la selección de un equipo tipo paquete

- a) En el caso de equipos pequeños, la unidad acondicionadora se monta sobre una losa de concreto para casas prefabricadas. El sistema puede desconectarse y transportarse hasta una nueva localización, sin mucha dificultad. Ver figura 33.

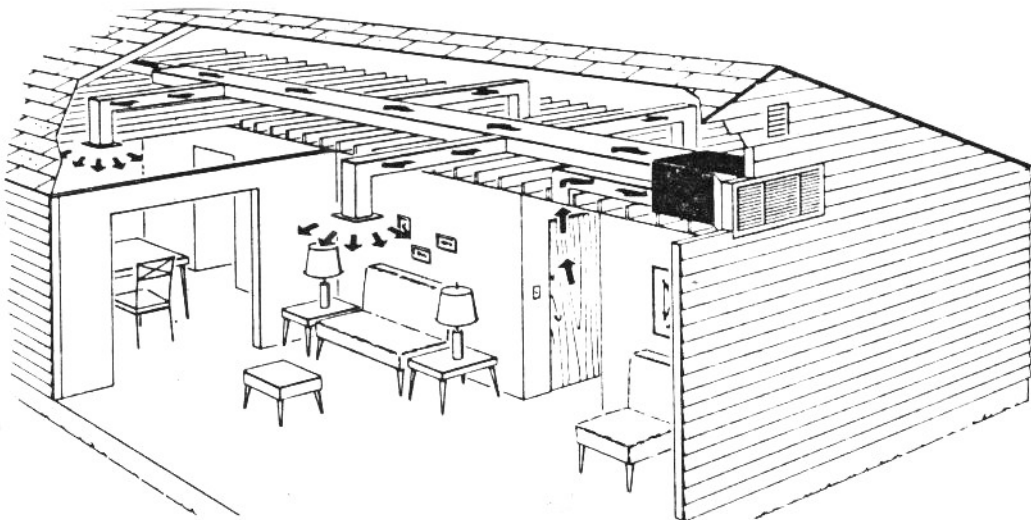
Figura 33. Unidad paquete pequeño transportable



Fuente: Instituto de refrigeración y aire acondicionado. **Manual de refrigeración y acondicionado**. Pág. 451.

- b) En una residencia, la unidad se puede montar sobre una losa de concreto a nivel del suelo, con ductos que viajan por el sótano o por el sub-piso. Esto constituye la manera más común para incorporar enfriamiento a una casa ya construida. Pueden instalarse fácilmente en el ático, garaje o antejardín, donde las casas tienen pisos de concreto. Ver figura 34.

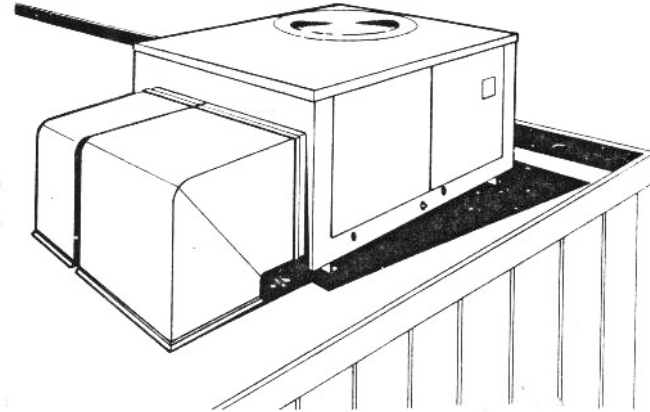
Figura 34. Equipo paquete instalado en el ático.



Fuente: Instituto de refrigeración y aire acondicionado. **Manual de refrigeración y acondicionado.** Pág. 450.

- c) En instalaciones comerciales pequeñas, como en la figura 35, la posibilidad de montar la unidad en un techo, con ductos cortos para suministro y retorno, permite que los costos sean mínimos y el mantenimiento, muy sencillo.

Figura 35. Equipo paquete instalada en el techo



Fuente: Instituto de refrigeración y aire acondicionado. **Manual de refrigeración**

Y acondicionado. Pág. 450.

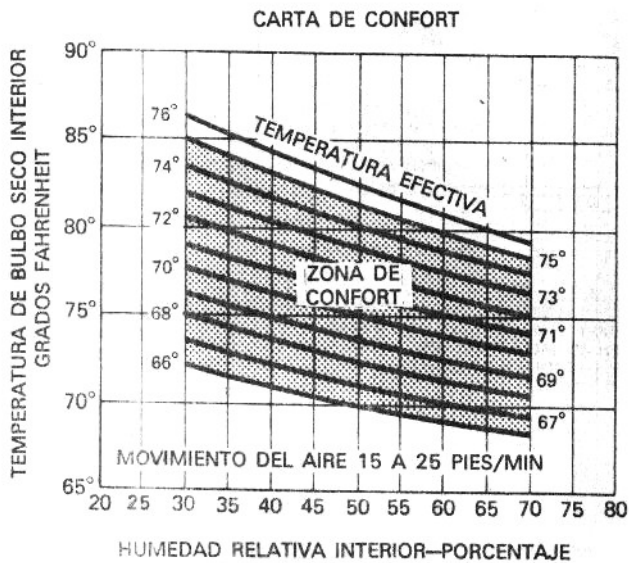
- d) Las unidades paquete compactas tipo gabinete vertical, enfriadas por aire para adaptación a aberturas de ventana al exterior son fáciles de trasladar y colocar en el interior de edificios existentes; las hay de 7 ½ hasta 20 toneladas.
- e) Estas unidades (paquete) son ensambladas y ensayadas en su totalidad en la fábrica y son relativamente fáciles de instalar, con un mínimo de trabajos eléctricos. No hay forma de que en las tuberías entre suciedad, ya que vienen ensambladas de fábrica.
- f) Las unidades paquete son de fácil mantenimiento en equipo de instalación exterior, puesto que no es necesario ingresar a las oficinas o desmontar parte del cielo falso, para tener acceso a ellos. Se encuentran en mayores rangos de capacidades.

5.2.1. Temperatura a la cual se debe mantener el recinto a acondicionar

En toda aplicación del acondicionamiento de aire, sea para confort humano, industrial o comercial, existen rangos de temperatura que se deben mantener, mismos que tendrán incidencia en el equipo a seleccionar.

Con una velocidad de aire dada, varias combinaciones de temperatura de bulbo seco y humedad relativa proporcionan la misma sensación de confort al 90% de la gente. Así, pudo construirse una zona de confort, como la de la figura 36.

Figura 36. Zona de confort



Fuente: Instituto de refrigeración y aire acondicionado. **Manual de refrigeración y aire acondicionado**. Pág. 372.

De la zona de temperaturas efectivas, sombreada, puede determinarse qué temperaturas de bulbo seco y humedad relativa producirán ese resultado. Nótese que a mayor humedad, más baja puede ser la temperatura de bulbo seco.

Esta carta es representativa de las condiciones encontradas en casas, teatros, oficinas, entre otros, sin embargo no es completamente precisa para condiciones en almacenes, bancos, droguerías y situaciones similares en donde los largos períodos de ocupación, combinados con rápidos cambios en temperatura y movimiento del aire, harán variar la temperatura efectiva experimentada. La temperatura a la cual es recomendable mantener un recinto, está entre los 22° y 27°C. (72 - 81°F), con humedad relativa entre 40 y 60%.

Cuando se diseñan sistemas, se deben consultar las recomendaciones del productor específico, la asociación comercial.

5.2.2. Distancia entre el recinto a aclimatar y el equipo

Cuando la distancia o separación entre el equipo paquete y el área a aclimatar es muy pequeña o corta, entonces es factible la instalación de ductos. Si en el edificio o área por acondicionar, el diseño físico permite la colocación y el peso del equipo en su terraza, y si el edificio es de pocos niveles, es posible la colocación de estos equipos.

Cuando la instalación de los ductos se puede hacer atravesando la pared o paredes del edificio o área por acondicionar, sin que haya un largo tramo entre el equipo y el área, igualmente procede utilizar el tipo paquete.

En síntesis se puede seleccionar una unidad paquete cuando la distancia o recorrido de los ductos no sea excesiva y si el lugar permite la colocación de aquella.

Si la longitud de ductos es muy grande, habrá una pérdida de energía del aire debido al rozamiento en las paredes del ducto, que resultará en disminución de la presión total. Esta pérdida de presión se conoce como pérdida, de carga o caída de presión.

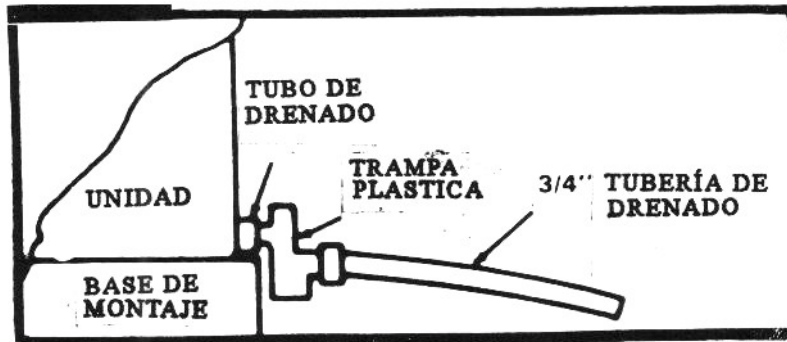
En el caso del equipo tipo ventana, tiene que ser mínima, ya que éste rara vez utiliza ducto o simplemente va montado en la ventana del local por acondicionar.

5.2.3. Colocación del drenaje

En los equipos de ventana, la eliminación del condensado se logra sin la instalación de tubería . El agua condensada se vaporiza mecánicamente y es eliminada con el aire de descarga del condensador.

En equipos mayores, la colocación del drenaje es fácil de realizar ya que las unidades se encuentran fuera del local por acondicionar. La línea de condensado generalmente es de material pvc y su diámetro, de $\frac{3}{4}$ de pulgada (1.91cm). Lleva una trampa para evitar una posible depresión en esta línea (ver figura 37).

Figura 37. Trampa en la línea de condensado para una unidad paquete

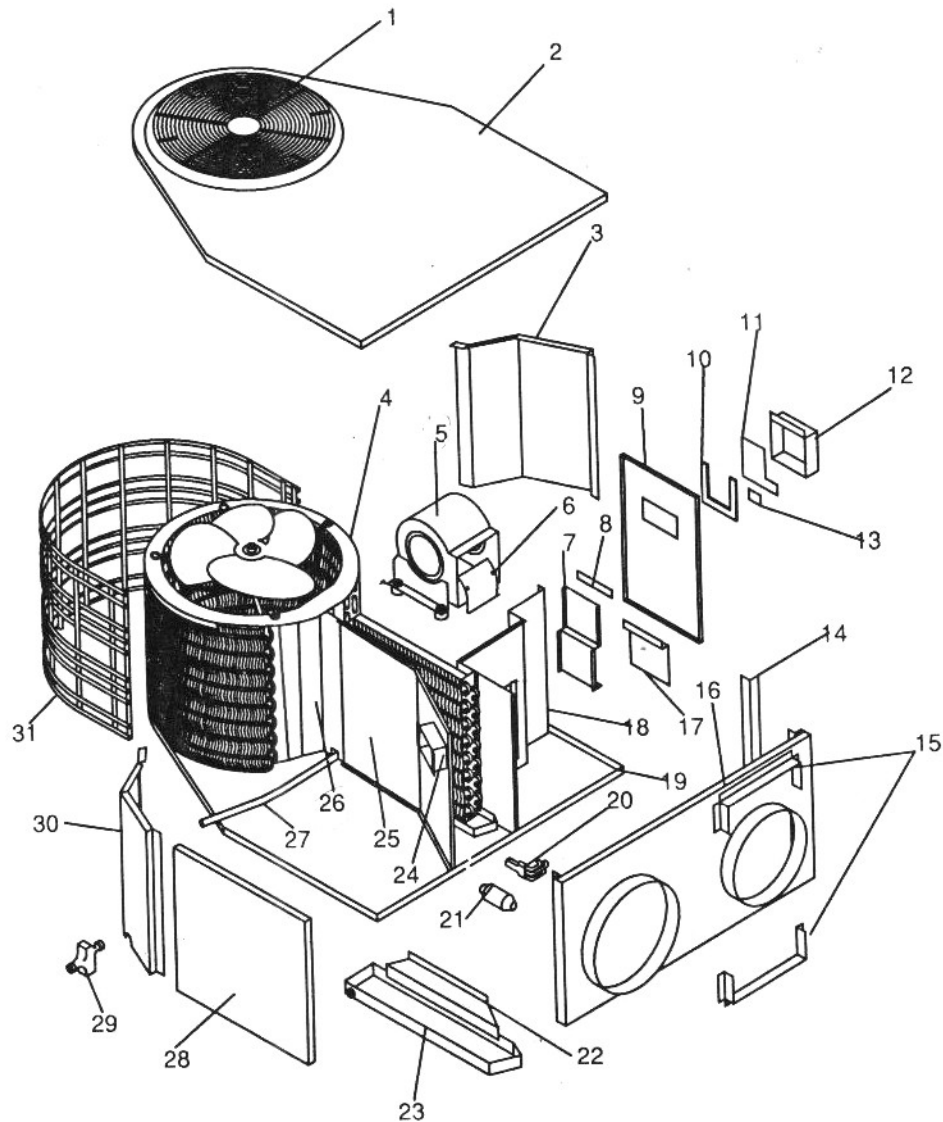


Fuente: Manual del fabricante. **Residential and mobile home package.** Pág. 7.

4.3. Diferencias más comunes entre los equipos tipo paquete y split, en el ámbito de componentes

Los componentes estacionarios del equipo paquete, a nivel general, aparecen en la figura 38.

Figura 38. Componentes que no tienen movimiento del equipo paquete



Fuente: Manual del fabricante. **Residential and mobile home package.** Pág. 20.

Y dentro de las partes funcionales, o que tienen movimiento se encuentran las de la figura 39.

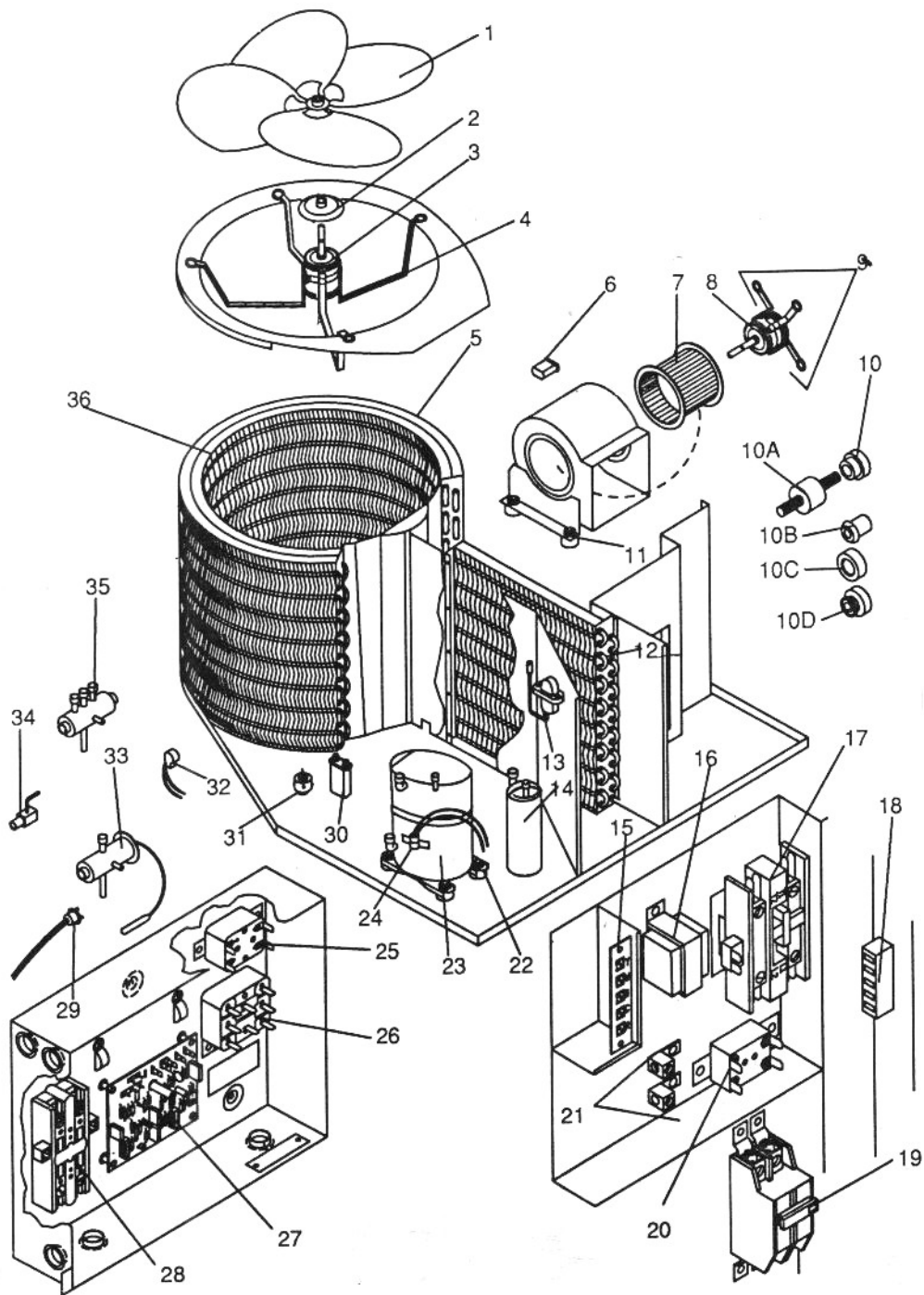
Listado de los componentes de la figura 38:

1. Rejilla de salida de aire del condensador

2. Panel superior
3. Panel o tapa del lado derecho
4. Serpentín condensador
5. Carcasa del ventilador
6. Panel obturador
7. Caja de control
8. Placa o lámina de soporte
9. Puerta de radiación de calor
10. Pestaña contra el agua
11. Lámina adaptadora
12. Puerta separadora
13. Lámina adaptadora
14. Soporte del lado izquierdo
15. Pestaña de ducto
16. Panel donde se acoplan los ductos
17. Panel tapador
18. Mamparo del soplador
19. Panel de base
20. Tubo de caída
21. Soporte de arranque
22. Desviador de agua
23. Bandeja de condensado
24. Caja de control
25. Panel de accesorios
26. Panel divisor
27. Tubo de drenaje
28. Panel de acceso al compresor
29. Trampa de drenaje
30. Panel del lado izquierdo

31. Protector del condensador

Figura 39. Partes del equipo paquete que realizan algún movimiento



Fuente: Manual del fabricante. **Residential and mobile home package. Pág. 22.**

Componentes de la figura 39:

1. Aspas del ventilador
2. Eslinga
3. Motor del ventilador del condensador
4. Elemento de montaje del motor
5. Anillo exterior del condensador
6. Capacitor
7. Ventilador
8. Motor del ventilador del evaporador
9. Elemento de montaje del motor
10. Rotor del motor
11. Montaje de la carcasa del moto-ventilador
12. Serpentín evaporador
13. Interruptor de alta presión
14. Capacitor
15. Caja de bajo voltaje
16. Transformador
17. Bloque de terminales de alto voltaje
18. Terminales del moto-ventilador
19. Interruptor automático del circuito contactor
20. Relevador
21. Tierra del circuito
22. Montaje del compresor
23. Compresor
24. Alimentación de corriente eléctrica
25. Relevador
26. Relevador de descongelo

27. Control de descongelo
28. Contactor
29. Sensor de deshielo
30. Capacitor
31. Arrancador
32. Solenoide del ventilador
33. Válvula de expansión
34. Válvula cheque
35. Válvula de reversa
36. Serpentín condensador

El equipo split cuenta con componentes similares a los del equipo paquete, con la diferencia que en aquel, parte de los componentes se encuentran en la unidad condensadora y otros en la unidad evaporadora.

La diferencia más marcada entre estos equipos es que, en el tipo split, la unidad condensadora y la evaporadora se encuentran unidas por tubería de cobre, mientras que en los equipos paquete ya vienen ensambladas en un solo conjunto. Por tanto, en el equipo split no se cuenta con los elementos siguientes que sí aparecen en el equipo paquete:

- Panel del lado derecho
- Mamparo del soplador
- Panel divisor
- Desviador de agua.

Para mejor visualización, ver figuras 38 y 39 .

5. FACTORES QUE SE TOMARON EN CONSIDERACIÓN PARA LA SELECCIÓN DEL EQUIPO SPLIT

Esta parte expone las consideraciones preliminares y aspectos del proyecto, en cuanto a la selección del equipo split de acondicionamiento de aire.

La selección de un sistema específico para aplicarlo a determinados locales o edificios, es una decisión crítica que debe asumir el ingeniero. De ella depende la satisfacción del cliente y del ocupante, así como la conveniencia de adaptación del sistema al edificio que se sirve. Deben analizarse, seleccionarse y coordinarse muchos factores.

El proyectista debe apreciar correctamente las condiciones del edificio o espacio acondicionado, definir el problema, valorar las características del edificio, condiciones climáticas, y ganancias o pérdidas de calor interno. La valoración de la carga máxima (en esta aplicación, el término carga significará carga térmica, esto es, de ganancia o pérdida de calor transmitida al edificio o desde éste, incluyendo ganancias internas), el comportamiento de esta carga en condiciones parciales, y la capacidad térmica de la estructura del edificio, constituyen elementos decisivos para la elección del sistema de acondicionamiento adecuado.

5.1. Condiciones físicas en el diseño

Es obligado replantearse la arquitectura del local para resolver mejor la disposición y ubicación del equipo.

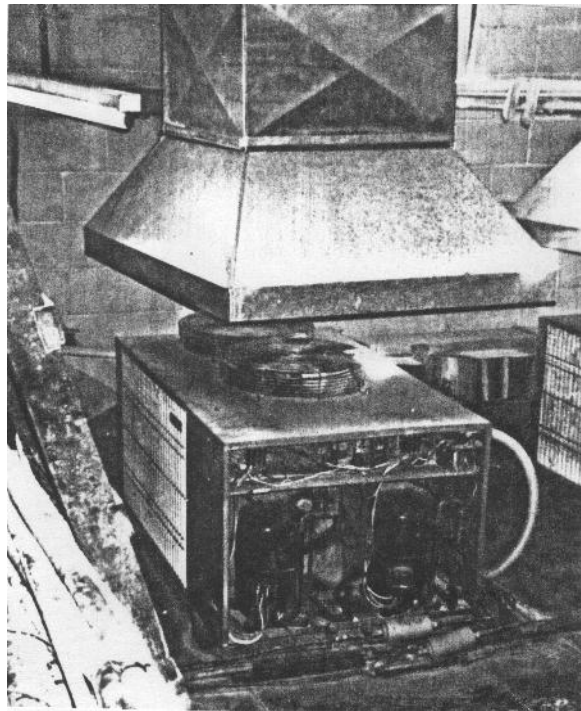
Muchas de las dificultades que enfrentan los diseñadores, instaladores y encargados de mantenimiento de sistemas de acondicionamiento de aire, se relacionan con problemas de la construcción.

Cada espacio (local) o edificio presenta una situación particular que hay que resolver. No existe una solución universal en la selección de un sistema, incluso después de haberse definido, evaluado sus circunstancias físicas y haber establecido las necesidades en cuanto a refrigeración (aire acondicionado).

El ingeniero debe de considerar la estructura, su conducta en cuanto a la capacidad térmica y la respuesta que, de acuerdo con ella, tendrá el sistema. Debe comprender la interacción entre el edificio o espacio acondicionado y las cargas térmicas internas y externas, así como la compensación de estas cargas a través del sistema. Debe llegar a la conclusión de que el equipo, los elementos de control y el edificio, forman un conjunto indivisible cuya acción debe coordinarse para conseguir el éxito de la instalación.

Tomando en consideración que el edificio en el cual se montó el equipo es una estructura metálica (sin terraza), se tuvo que diseñar una plataforma para montar el condensador, de modo que quedara en el área mejor ventilada posible; y para su mejor eficiencia de trabajo, se le instaló un sistema de extracción (ver figura 40). Todo condensador tiene que ubicarse en áreas ventiladas y por ello se realizó su montaje sobre una plataforma, elevada puesto que con el condensador a nivel del suelo, el calor proveniente de procesos dentro del edificio hubiera afectado su buen funcionamiento.

Figura 40. Montaje del condensador y su extractor

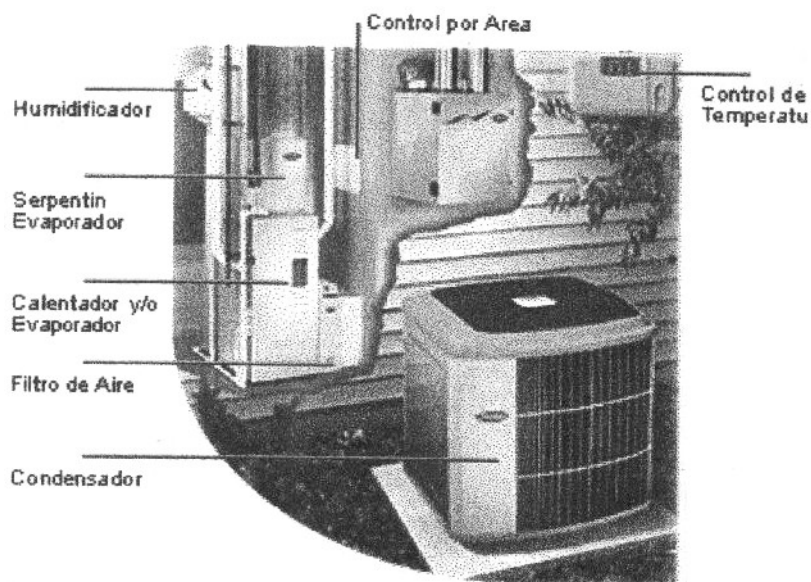


Fuente: fotografía del condensador. **Área en consideración**

El condensador se instaló sobre una base a 35cm. del suelo, y con espacio libre a su alrededor de 1.5m., con el fin de facilitar la toma de aire para la condensación y las labores de mantenimiento.

La unidad evaporadora se colocó en posición vertical, sobre una base en el piso (similar a la figura 41) puesto que, de quedar en posición horizontal, tendría que instalarse sobre el cielo falso, donde no existía el espacio necesario. Adicionalmente, se hubiera dificultado la operación de mantenimiento subsiguiente.

Figura 41. Montaje de la unidad evaporadora



Fuente: Internet. www.Carrier. Pág. 1.

Debido al tipo de construcción del edificio, el sistema de ductos de descarga y de retorno está soportado a la estructura metálica, con varillas desde el techo, las que sostienen una base de metal sobre la cual descansa el ducto. Para la distribución del ducto central a los difusores, se utilizó ducto flexible.

5.2. Criterios de selección final

Las distintas aplicaciones de los sistemas de acondicionamiento de aire destinados al confort humano, pueden dividirse en dos grandes grupos, en relación con la función que van a desarrollar sus ocupantes. Esta función puede ser simple o múltiple.

Respecto a los ocupantes que realizan una misma actividad, puede tratarse de individuos aislados o de grupos humanos que desarrollan un mismo quehacer de trabajo, oración, descanso, o diversión. La característica predominante, es la existencia de una sola zona de control ambiental. Ejemplos de este caso incluyen una habitación, residencia o una gran zona libre, con o sin divisiones.

La zona grande puede ser un espacio destinado a oficinas, restaurantes, salón de belleza, etc. , situada a veces en un pequeño edificio individual. Una estructura mayor puede ser una iglesia, teatro o auditorium. La característica principal es un edificio con uno o más espacios libres y amplio, que constituyen la superficie mayor de la zona por acondicionar.

En lo tocante a los ocupantes que realizan actividades distintas, se hace mención a un grupo que se ha recogido en un edificio de varios pisos y varias habitaciones, para desarrollar labores diferentes. Los edificios pueden tener un objetivo único: venta de comestible, grandes almacenes, bibliotecas, museos, laboratorios de investigaciones, escuelas, fábricas, entre otros. Los de varias plantas suelen ser hoteles, hospitales, apartamentos, edificios de oficinas, entre otros.

A este grupo de instalaciones, pertenecen también aquellos edificios en los que están concentradas diversas actividades, como tiendas, colegios, oficinas, apartamentos, etcétera.

Cuando un ingeniero asume un proyecto para un edificio ya construido, poco puede hacer para modificar su estructura, tanto para reducir la carga térmica como para adaptarle un sistema adecuado. Existen, por lo tanto, ciertas circunstancias que limitan su actuación.

Si se trata de un edificio en proyecto, se dispone de más libertad para trabajar en equipo el encargado de la construcción y el ingeniero responsable de la instalación del equipo. Entre ambos pueden diseñar una estructura aceptable y agradable desde el punto de vista arquitectónico y acústico, sin perder de vista la posible reducción en la carga de acondicionamiento. En este caso, es fundamental que el edificio tenga una orientación adecuada, en lo que respecta a la exposición solar y las sombras internas y externas.

Habrá que tener en cuenta el espacio necesario para el equipo de acondicionamiento y para la transmisión y distribución de los efectos de refrigeración.

A modo de ejemplo, se dice que la ganancia de calor por radiación solar a través de 15m^2 de cristal en la cara oeste de un edificio, necesita aproximadamente $3,024\text{ kcal/hr.}$, mientras que si el cristal está en la pared norte, solamente necesita 302 kcal/hr.

La selección de las condiciones internas para un local o edificio, determinan la carga térmica que deberá absorber el sistema de acondicionamiento. El comportamiento de esta carga térmica se delimita por el factor de diversidad que puede aplicarse a los ocupantes, iluminación y cualquier otro elemento capaz de producir calor o de eliminarlo.

Cuanto más pequeño sea el espacio, menor será la diversidad; un sistema de acondicionamiento aplicado a un solo espacio tendrá en cuenta la carga instantánea. Sin embargo, al aumentar el tamaño, las necesidades de refrigeración aumentan y se puede aplicar un factor de diversidad mayor.

Aunque los edificios de oficinas están ocupados principalmente durante períodos de 8 a 10 horas, y algunas oficinas están ocupadas por la noche, el sistema de acondicionamiento debe trabajar normalmente unas 16 horas, por lo menos. Si se proyecta el sistema para las condiciones extremas, el funcionamiento del mismo debe ser de 24 horas, lo que resultará un equipo más económico.

El proyecto de una instalación de aire acondicionado, es relativamente sencillo en lo que se refiere al cálculo de las pérdidas y ganancias térmicas internas del local a tratar, del volumen de aire a manejar, de la temperatura, grado higrométrico del mismo, todo ello con el margen apropiado para contrarrestar las ganancias o pérdidas de calor aportadas al local.

No obstante, su realización práctica tropieza con una serie de inconvenientes para la correcta aplicación del resultado de los cálculos y su amortización con las condiciones realmente existentes en el local, o en los departamentos en los que se interviene modificando los factores ambientales.

El éxito estará asegurado si se logra elegir el procedimiento que vaya más acorde con el problema a resolver. Para ello, se tiene presente lo siguiente:

1. Clase de local y servicios a que está destinado. No es lo mismo acondicionar una oficina en donde se reúne un número apreciable de personas para desarrollar un trabajo y, por consiguiente, con importantes aportaciones de calor sensible y de calor latente, que acondicionar un local de comercio donde se mezcla el trabajo del personal empleado con las continuas entradas y salidas de los clientes, lo que ocasiona, como consecuencia de la apertura de puertas, un flujo de aire exterior que se mezcla con el aire acondicionado para formar un todo común, precisamente en el interior del local.
2. El pre-ambiente o ambiente natural. Es decir, el ambiente, temperatura, humedad, etc., que rodea el local a estudiar, lo que nos permitirá evitar cambios atmosféricos demasiado bruscos.
3. Instalaciones ya existentes de calefacción y ventilación. Ellas nos pueden restar o sumar calorías.
4. Avenencia o acuerdo con su arquitectura. Es obligado analizar la arquitectura del local, para definir cómo resolver mejor la disposición y ubicación de los equipos.
5. Gastos de instalación y mantenimiento. El dato más importante para todo el proyecto de proveer temperatura artificial, tanto en acondicionamiento por calefacción como por refrigeración, es la pérdida o ganancia de calor experimentada en el local objeto de estudio, y de estos cálculos se obtiene

la potencia calorífica, o la frigorífica, requerida por la instalación y su consumo.

Existen pues, determinados factores que afectan el definir las potencias frigoríficas o caloríficas, denominadas cargas térmicas o, más sencillamente, cargas.

Los agentes que son origen de las cargas térmicas pueden enumerarse como sigue:

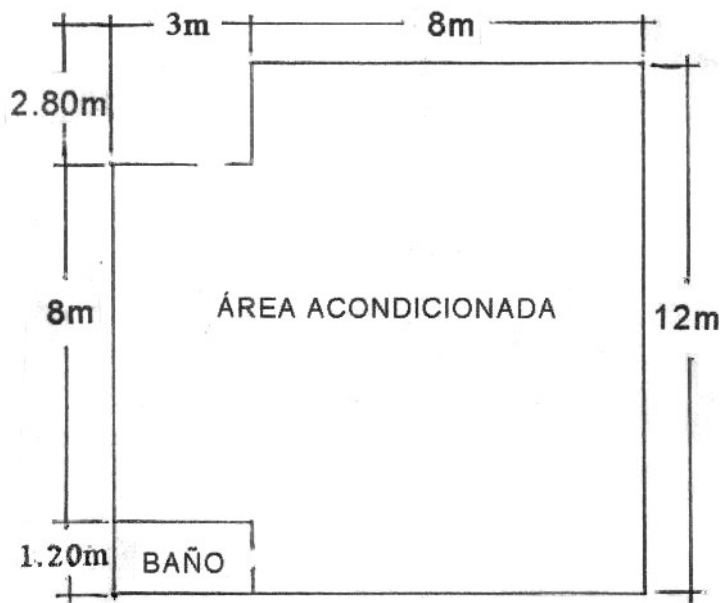
- Construcción del edificio, su orientación y ubicación geográfica
 - Cerramientos opacos: muros, tejados, cubiertas y tabiques.
 - Cerramientos semitransparentes: vidrio principalmente.
 - Efecto solar: ganancia de calor por radiación solar.
 - Condiciones del ambiente exterior
- Ocupantes. Calor emitido por los ocupantes de un local
- Iluminación. Aparatos de alumbrado
- Equipo eléctrico (motores, hornillos, etc.)
- Ventilación o infiltración. Entrada de aire exterior por rendijas y puertas.

Para facilitar el cálculo de las pérdidas y ganancias de calor es recomendable, al proyectar una instalación de aire acondicionado, llenar un cuestionario, en el que se incluyen todos los datos que puedan afectar al cálculo del intercambio calorífico.

Dentro de los criterios que se consideraron para la instalación de este equipo tipo split, el más importante correspondió a las condiciones físicas del edificio ya que se requería un equipo cuyo evaporador se instalara fuera del ambiente a acondicionar y el condensador dentro del edificio.

Además, se tomó muy en cuenta el espacio a tratar (ver figura 42), la temperatura y humedad relativa deseadas. Como el ambiente es un área de oficinas, se necesitaba que el equipo produjera el menor ruido posible, esto se logró dejando el evaporador fuera del recinto.

Figura 42. Área y dimensiones del local acondicionado.



Fuente: Esquema realizado del área en consideración.

La selección del equipo split, con su evaporador ubicado fuera del ambiente acondicionado, no interrumpe la actividad de sus ocupantes cuando se realizan rutinas de mantenimiento o reparaciones.

CONCLUSIONES

1. Un líquido en ebullición absorbe continuamente calor de cualquier objeto colocado cerca de él. La temperatura del líquido no aumenta, puesto que el calor que absorbe se utiliza para vaporizar el líquido (calor latente de vaporización); por tanto, es posible la recuperación continua mientras se disponga de un líquido para la vaporización.
2. El paso fundamental para seleccionar un sistema de acondicionamiento de aire es la correcta valoración de la carga térmica, para realizar esto es preciso efectuar un análisis del edificio.
3. La diferencia más marcada entre los equipos paquete y split es que, el tipo paquete forma un solo conjunto mientras que el split está compuesto por una unidad interior (evaporador) y una unidad exterior (condensador) unidas por cañerías.
4. Para que los ocupantes del recinto se sientan confortables, el equipo debe ser capaz de controlar la temperatura, humedad, velocidad, ruido y limpieza del aire.
5. La ubicación adecuada del equipo y la atención a distintos principios y factores, inciden directamente en el funcionamiento y eficiencia del mismo. Cuando no se toman en cuenta, podría también reducirse la vida útil del equipo de aire acondicionado.

6. El movimiento del aire es importante, dado que la transferencia de calor por convección desde el cuerpo depende de la velocidad del aire que se mueve sobre él.

7. Se deben seguir todas las especificaciones y recomendaciones del fabricante de los diferentes componentes del sistema de aire acondicionado y además seleccionarlos adecuadamente, según la aplicación, para lograr su finalidad primordial, que es mantener el confort humano.

RECOMENDACIONES

1. Siempre que la unidad evaporadora se instale a nivel del condensador o por encima de éste, los tubos de la línea de succión y de la línea líquida deberán ir por encima del evaporador y hacerla bajar al condensador, manteniendo el tubo aislado de la estructura a fin de formar un lazo invertido. Esto se hace para evitar que el líquido refrigerante pase al compresor (ver figura en anexo)
2. La máxima altura que el evaporador deberá tener por encima del condensador es de 6 metros. El peso de la columna de líquido por sobre los 20 pies, podría producir una caída excesiva de presión y un funcionamiento deficiente.
3. Cuando el evaporador está 3 metros abajo del condensador, (ver figura en anexo), la línea de succión debe tener una trampa de aceite cerca del evaporador para facilitar el retorno de aceite al compresor. La trampa no se requiere si el evaporador está a menos de 3 metros por debajo del condensador.
4. Al instalar, un equipo paquete tipo ventana, deberá dársele una ligera inclinación (5° aproximadamente) hacia el exterior, para facilitar la evacuación del agua condensada en el evaporador.
5. Los tamaños estándar de las líneas deben quedar dentro de una elevación de la succión de 30 pies y la longitud máxima de las líneas de succión y de líquido debe ser 50 a 75 pies.

6. Instalár el bulbo externo en el tramo horizontal del tubo de succión, cerca de la salida del evaporador. No hay que colocar el bulbo en un tramo de tubo donde se pueda acumular y atrapar el líquido. Esto ocasionaría una respuesta falsa de la válvula y reduciría la capacidad del sistema.

7. Puesto que los equipos paquete están localizados en sitios remotos y no fácilmente visibles, es importante instalar un panel de control dentro del espacio acondicionado (como en la figura de anexo) para permitir que el operador seleccione cualquiera de las posibilidades de operación (calor, frío o ventilación) que sea necesaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Manual de instalación, funcionamiento y servicio para evaporadores tipo split para aires acondicionados. s.l. s.e. s.a. p.1.
2. Internet: www.carrier.com. p. 3,4,5.
3. Internet: www.ciberclima.com. p. 1,2,3,6,7.
4. Aire acondicionado tipo Split. “instrucciones de instalación” s.l. s.e. s.a. p. 13.

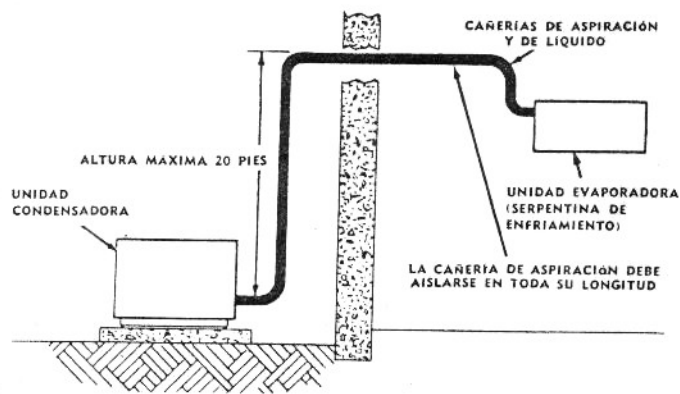
BIBLIOGRAFÍA

1. Carnicer Royo, Enrique. **Aire acondicionado**. España: Editorial Paraninfo, 1991
2. **Equipo paquete residencial y para casa móvil**. s.l. s.e. s.a.
3. Jennings, Burgess y Lewis, Samuel. **Aire acondicionado y refrigeración**. 14 ed. México: Editorial Continental, 1988
4. **Manual de aire acondicionado** (hand book of air conditioning system design) por Carrier Air Conditioning Company Co.
5. **Manual de aire acondicionado y refrigeración**. 2 ed. (4 volúmenes) México: Editorial Prentice – Hall Hispanoamerica, S.A. 1994
6. **Manual de aire acondicionado**. España: Editorial McGraw – Hill, 1996
Marcombo Boixareu editores Barcelona. McGrall – Hill, New York, 1996
7. Noriega Guzzardi, David José. Consideraciones para el diseño de cuartos para alta y baja temperatura. Tesis Ing. Mecánica. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1998
8. Pita, Edward. **Acondicionamiento de aire principios y sistemas**. 2 ed. México: Editorial Continental, 1994
- 9.

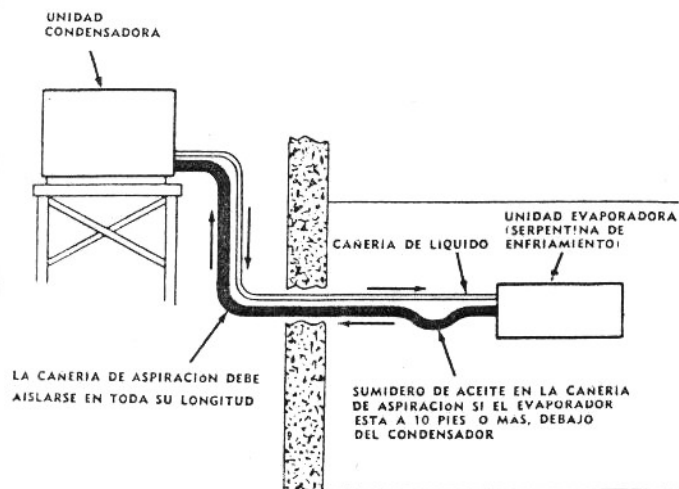
ANEXO

Las figuras siguientes muestran el cuidado que se debe tener al instalar un equipo de aire acondicionado: a) con la unidad evaporadora ubicada a mayor altura que la condensadora, b) unidad evaporadora ubicada a menor altura que la condensadora.

Figura 43. Precauciones al instalar aire acondicionado



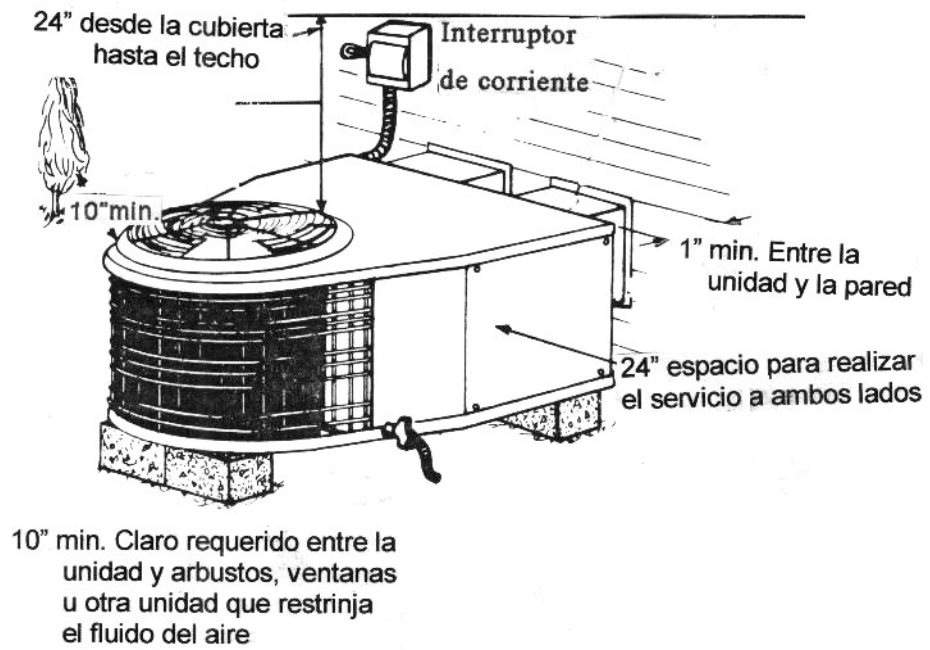
a.



b.

Instalación de una unidad tipo paquete, montaje y el espacio entre este y su alrededor:

Figura 44. Instalación de una unidad tipo paquete



Fuente: Manual del fabricante. **Residential and mobile home package.** Pág. 4