

1

CAPÍTULO XII

INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN POR AIRE CALIENTE

Clasificación

Las instalaciones de calefacción por aire caliente se pueden clasificar según la forma de circular el aire en:

- 1) *Circulación natural del aire.*
- 2) *Circulación forzada del aire.*

En las instalaciones de circulación natural, se hace circular el aire aprovechando las diferencias de pesos específicos entre el aire de alimentación y el de retorno.

El aire de retorno al estar más frío es más pesado que el de alimentación, originándose por ello una presión eficaz que es la que provoca la circulación.

Los sistemas que se aplican actualmente en la generalidad de los casos son los de circulación forzada, mediante la acción de un ventilador que es el que produce el movimiento del aire.

De esa manera, el aire se distribuye a los locales por una red de conductos de alimentación y retorno al equipo, en un proceso de recirculación, a los que se les adiciona una cierta cantidad de aire exterior.

Comparado el sistema de aire caliente con los demás sistemas de calefacción, tiene el inconveniente de los espacios que ocupan los conductos, los que deben estudiarse con detenimiento.

Tiene la ventaja de realizar adecuada distribución del calor, control de humedad en caso de disponer de humidificador y, además, de poder utilizar el sistema como ventilación en verano o la época intermedia.

En muchos casos se combina con el acondicionamiento de verano, de modo que provee, además, aire frío por la red de conductos.

Otra de las ventajas de este sistema es que en caso de que por razones económicas no se instale el aire frío en un principio, puede preverse su instalación futura calculando los conductos para tal fin y dejando los espacios necesarios para los equipos de refrigeración.

Los sistemas centrales constan de equipos de tratamiento que pueden ser de mampostería o chapa, desde donde se distribuye el aire.

El agua caliente o vapor se genera en una planta térmica central. Estos sistemas se proyectan y diseñan en combinación con la planta de frío y sus características se han visto al tratar estas instalaciones.

La calefacción con equipos compactos, a gas, montados en fábrica, son muy empleados en la calefacción de edificios.

Constan de intercambiadores a gas, constituidos por un gabinete exterior de chapa, la cámara o intercambiador de gas en la cual se calienta el aire, un circulador de tipo centrífugo y controles.

Funcionamiento del sistema de calefacción por aire caliente

Supóngase un equipo acondicionador de aire caliente que envía calor a un local determinado según el esquema que se indica en la figura 1-XII.

El aire fresco del exterior del edificio o aire de ventilación entra a través de una reja de toma y se mezcla en un recinto exterior al equipo, con el aire de retorno del ambiente. Dicho espacio se denomina *pleno* de mezcla. En él el aire se remansa para permitir una perfecta mezcla.

La cantidad de aire de mezcla se regula a voluntad, generalmente mediante persianas de regulación manual.

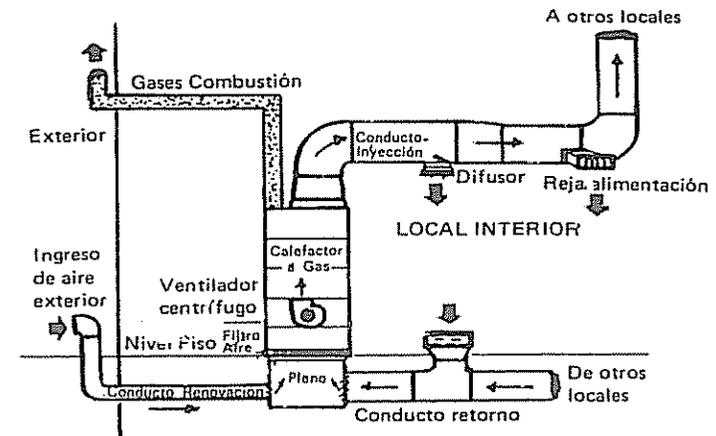


FIG. 1-XII. Esquema de funcionamiento de calefacción por aire caliente.

Este efecto de *ventilación* es muy importante. Se logra con este sistema de calefacción la renovación constante del aire de la instalación.

Con ello se evita viciamiento y olores. En los otros sistemas de calefacción (radiadores, paneles, etc.) dicha renovación no es controlada, produciéndose por la infiltración del aire exterior.

El aire exterior que penetra significa una ganancia permanente de volumen en el sistema. De esa manera, el aire exterior introducido crea una *sobrepresión* en los locales, que hace fluir el aire del interior al exterior de los ambientes, en la misma cantidad que entra. Es decir, que una de las ventajas de este sistema consiste en reducir la entrada de polvo en los locales, dado que el aire circula hacia afuera de éstos, y el aire exterior que penetra se *filtra*, con el fin de quitarle las partículas en suspensión.

El filtrado se realiza *siempre inmediatamente después del pleno de mezcla*, con el fin de evitar suciedades, incluso, en los demás elementos del equipo calefactor.

Luego el aire mezclado y filtrado es impulsado por un ventilador centrífugo hacia el dispositivo de calentamiento que consiste, en este caso, en un quemador a gas y un intercambiador por el cual circula el aire, totalmente independiente de la fuente de combustión propiamente dicha.

Pueden utilizarse baterías de calefacción por las cuales circule agua caliente o vapor. En este caso, el equipo se denomina unidad de tratamiento de aire.

Posteriormente el aire se envía a los locales por conductos, generalmente de chapa de hierro galvanizado, siendo distribuido mediante

rejas de alimentación ubicadas en paredes o difusores ubicados en cielos rasos. Luego el aire es recogido del local por rejas de retorno y enviado nuevamente al equipo acondicionador, mediante conductos, repitiéndose de esa forma el ciclo.

En equipos de mayor envergadura o para funciones especiales se le agrega un *humidificador*, el que se debe intercalar en el circuito de tratamiento de aire *después del elemento calefactor*, ya que el aire caliente *tiene mayor capacidad de absorber humedad*, aumentando así el rendimiento. Las características se describirán posteriormente.

Esta es otra de las ventajas de los sistemas de aire caliente.

Además, como se había indicado, puede instalarse un *sistema separado* para la refrigeración. Si no se coloca, suele dejarse el espacio reservado para la futura ubicación de la batería de refrigeración, consistente en una junta de lona de unos 50 cm sobre el equipo.

Además, el sistema puede utilizarse como *ventilación* en la época intermedia o estival. Para ello a la toma de aire debe darse la capacidad adecuada para que circule el 100 % del aire recirculado. Debe preverse, además, una conexión del conducto de retorno al exterior a fin de eliminar el aire viciado. Dicho conducto provisto, por supuesto, con las correspondientes persianas regulables para efectuar el cambio de circulación.

Otra forma sería colocando persianas regulables de descarga de aire en el local o ventiladores de extracción.

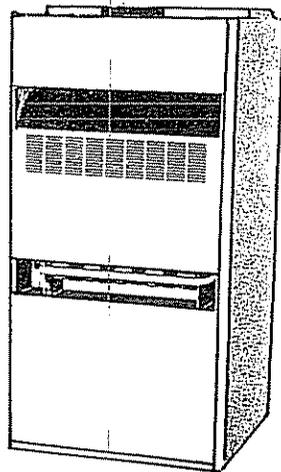


FIG. 2-XII. Equipo de aire caliente a gas.

Deben evitarse los *ruidos molestos* que pueden ser una desventaja de estas instalaciones frente a las instalaciones de calefacción estudiadas anteriormente. Para ello, todos los elementos móviles del equipo deben estar montados sobre bases antivibratorias. La unión de los equipos con la red de conductos debe efectuarse mediante juntas elásticas que pueden ser de lona o plástico.

Por otra parte, deben evitarse las altas velocidades en el diseño de la red de conductos.

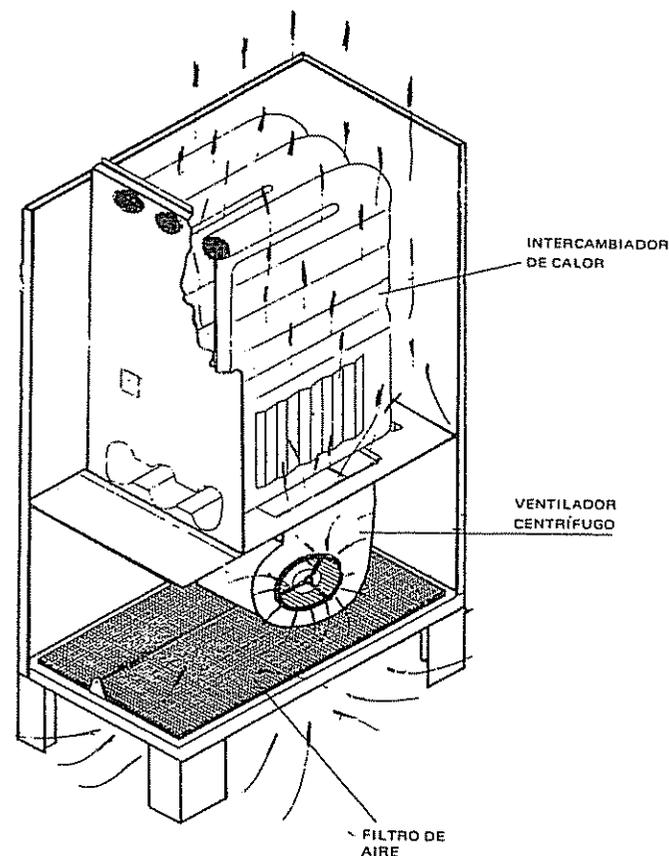


FIG. 3-XII. Sistema de ventilación del equipo de aire caliente.

EQUIPO CALEFACTOR POR AIRE CALIENTE A GAS

Son equipos armados en fábrica que proveen aire caliente filtrado automáticamente, que funcionan, en general, con gas natural (ver fig. 2-XII).

Consta básicamente de un sistema de preparación del aire, mediante un circuito de circulación totalmente independiente de los gases de combustión.

En la figura 3-XII, se observa que el aire pasa a través de un filtro en la parte inferior del equipo, y mediante un ventilador centrífugo

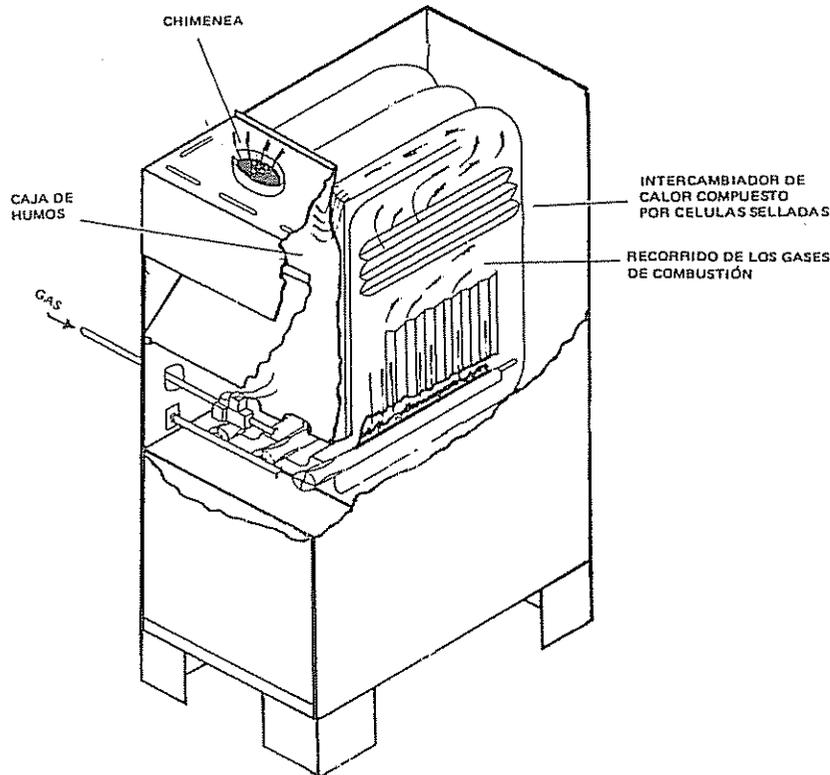


FIG. 4-XII. Intercambiador de calor del equipo de aire caliente.

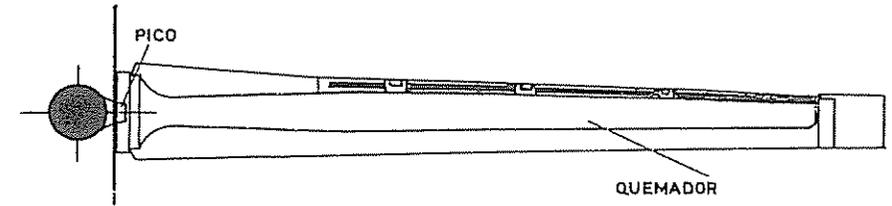


FIG. 5-XII. Boquilla del quemador.

se lo hace circular por los intercambiadores de calor, allí se eleva la temperatura, y se lo envía por conductos de distribución a los ambientes, donde se lo difunde por rejillas de alimentación o difusores.

Como se mencionó anteriormente la combustión se produce independientemente del circuito de aire acondicionado, dentro del intercambiador de calor en una cámara cerrada (ver fig. 4-XII), que está compuesta de una serie de células selladas, cada una perteneciente a un quemador (ver fig. 5-XII), tomándose el aire necesario para la combustión, del recinto donde se instala el equipo.

Las células tienen refuerzos laterales que impiden su deformación y facilitan la circulación de los gases de la combustión, por un camino sinuoso que favorece la transferencia de calor a través de las paredes, pero tienen una resistencia suficientemente baja como para permitir un tiraje eficaz.

Los gases quemados desembocan en la caja de humos siendo evacuados por la chimenea al exterior.

El equipo funciona así: cuando la temperatura del aire del retorno (puede ser del aire ambiente), disminuye más que la temperatura seleccionada en el termostato, éste acciona una válvula solenoide que deja pasar gas a los quemadores, encendiéndose con la llama piloto; cuando el calor generado eleva la temperatura del aire en contacto con el intercambiador de gas, se pone en marcha el ventilador que obliga al aire a circular por el sistema, suministrando calor al ambiente hasta satisfacer la demanda. Cuando se llega a una temperatura límite superior prefijada en el local, el termostato corta mediante la válvula solenoide el paso de gas. El aire sigue circulando impulsado por el ventilador, repitiéndose el ciclo.

El sistema de regulación y control básicamente opera de la siguiente manera: puesto en marcha el equipo y encendidos los quemadores, el motor del ventilador no se pondrá en funcionamiento hasta tanto el intercambiador de calor esté suficientemente caliente como

para que el aire salga del equipo a una temperatura razonablemente elevada, evitándose así las corrientes de aire frío. Si una vez en funcionamiento el ventilador, la temperatura del aire disminuye porque no hay llama a los quemadores, o es insuficiente, se detiene el motor hasta tanto no se restablezcan las condiciones de temperatura aceptables.

Si por falla o insuficiencia de ventilación se sobreeleva la temperatura del aire, antes de que llegue a límites que puedan resultar perjudiciales para los usuarios, se desconecta la válvula principal de gas, cerrando el paso del fluido a los quemadores.

CUADRO 1-XII. CAPACIDADES Y DIMENSIONES APROXIMADAS.

Capacidad kcal/h	Caudal aire nom. m ³ /min	Conexión gas	Alto mm	Ancho mm	Profundidad mm	φ diámetro mm (chim.)
16.000	23,5	1/2"	1.400	400	400	100
25.000	30	1/2"	1.400	500	500	150
30.000	40	1/2"	1.400	600	600	160
40.000	60	1/2"	1.500	700	660	180
60.000	80	3/4"	1.500	1.100	700	200
80.000	120	3/4"	1.600	1.200	800	220

En el cuadro 1-XII se indican las capacidades y dimensiones aproximadas de estos equipos.

Detalles de instalación

En la figura 6-XII se muestra un esquema de instalación de un equipo de aire caliente a gas.

Estos sistemas permiten cierta flexibilidad en el diseño de los conductos de distribución de aire, pudiendo ubicarse adosados al cielo raso como en este caso, colocados en azoteas o áticos, embutidos en la losa del piso, sótanos, etc.

Los conductos de retorno se proyectan mediante tramos cortos y directos. En casas pequeñas el sistema de retorno puede consistir en un corto conducto con una sola reja, para el regreso del aire al calefactor. La entrada de aire exterior puede ser directa al pleno de mezcla con persianas regulables, o en algunos casos para simplificar se la conecta directamente al conducto de retorno mediante una persiana de regulación.

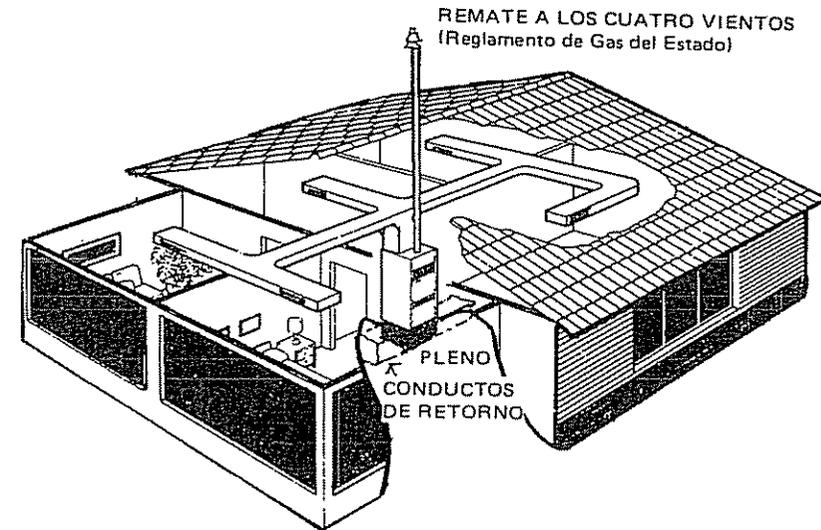


FIG. 6-XII. Esquema de instalación de equipo de aire caliente.

El conducto de descarga de los gases de la combustión se instala a los cuatro vientos. En la figura 7-XII se indican los requisitos para la instalación de un equipo en el local.

Debe colocarse una puerta de acceso de medidas adecuadas para permitir el paso y movimiento del equipo por instalar.

El local debe contar con entradas adecuadas de aire, debiéndose instalar dos rejillas, una superior y otra inferior, las que pueden colocarse en la puerta de acceso. Ambas rejillas deben comunicarse a espacios amplios y ventilados.

No se puede utilizar el local como pleno de mezcla, como suele ocurrir con un equipo compacto de refrigeración, debiendo el aire de retorno llegar hasta el calefactor por conductos herméticos.

Cálculo del equipo de aire caliente

La carga total de calefacción de un equipo de acondicionamiento por aire caliente, está formada por dos elementos fundamentales:

- 1) Calor necesario para compensar las pérdidas de calor del local que se originan por transmisión.
- 2) Calor necesario para compensar el aire frío exterior que penetra en forma permanente por el equipo, cumpliendo con los requisitos de ventilación.

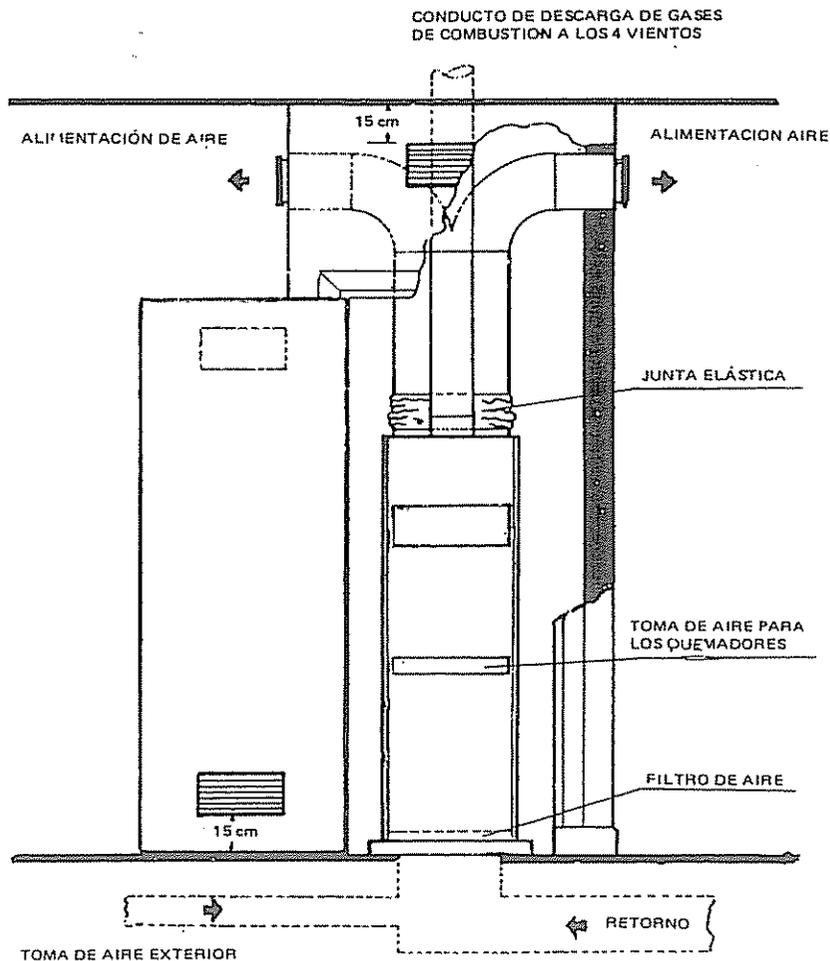


FIG. 7-XII. Montaje de equipo

1) CALOR DE TRANSMISIÓN

El cálculo sigue exactamente los mismos lineamientos que se han explicado al desarrollar el balance térmico de invierno, de modo que se efectúa el análisis de transmisión considerando los distintos elementos que componen el contorno del local con las ecuaciones:

$$Q_t = Q_0 (1 + Z_d + Z_h + Z_c).$$

Donde:

$$Q_0 = \sum q_0$$

$$q_0 = K \cdot A (t_i - t_e).$$

En general, se suelen tomar como condiciones interiores temperaturas de 21 a 22 °C.

2) CALOR POR VENTILACIÓN

Se calcula de la misma manera que para verano, o sea, se establece el caudal de aire de ventilación en función de la característica del local y como porcentaje del aire de circulación por el sistema de aire acondicionado. Debe verificarse que éste no sea inferior a los requisitos mínimos de ventilación del local que se estima en 0,5 m³/min por persona.

Los porcentajes a adoptar fueron consignados al explicar el balance de verano.

El caudal de aire en circulación puede calcularse según la siguiente fórmula:

$$C = \frac{Q_t}{17 (t_I - t_a)} \quad (\text{m}^3/\text{min})$$

Donde:

C = caudal de aire circulatorio (m³/min).

Q_t = cantidad de calor que se pierde por transmisión o también denominado como en el caso de verano calor sensible que pierde el interior del local.

17 = factor constante.

t_I = temperatura de impulsión del aire en el local

t_a = temperatura del aire del local.

En general, la temperatura de impulsión al local no debe sobrepasar los 60 °C para que no llegue a ser molesto. Se adopta normalmente como temperatura de impulsión de 40 a 50 °C.

En la práctica, suele adoptarse el valor de salto térmico t_I - t_a en 30 °C como valor fijo, por lo que la ecuación anterior quedaría:

$$C = \frac{Q_t}{510} \quad (\text{m}^3/\text{min}).$$

Cuando se tiene un sistema de invierno-verano, el caudal se determina sobre la base de las necesidades de verano.

Estos sistemas no disponen en instalaciones de confort de humectación, por lo que sólo debe adicionarse el calor sensible para aumentar la temperatura del aire exterior al interior del local.

Así puede ponerse que:

$$Q_{sae} = 17 C_a (t_i - t_e).$$

Donde:

Q_{sae} = calor sensible a agregar al aire exterior (kcal/h).

17 = factor que se considera constante.

C_a = caudal de aire exterior que penetra para ventilación (m^3/min): $C_a = a \% C$ (a % ver cálculo de verano).

t_i = temperatura del aire interior ($^{\circ}C$).

t_e = temperatura del aire exterior ($^{\circ}C$).

Ejemplo

Sea diseñar un equipo compacto autocontenido de calefacción por aire caliente a gas. La temperatura de diseño se establece en $22^{\circ}C$. Supóngase que se efectuó el balance térmico de transmisión resultando:

$$Q_t = 12.000 \text{ kcal/h.}$$

El caudal de aire por circular valdrá:

$$C = \frac{12.000}{510} \cong 23,5 \text{ m}^3/\text{min.}$$

Se supone que el caudal de aire de ventilación es un 15 % del caudal de aire circulado, de modo que la cantidad de calor sensible por aportar será:

$$Q_{sae} = 17 \cdot 0,15 \cdot 23,5 \cdot (22 - 0).$$

$$Q_{sae} \cong 1.320 \text{ kcal/h.}$$

La cantidad de calor por el equipo será:

$$Q_T = 12.000 + 1.320 = 13.320 \text{ kcal/h.}$$

Con un margen de seguridad del 20 % puede elegirse un equipo calefactor de 16.000 kcal/h, con caudal de aire de $23,5 \text{ m}^3/\text{min}$ (ver cuadro 1-XII).

1) En sistemas de aire acondicionado. Adaptable a cualquier sistema central de distribución de aire; 2) Para calefacción por aire caliente. Mediante el agregado de la sección ventilador (centrífugo), para distribución del aire mediante conductos. 3) Como caleventiladores. Por medio de ventiladores helicoidales y descarga directa a los ambientes por calefaccionar.

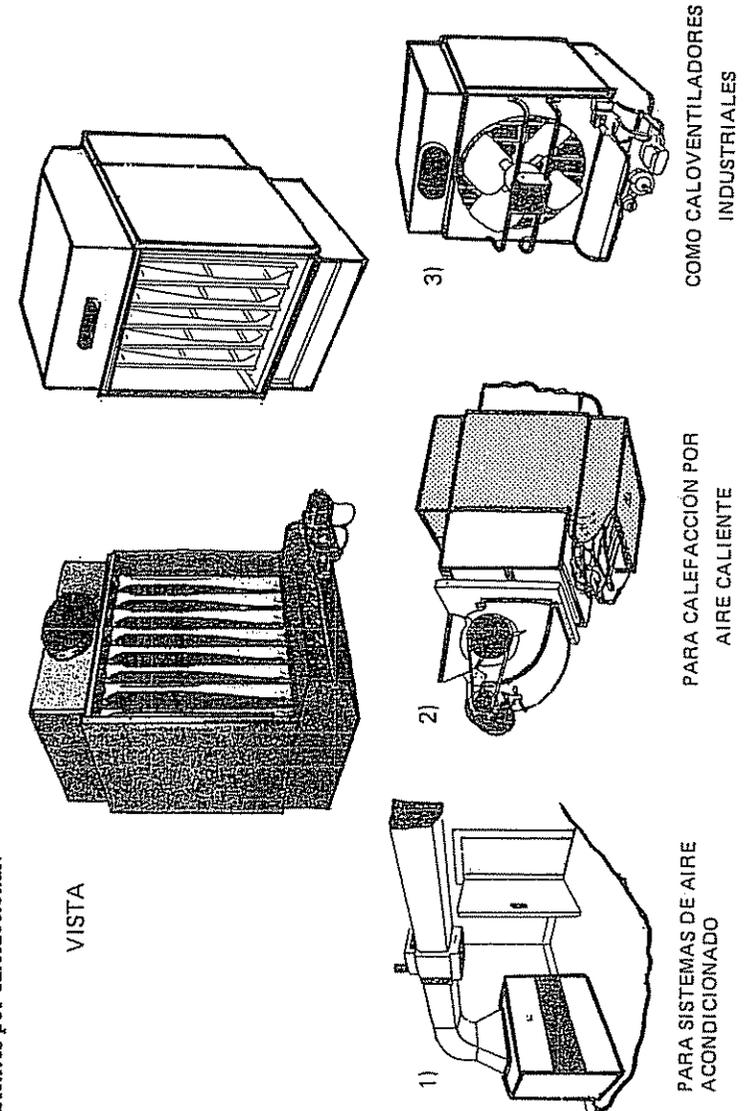


FIG. 8-XII. Detalle de calefactor de conducto.

CALEFACTOR DE CONDUCTOS

Estos aparatos se anexas al equipo de frío, utilizándose entonces para distribuir aire caliente a los locales en invierno (ver fig. 8-XII).

Constan de un intercambiador a gas de acuerdo a lo ya explicado para los equipos de aire caliente.

Humectación del aire

Desde el punto de vista teórico se había determinado al analizar el ábaco psicrométrico, que para establecer una condición controlada de humedad en el local era necesario proceder a su *humectación en invierno*.

Sin embargo, en la práctica las humedades relativas para instalaciones de confort si bien tienden a bajar, *no lo hacen a valores menores del 30 %*, límite mínimo desde el punto de vista fisiológico analizado precedentemente. Ello se debe a que hay una ganancia permanente de humedad producida por las personas que ocupan el espacio acondicionado, pero en zonas de climas muy secos o en aquellos casos en que se quiere mantener una condición de humedad controlada, ya sea para el desarrollo de determinados procesos industriales o características particulares de locales, se puede, mediante este sistema de calefacción, proceder a ello aplicando un humectador. Para lo cual se usan distintos métodos entre los que se mencionan:

HUMECTADOR POR PULVERIZACIÓN

Se observa en la figura, que consiste en una cámara o cabina de chapa de hierro galvanizado por la cual circula el aire, que pasa por una fina lluvia de agua pulverizada a contracorriente produciéndose la incorporación de la humedad.

El sistema funciona comandado por un humidistato que se ubica en el retorno del aire recirculado y que censa su contenido de humedad. Si es necesario agregar humedad pone en funcionamiento la bomba circuladora (pueden ser dos en *by-pass*, según la figura 9-XII), que es la que producen la recirculación del agua. Debe proveerse con flotante para satisfacer las necesidades de agua de reposición.

HUMECTADOR POR VAPORIZACIÓN

Consta de una bandeja evaporadora en la que se aplican resistencias eléctricas que calientan el agua por sobre el punto de ebullición en caso de requerirse la humectación. Vienen provistas con flotante y

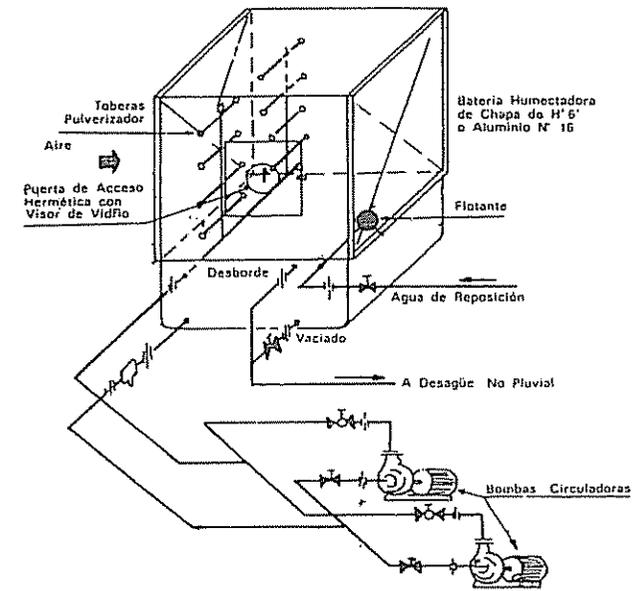


FIG. 9-XII. Detalle esquemático humectador por pulverización.

un Micro Switch de seguridad para cortar el suministro eléctrico en caso de falta de agua. Estos sistemas son de rápida puesta en régimen por lo que suelen acompañarse en equipos compactos especiales, para acondicionamiento de sistemas de computación (ver fig. 10-XII).

HUMECTADOR POR FILTRO HÚMEDO

En este tipo de humectador el procedimiento consiste en hacer circular el aire a través de un filtro metálico embebido en agua. De esa manera, el aire adquiere la humedad necesaria. Si se conecta el sistema de la red de agua, se instala un intercambiador de calor para el calentamiento de ésta, que fluye al humectador. El agua se distribuye, cuando las necesidades de humedad lo requieren, sobre el filtro mediante un caño distribuidor de bronce, que la descarga caliente mediante una válvula solenoide comandada por un humidistato en el retorno de aire.

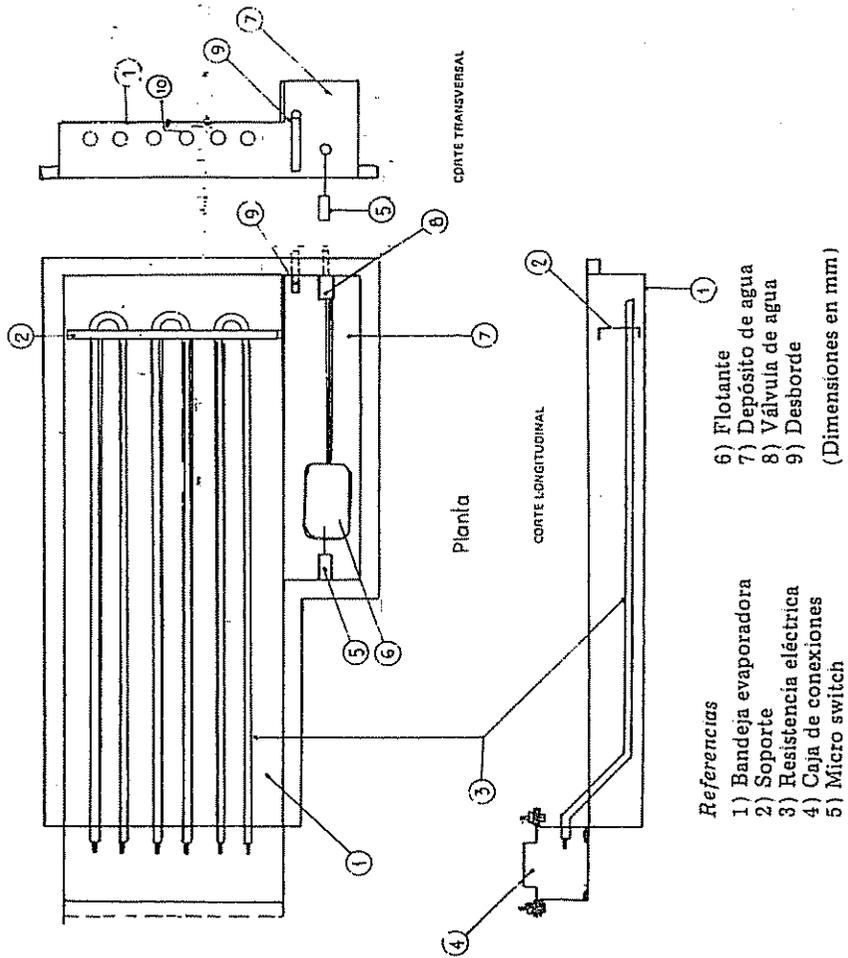


FIG. 10-XII. Detalle de humidador por vaporización.

SEPARADORES DE GOTAS

Luego de los humidadores, suelen instalarse *separadores de gotas*, cuya función es la de evitar que gotas de agua arrastradas por la corriente de aire puedan introducirse a través de la red de conductos. En general consisten en laberintos en V en los cuales el aire es obligado a cambiar de dirección, produciendo en dichos cambios el choque de las gotas arrastradas las que son recogidas en una batea en la parte inferior. En la figura 11-XII se indica la característica constructiva de un tipo especial.

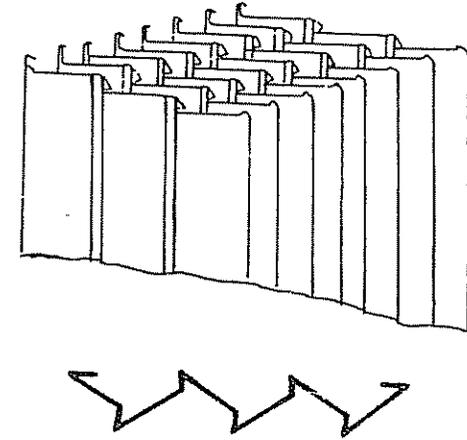


FIG. 11-XII. Separador de gotas.