

Capítulo III

Diagnóstico de averías en las instalaciones frigoríficas

MÓDULO 0039

**CONFIGURACIÓN DE INSTALACIONES DE FRÍO Y
CLIMATIZACIÓN.**

U.D. 7

**DIAGNOSTICO DE AVERIAS
EN LAS INSTALACIONES FRIGORIFICAS**

M 0039 / UD 7

ÍNDICE

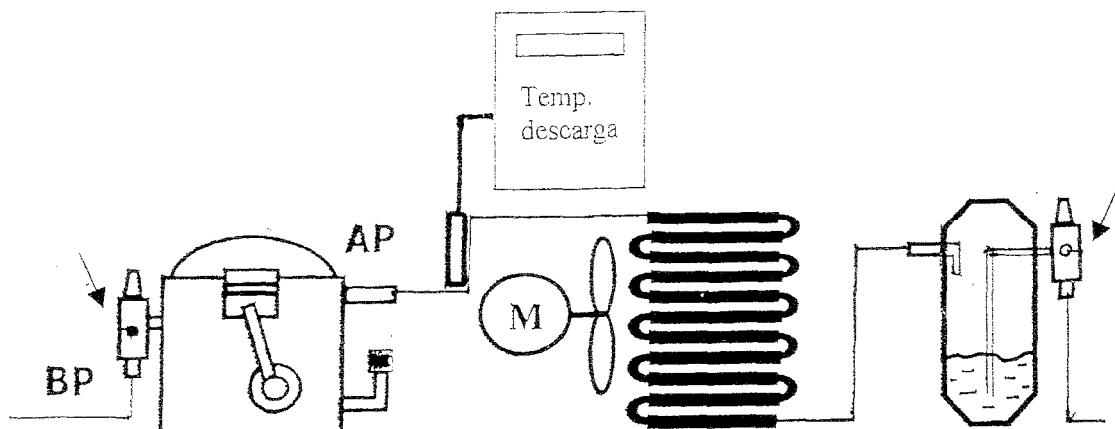
1. ESTADO DE LOS COMPONENTES Y PUNTOS DE CONTROL	6
1.1.El compresor	6
(Temperaturas de descarga y relación de compresión)	6
1.2.La temperatura de condensación.....	7
1.3.La condensación por aire forzado.....	7
(Temperaturas y diferencia de temperaturas).....	7
1.4La condensación por agua.....	9
(Temperatura y diferencias de temperaturas).....	9
1.5.Filtro deshidratador	10
(Control de temperatura ante averías).....	10
1.6.El visor de líquido.....	11
(Control de estado ante averías)	11
1.7 La válvula de expansión.....	14
(Control de funcionamiento).....	14
1.8.Contenido de humedad y reacciones en la expansión	15
1.9.Influencia de la humedad, expansionando con tubo capilar	16
1.10.Influencia de la humedad expansionando con válvula.....	16
1.11.Relación entre presión de aspiración en compresor y presión de evaporación	17
1.12.El evaporador	17
(Temperaturas y diferencia de temperaturas).....	17
1.13 Temperaturas de control en la línea de aspiración	19
2. ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO	20
2.1.Análisis de funcionamiento en instalaciones frigoríficas	20
2.2.Análisis de funcionamiento del condensador	22
2.3.Diferencia de temperatura más alta de lo normal.....	22
2.4.Diferencia de temperaturas más baja de lo normal	23
2.5.Análisis de funcionamiento del evaporador	23
2.6.Diferencia de temperatura más alta de lo normal	24
2.7.Diferencia de temperatura más baja de lo normal	24
(Temperatura interior del recinto más baja de lo normal)	24
2.8.Diferencia de temperatura normal (Temperatura del aire de salida alta).....	25
2.9.Diferencia de temperatura dentro de lo normal.....	25
2.10.Análisis de funcionamiento de la válvula de expansión	25
2.11.Análisis del funcionamiento del compresor.....	26
3. CARACTERISTICAS Y TEMPERATURAS DE FUNCIONAMIENTO.....	27
3.1.Finalidad de la refrigeración.....	27
3.2.Temperaturas de mantenimiento y temperaturas de evaporación.....	28
3.3.Gases refrigerantes mas utilizados en conservación.....	29
3.4.Gases refrigerantes mas utilizados en congelación.....	29
3.5.Inicio al calculo de cargas térmicas en cámaras frigoríficas Carga total de refrigeración	30
3.6.Ejemplo practico para el cálculo de cámaras.....	37

1. ESTADO DE LOS COMPONENTES Y PUNTOS DE CONTROL

1.1. El compresor

(Temperaturas de descarga y relación de compresión)

La temperatura de descarga se tomara sobre la superficie de la línea de descarga y aproximadamente a una distancia del compresor correspondiente a 6 diámetros de la línea y es recomendable que esta temperatura no sobrepase los 140 °C, ya que el aceite sobrecalentado se podría convertir en carbón en la cabeza del cilindro y formar ácidos, en tal caso es aconsejable montar filtros antiácidos en la línea de líquido y aspiración.



Lo más aconsejable es calcular la relación de compresión, que es la expresión técnica que se utiliza para hacer referencia a la diferencia de presión existente entre los circuitos de alta y baja del sistema, y sirve para comparar las condiciones de bombeo de un compresor.

Para un compresor hermético alternativo, cuando se sube la relación de 10 : 1, la temperatura del gas sube de tal manera que se sobrecalienta el aceite. Para reducir la relación de compresión aparte de subir en lo posible la presión de baja ya que es el divisor de la relación, se podría en instalaciones que lo permitan, utilizar una compresión en dos etapas.

Para comprobar la temperatura de la línea de aspiración, se tendrá que comparar la temperatura detectada a la entrada del compresor, o sea, en la boca de aspiración del compresor y en la salida del evaporador, estimándose como normal un aumento de temperatura de entre 4 y 7 °C., a partir de la temperatura de recalentamiento del propio evaporador, para asegurar de esta forma una buena refrigeración del compresor. Cualquier incremento superior a 7 °C provocará un sobrecalentamiento del compresor que se tendrá que investigar y corregir.

1.2. La temperatura de condensación

La temperatura de condensación estimada como correcta dependerá de:

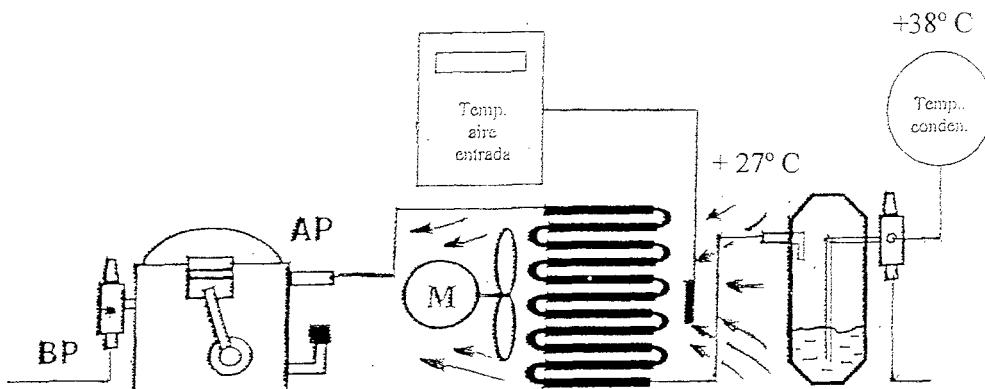
- 1 ° El tipo de condensador.
- 2° La temperatura de entrada del medio empleado para condensar (aire o agua)
- 3° El destino de la instalación (aire acondicionado, conservación, congelación, etc.)

1.3. La condensación por aire forzado

(Temperaturas y diferencia de temperaturas)

La temperatura de condensación en cualquier instalación frigorífica, siempre deberá ser superior a la temperatura del medio utilizado para condensar, bien sea aire o agua, con el fin de que pueda llevarse a cabo la transferencia del calor que transporta el refrigerante absorbido durante el proceso de evaporación y compresión.

Se puede dar como aceptable en un principio ya que depende de numerosos factores, que para cámaras de conservación, la diferencia de temperaturas entre la de condensación (leída en el manómetro de alta presión) y la temperatura detectada con el termómetro en el aire de entrada a la unidad condensadora esté situada entre 8 y 15 °C, así como para instalaciones de aire acondicionado es normal que esté entre 15 y 24 °C, y para instalaciones destinadas a la congelación de productos entre 5 y 10 °C.



Si por ejemplo tenemos en una cámara de conservación una temperatura en el aire que rodea a la unidad condensadora de + 27 °C, la presión de condensación del R-134-a será de 8,5 bar ó 125 lbs/pulg² aproximadamente, ya que a esta presión le corresponde una temperatura de +38°C.

Por consiguiente, la temperatura de condensación en este ejemplo es de 11 °C más alta que la temperatura del aire ambiente que circula a través del serpentín condensador, dando así lugar al existir esta diferencia de temperatura, que se produzca la transferencia de calor que transporta el refrigerante al aire que circula a través de la batería.

Cuanto más elevada sea la presión en el lado de baja, más alta será la presión y temperatura de condensación, debido a la mayor densidad que tiene la masa de refrigerante aspirada por el compresor, como consecuencia del aumento de presión que ha sufrido en la zona de baja presión, obligando de esta forma al compresor a bombear mayor cantidad del mismo al condensador en cada carrera que efectúa el pistón, con el consiguiente aumento de consumo eléctrico al haber aumentado el trabajo de compresión, y que a su vez también provoca un aumento de calor que tendrá que ceder el condensador, desaprovechando una parte de su superficie, ya que en principio las 3 / 4 partes de ella está destinada a la condensación del fluido refrigerante que le entra en estado gaseoso.

Estas diferencias de temperatura son aceptables, siempre que la temperatura del aire de entrada esté por encima de los 18 °C aproximadamente, con temperaturas ambiente más bajas es recomendable instalar algún control de condensación, ya que de lo contrario la instalación trabajará con una presión de alta baja, y esto provocará que la presión en la entrada de la expansión decaiga y que la inyección del líquido al evaporador sea deficiente.

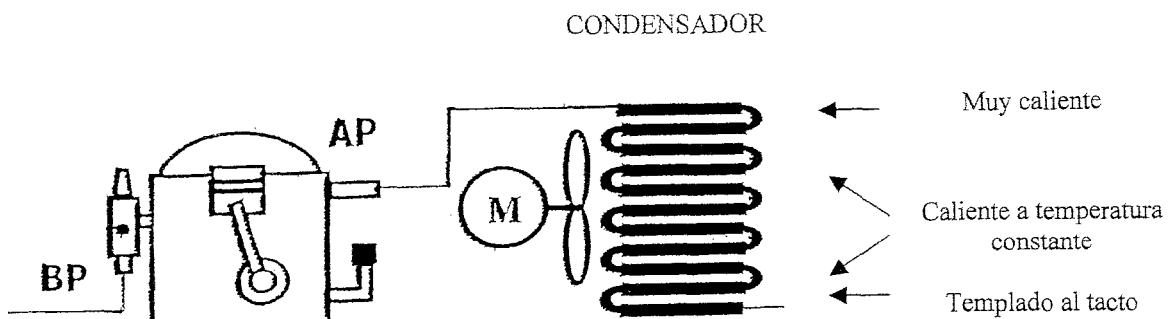
Esta bajada de presión provocará una presión de baja y una temperatura de evaporación más baja de lo normal, y en consecuencia se realizaran unos ciclos de funcionamiento del compresor más largos de lo normal, con la consiguiente acumulación exagerada de escarcha en el evaporador, debido a la falta de producción frigorífica y al no efectuar los paros por termostato correspondientes.

Se debe tener en cuenta que para que la expansión pueda funcionar correctamente en los días fríos, la presión de alta debe ser aproximadamente de 5 a 7 bar (70 a 100 psi) más alta que la de aspiración.

Si en verano solo tenemos 5 bar de diferencia de presión entre alta y baja, podremos asegurar que en invierno, la instalación tendrá problemas y deberemos instalar un control de condensación.

La temperatura al tacto que debemos encontrar en los codos de un condensador de este tipo funcionando correctamente serán

El primer codo muy caliente, el resto calientes pero a una temperatura constante, y el último templado al tacto.



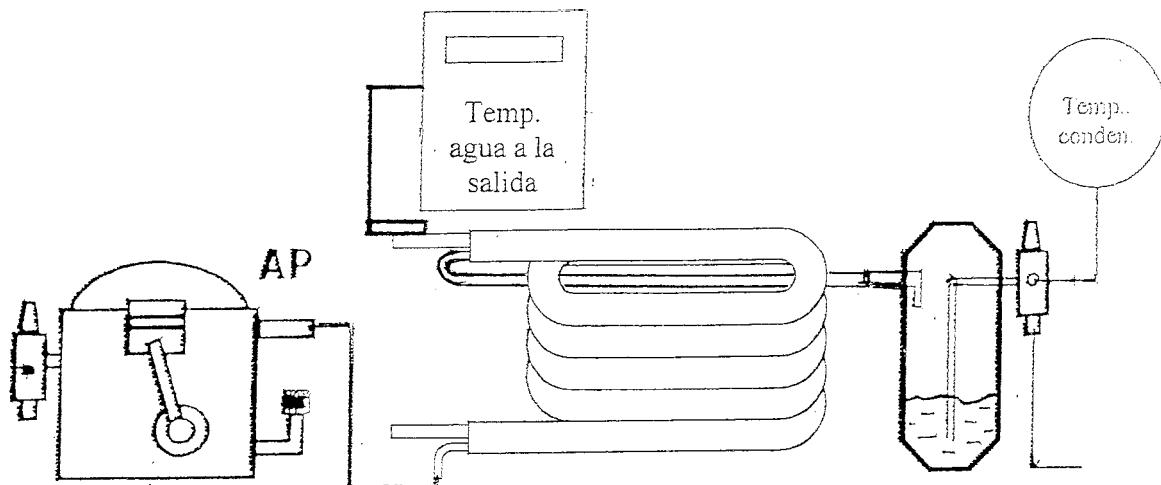
1.4. La condensación por agua (Temperatura y diferencias de temperaturas)

La diferencia de temperatura que deberemos controlar condensando con agua es la siguiente:

La temperatura de condensación deberá estar aproximadamente 5 °C por encima de la temperatura del agua a la salida del condensador.

Por ejemplo supongamos que en verano la temperatura de entrada del agua es de + 25 °C, y que la temperatura del agua a la salida es de + 30 °C.

$$\text{Temperatura de condensación} = 30 \text{ °C} + 5 \text{ °C} = + 35 \text{ °C}$$



Suponiendo que en invierno, tenemos una temperatura del agua en la entrada de + 5 °C, la válvula automática reduce el caudal de agua, y la temperatura del agua a la salida es de + 30 °C.

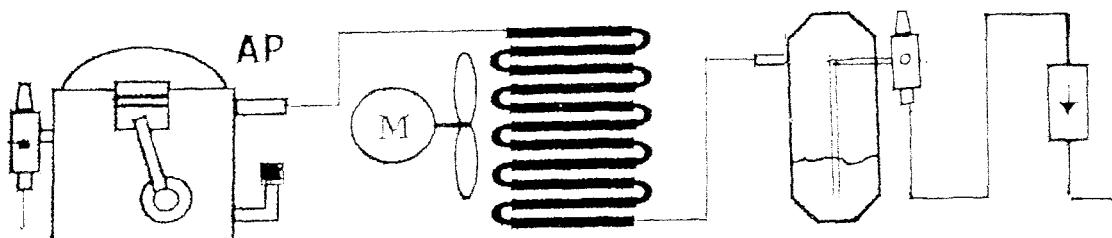
$$\text{Temperatura de condensación} = 30 \text{ °C} + 5 \text{ °C} = + 35 \text{ °C}$$

Si la temperatura de condensación estuviera en + 50 °C y la temperatura del agua a la salida estuviera + 30 °C, sería señal evidente que el condensador interiormente está sucio y no descarga de calor al refrigerante.

1.5. Filtro deshidratador

(Control de temperatura ante averías)

La temperatura normal del filtro en una instalación funcionando correctamente deberá estar templado al tacto, ya que el condensador tiene que haber sido capaz de evacuar todo el calor que transporta el refrigerante para que esta sea su temperatura.



Un filtro muy caliente nos indica que podemos tener problemas en la condensación, bien sea por:

- a) Suciedad en el serpentín
- b) Mal funcionamiento de los ventiladores
- c) Máquina sobrecargada de refrigerante
- d) El elemento empleado para condensar está a una temperatura muy alta
- e) El recinto refrigerado hay una carga térmica mayor que para la que ha estado diseñada la instalación.

Sea cual sea el caso, la temperatura del filtro puede ser el punto de partida que se tome en el seguimiento de una avería, el diagnóstico solo lo podremos dar cuando efectuemos las diferentes tomas de presiones y temperaturas en diferentes puntos del circuito, que justifiquen el motivo de su aumento de temperatura.

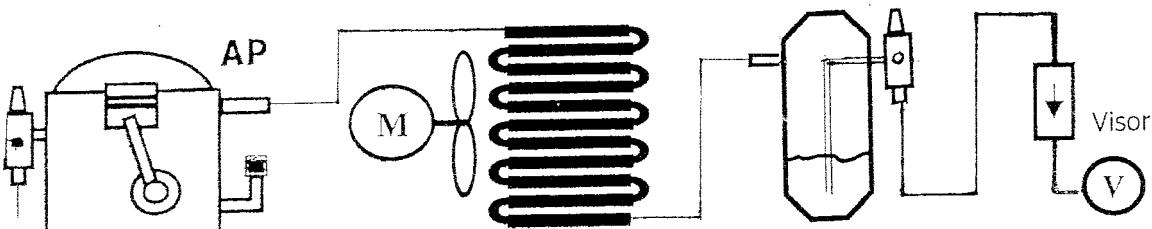
Todos los agentes deshidratantes oponen determinada resistencia a la circulación del refrigerante a medida que van absorbiendo humedad, resistencia que al estrangular la circulación del refrigerante y dar lugar a un cambio de presión, puede en ocasiones producir la refrigeración en su interior e incluso el escarchado del mismo, en tal caso tendremos que sustituir el filtro deshidratador.

Es importante que en el filtro se produzca la mínima caída de presión, considerándose como normal 2 psi con caudal máximo de paso de líquido entre la entrada y la salida.

1.6. El visor de líquido

(Control de estado ante averías)

Al poner en marcha una instalación funcionando correctamente, comprobaremos que pasados unos minutos veremos pasar el refrigerante en estado líquido y poco a poco se irá llenando el visor al máximo de su capacidad, hasta que no se vean burbujas.



Un visor que presente burbujas, podemos estar ante:

Una falta de refrigerante, debido a que el líquido en circulación no es suficiente como para llenar la línea.

En este caso encontraremos unas presiones de alta y baja más bajas de lo normal, un recalentamiento alto, un subenfriamiento bajo y un consumo eléctrico inferior a la intensidad nominal.

Una mala condensación con falta de subenfriamiento en este punto.

En este caso encontraremos una presión de alta más alta de lo normal, un subenfriamiento bajo, la presión de baja estará más alta de lo normal, un recalentamiento alto, y un consumo eléctrico superior al normal.

Un filtro deshidratador taponado parcialmente.

En este caso encontraremos una presión de baja más baja de lo normal, un recalentamiento alto, la presión de alta en el momento de provocarse la avería tendrá tendencia a subir su valor, pero al no circular el refrigerante con la suficiente normalidad, los ventiladores bajarán la temperatura al refrigerante y en consecuencia la presión de alta la encontraremos más baja de lo normal, y el consumo eléctrico estará por debajo de lo normal.

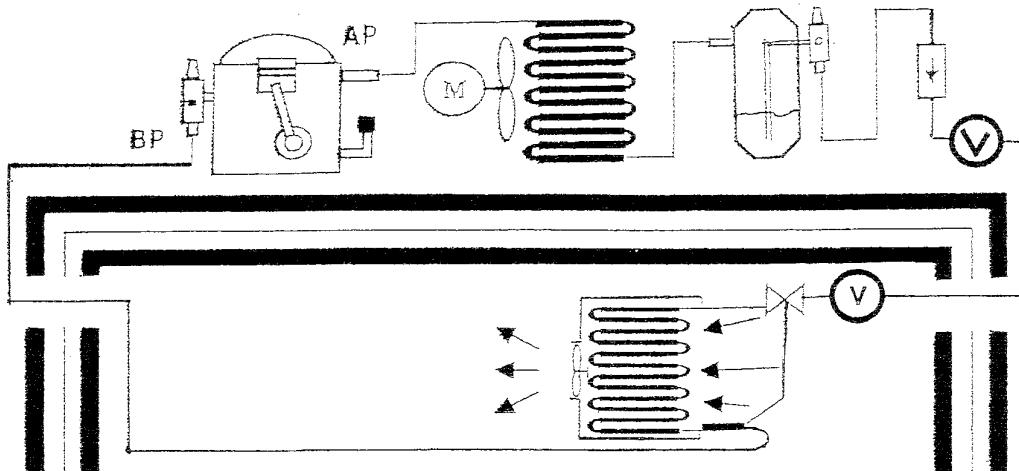
Una baja temperatura en el medio empleado para condensar.

En este caso tanto las presiones de alta como la de baja, estarán por debajo del valor estimado como normal, un subenfriamiento bajo y un recalentamiento alto, el consumo eléctrico estará por debajo de la intensidad nominal.

Como hemos visto no se debe añadir refrigerante a una instalación simplemente porque aparezcan burbujas en el visor de líquido, antes deberemos determinar la causa que origina la aparición de burbujas.

El estado en que se encuentre el visor también puede ser un primer dato para empezar el seguimiento de una avería, pero como en todos los casos deberemos realizar un examen del estado de todo el resto de componentes de la instalación, ya que conjuntamente con los diferentes valores de presiones y temperaturas que encontraremos en los puntos de control, nos llevaran a poder dar un diagnóstico serio y fiable de los motivos que la han ocasionado.

En instalaciones que tengamos que llevar el mantenimiento, nos será de gran utilidad montar un visor después del filtro y otro antes de la válvula de expansión, ya que de existir burbujas en este último la expansión no podría funcionar nunca correctamente, debido a recibir en su entrada diferentes proporciones de líquido y vapor, en vez de líquido 100 %.



Si el visor delante de la válvula de expansión presenta burbujas puede ser debido a

- a) Extrema longitud de la línea de líquido en relación a su diámetro.
- b) Línea de líquido con diámetro demasiado pequeño.
- c) Curvas muy pronunciadas en la línea de líquido.
- d) Atascamiento parcial del filtro secador o en la válvula solenoide.
- e) Falta de subenfriamiento del líquido a causa de la absorción de calor por estar en un ambiente muy caluroso.
- f) En condensadores enfriados con agua, el caudal de agua no circula a contracorriente con respecto al refrigerante.
- g) Presión de condensación demasiado baja.
- h) La válvula de salida del recipiente de líquido no está abierta del todo.
- i) Demasiado desnivel entre el recipiente de líquido y la válvula de expansión.
- j) Válvula reguladora de la presión de condensación defectuosa o mal ajustada, causando una acumulación de líquido en el condensador.
- k) Si la instalación monta un control de condensación a través del arranque y parada del ventilador, puede aparecer vapor en la línea de líquido durante algún tiempo después de la puesta en marcha del ventilador. En este caso cambiar la regulación instalando válvulas reguladoras de la presión de condensación o bien un regulador de velocidad del ventilador. 1) Falta de líquido en la instalación.

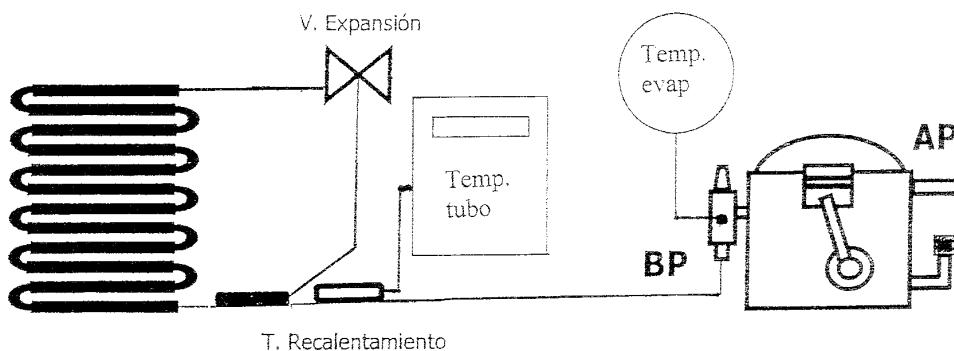
Por todos estos motivos es aconsejable montar visores en lugares críticos, donde puedan formarse burbujas debido a perdidas de presión, por ejemplo en evaporadores o condensadores que estén muy distantes o a diferentes niveles, en desescarches por gas caliente, en retornos de aceite en separadores etc. etc.

En caso que al controlar un visor, el fluido en circulación tuviera un color marrón, ello sería debido a la existencia de lodos, formados por la descomposición del aceite.

En tal caso tendríamos que vaciar de refrigerante a la instalación, realizar una limpieza con un detergente como el R- 141-b, cambiar el aceite del compresor con sus previos enjuagues, instalar un filtro secador y a la vez que sea antiácidos, realizar tres veces vacío rompiéndolo con Nitrógeno, introducir la carga de refrigerante, y pasadas unas horas funcionando a pleno rendimiento, comprobar de nuevo la existencia de ácidos y humedad en el circuito.

1.7. La válvula de expansión (Control de funcionamiento)

Para controlar el funcionamiento de la válvula de expansión, tendremos que instalar el manómetro en la toma de baja presión, y el termómetro junto al alojamiento del bulbo termostático, convenientemente aislado de toda temperatura que no sea la del propio tubo.



Con el recinto a refrigerar debidamente ambientado a la temperatura requerida, solo nos bastara comprobar que el valor del recalentamiento este dentro de unos valores correctos.

Antes de asegurar ante el seguimiento y diagnóstico de una avería, que ésta se encuentra en la válvula de expansión, tendríamos que verificar la calidad de líquido que tenemos en la entrada de dicho componente, pues de lo contrario se puede llegar a sospechar que su funcionamiento no es correcto, cuando en realidad el problema nace en que la calidad del líquido existente en la entrada es deficiente, o sea, no le está llegando refrigerante en estado líquido 100 %, sino que en la entrada hay una mezcla de líquido y parte de refrigerante que aún se encuentra en estado gaseoso.

Cualquier técnico de servicio, ante la duda de que si la calidad del líquido en la entrada de la válvula es la correcta o no, puede tomar dos caminos :

1. **Realizar una serie de mediciones del subenfriamiento existente en diferentes puntos de la línea de líquido con respecto a la temperatura de condensación.**
2. **Montar un visor delante de la válvula y comprobar la calidad del líquido en la entrada.**

Las dos comprobaciones son buenas, pero para un diagnóstico rápido y con fundamento nos inclinamos por la segunda comprobación, ya que todo técnico puede confeccionarse una serie de acoplamientos a base de accesorios roscados y tubos del diámetro necesario, que le permitirán instalar un visor entre el final de la línea de líquido y la válvula de expansión.

Con este montaje reducimos a cero, la duda en cuanto a la calidad del líquido que entra en la válvula de expansión, y que aconsejamos a los técnicos que se dedican al mantenimiento de instalaciones frigoríficas, que instalen un visor en este punto, igual como normalmente se encuentran en la salida del filtro secador, ya que ante el seguimiento y diagnóstico de averías, disponer de estos dos visores facilita mucho más determinar con exactitud el origen de la avería.

Partiendo de la base de que funcionando correctamente la instalación, en ninguno de los 2 visores se tienen que observar burbujas, podemos asegurar que

1º Si en el visor instalado después del filtro secador aparecen burbujas, el problema no está en el funcionamiento de la válvula de expansión, sino en una condensación deficiente bien sea por una alta o baja presión, o una falta de refrigerante, o bien en una obstrucción parcial en la línea o alguno de los componentes montados anteriormente al visor.

2º Si el visor instalado después del filtro secador no presenta burbujas de vapor, y el que está instalado delante de la válvula de expansión sí, la avería queda centrada en la propia línea de líquido, o en la obstrucción parcial al paso de refrigerante de alguno de sus componentes.

3º Si en ninguno de los dos visores, se observa la presencia de burbujas la avería queda centrada en el propio elemento de expansión (capilar o válvula), o bien en la obstrucción parcial al paso de refrigerante de alguno de los componentes que la integran.

1.8. Contenido de humedad y reacciones en la expansión

Los refrigerantes tienen la propiedad de absorber en solución una cantidad determinada, aunque muy reducida, de humedad. La humedad que contenga el refrigerante se encuentra disuelta en él (por ejemplo como se disuelve la sal en el agua, hasta que la solución está saturada), es decir, que no se encuentra la humedad en el refrigerante en forma de gotas como agua libre.

Cualquier instalación por deshidratada que esté, hay siempre una cantidad muy reducida de humedad, que de ser así no dará perturbaciones.

Sin embargo, cuando la cantidad de humedad pase de la capacidad de disolución del refrigerante, se podrá producir según el refrigerante y temperatura de evaporación, su congelación en el elemento de expansión .

La solubilidad del agua en los diferentes refrigerantes varía mucho y decrece rápidamente a medida que baja la temperatura de evaporación, por ejemplo, instalaciones de un mismo modelo y con igual contenido de humedad, puede trabajar perfectamente con R- 22, mientras que trabajando con R - 134-a, por ejemplo, presentará serias perturbaciones.

El refrigerante R-22 es de todos los refrigerantes normalmente empleados, el que más porcentaje de humedad acepta, ya que evaporando a -10 °C, puede contener hasta 0,4 g/Kg, pero evaporando a -25 °C, solo puede contener 0,24 g/kg.

La dependencia de la solubilidad de agua, de la temperatura explica también porqué se congela el elemento de expansión en instalaciones que han trabajado durante años sin fallo de ninguna clase, cuando por falta de refrigerante, o por otro motivo de perturbación , trabajan provisionalmente a una temperatura de evaporación más baja de lo normal.

Con la bajada de la temperatura de evaporación, se pasa del contenido crítico de humedad que puede contener el refrigerante, con lo que queda agua libre en circulación. Al cruzar el elemento de expansión, esta agua se congelará siempre y cuando la temperatura de evaporación sea igual o inferior a 0 °C, obstruyendo parcial o totalmente la libre circulación del fluido refrigerante.

1.9. Influencia de la humedad, expansionando con tubo capilar

En instalaciones que expansionan con tubo capilar así como los frigoríficos domésticos, pequeñas instalaciones de hostelería, etc., y siempre y cuando, el contenido de humedad en el refrigerante exceda de los límites descritos anteriormente, la congelación del agua a la salida del tubo capilar se produce taponando totalmente la circulación del refrigerante, a partir de este momento la instalación deja de enfriar por completo, y si se comprueba la presión de baja en la instalación veremos que se sitúa en zona de vacío.

La comprobación más rápida para detectar en este tipo de aparatos un tapón de humedad, es parar la instalación, dejar transcurrir un tiempo prudencial hasta que se descongele el tapón, o bien calentar el evaporador con un secador o decapador de aire, y poner de nuevo en marcha la instalación, comprobando que de nuevo su funcionamiento es correcto.

Pasados unos minutos de funcionamiento se volverá a formar el tapón de hielo, ya que la humedad ya está concentrada en la expansión, por lo que tendremos que reparar la avería.

En este tipo de expansión el tapón parcial no se produce, aunque si el Técnico de Servicio "escucha" la expansión y solo en el caso de existir humedad, oiremos que no es constante y que se va taponando parcialmente la expansión durante breves segundos pero reanudándose de nuevo, todo ello es debido a que el contenido de humedad no es el suficiente como para obturar completamente el orificio, y la instalación aunque teniendo algo de humedad podrá funcionar correctamente.

1.10. Influencia de la humedad expansionando con válvula.

La abertura de paso entre la aguja y el orificio de la válvula, por la que el refrigerante entra al evaporador, cambia continuamente el paso ya que depende de la temperatura del bulbo y de la cantidad de refrigerante que necesita el evaporador.

Dicha abertura es máxima cuando la instalación se pone en marcha, reduciéndose cada vez más conforme la temperatura de evaporación y la del bulbo se vayan igualando.

Como el ancho medio es solamente de algunas centésimas de milímetro, es fácil comprender que una pequeña cantidad de agua será suficiente para cerrar el paso, bien sea por completo o bien parcialmente.

1.11. Relación entre la presión de aspiración en el compresor y la presión de evaporación

Cuando tomemos la presión de aspiración en la toma de servicio de un compresor, debemos suponer que la presión existente en la batería evaporadora es mayor que la presión detectada, debido a la pérdida de presión o resistencia a la circulación del vapor por el interior de la línea de aspiración.

Una pérdida de presión estimada como normal, está alrededor de 3 psi, los cuales deberán añadirse a la lectura efectuada en el tubo de servicio del compresor, a fin de obtener la presión y temperatura real del refrigerante en su cambio de estado en la batería evaporadora.

Una pérdida de presión en la línea de aspiración superior a 5 psi ya influirá en el buen funcionamiento de la instalación, ya que al bajar la presión a la masa de refrigerante aspirada, en consecuencia aumenta su volumen específico y disminuye su densidad, dando como resultado un menor peso de refrigerante bombeado por el compresor y una menor producción frigorífica en el evaporador.

1.12. El evaporador

(Temperaturas y diferencia de temperaturas)

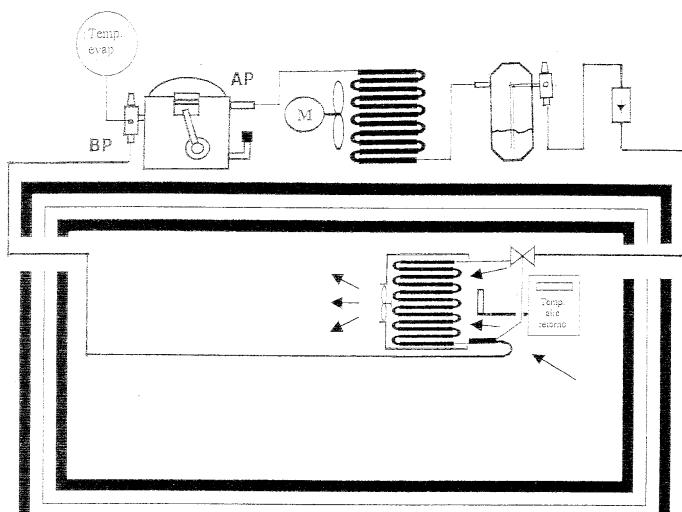
Las temperaturas de ebullición de cada refrigerante como ya sabemos, varían de acuerdo con la presión que se les aplique, ya que subiendo o bajando dicha presión conseguiremos mayor o menor temperatura de cambio de estado en el interior de los tubos del evaporador.

Esta temperatura de cambio de estado de líquido a vapor que leeremos en el manómetro de baja presión de cualquier instalación frigorífica, debemos recordar que ante el seguimiento o diagnóstico de cualquier avería, será la temperatura más baja que tendremos en todo el circuito, todas las demás mediciones que se realicen estarán por encima de esta temperatura.

Se pude dar como aceptable según la humedad relativa que se quiera mantener en el recinto refrigerado, que para cámaras de conservación la diferencia de temperatura entre la temperatura de evaporación y la temperatura que se desea en la cámara esté entre 8 y 12 °C.

Así como para cámaras de congelación deberá estar entre 5 y 9 °C, y para instalaciones de aire acondicionado entre 18 y 25 °C.

Así por ejemplo para obtener en una cámara de conservación una temperatura en el ambiente interior de aproximadamente + 1 °C, la temperatura de evaporación deberá estar situada entre los - 8 °C y los - 10 °C, y si la instalación monta el refrigerante R-134-a, deberá mantenerse en la parte de baja presión del sistema una presión de 1 bar ó 15 libras/pulgadas manométricas.



En cambio si utilizando R- 22 como fluido refrigerante en una instalación de aire acondicionado, queremos acondicionar un recinto a +24 °C, tendremos que evaporar como mínimo a + 1 °C , ya que si se evaporase a una temperatura inferior, se acumularía en forma de escarcha la humedad que conlleva el aire del recinto acondicionado sobre la superficie del serpentín evaporador, obstruyendo el paso de aire a su través.

De lo expuesto se deduce que, controlando la presión ejercida sobre el refrigerante en el evaporador, se obtendrán temperaturas más bajas o más altas que las de su correspondiente punto de ebullición.

La temperatura ambiente del recinto refrigerado la tomaremos en el aire de retorno al evaporador ya que por efecto de la temperatura, el aire varía su peso específico y el aire más caliente sube a la parte superior de la cámara donde se encuentra el evaporador y el más frío baja a la inferior.

La diferencia de temperaturas entre la temperatura de evaporación y la temperatura en el ambiente interior en cámaras frigoríficas de conservación, depende del tipo de evaporador y del grado de humedad que se quiera mantener en el recinto.

El Técnico de Servicio debe conocer que en cámaras que instalen evaporadores estáticos, la diferencia de temperatura que se considera normal está entre 8 y 12 °C. aproximadamente.

Sin embargo montando evaporadores de tiro forzado la diferencia de temperaturas debe estar entre 6 y 8 °C.

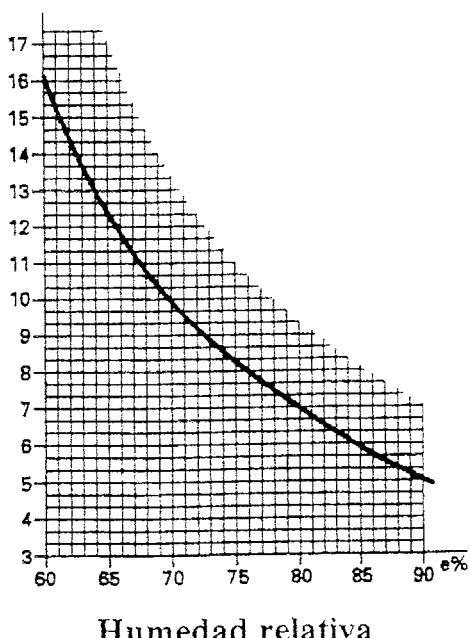
En las cámaras de conservación además de bajar la temperatura de los alimentos también debemos controlar la humedad relativa del aire en el ambiente. El evaporador elimina del aire, tanto calor sensible, como calor latente. Cuando elimina calor latente extrae humedad del aire del recinto, y cuando elimina calor sensible, reduce la temperatura de los alimentos.

Con una diferencia aproximada de 8 °C entre la temperatura de evaporación y la temperatura del espacio refrigerado lograremos mantener una humedad relativa cercana al 75 %.

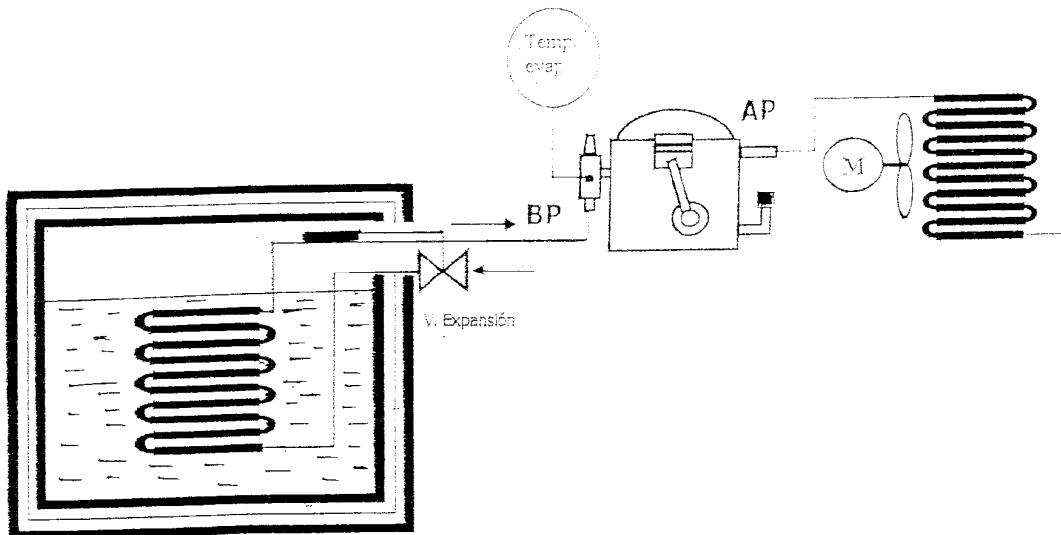
Diferencia de temperatura entre la de evaporación (manómetro de baja) y temperatura interior de la cámara

Si esta diferencia de temperatura la aumentamos, corremos el riesgo de resecar los alimentos, y si por el contrario reducimos ésta diferencia podrían formarse moho en los alimentos, así como la condensación de humedad en las paredes interiores de la cámara.

En instalaciones de baja temperatura la diferencia oscila entre 5 °C y 8 °C. En instalaciones de aire acondicionado la diferencia estará entre 18 y 22 °C.



En evaporadores para enfriamiento de agua la temperatura de evaporación deberá ser de 5 a 6°C inferior a la temperatura del agua helada.



Si el baño es salmuera o solución incongelable la diferencia estará entre 4° y 6 °C.

1.13. Temperaturas de control en la línea de aspiración

En la línea de aspiración se deben controlar los diferentes valores de recalentamiento que transporta el vapor de refrigerante evaporado, en diferentes puntos de la línea.

a) Los objetivos del control del recalentamiento a la salida del evaporador son:

- 1º. Asegurarnos el máximo rendimiento del serpentín evaporador.
- 2º. Asegurarnos que no llegará refrigerante en estado líquido a la aspiración del compresor.

Medición del recalentamiento en el tubo de aspiración del compresor

El valor idóneo del recalentamiento de los vapores en el tubo de aspiración a la entrada del compresor deberá estar aproximadamente alrededor de entre 10° C y 13° C.

b) Los objetivos del control del recalentamiento en el tubo de aspiración del compresor son:

- 1º. Asegurar una buena refrigeración de las bobinas del motor. Cualquier incremento de estos valores puede provocar el sobrecalentamiento del compresor haciendo que actúen los protectores térmicos deteniendo la instalación.
- 2º. Un recalentamiento excesivo de los vapores aspirados por el compresor conllevará a un aumento del volumen de la masa de refrigerante aspirada, y en consecuencia a una disminución de su densidad, por lo que el peso de refrigerante bombeado por el compresor será menor, disminuyendo por todo ello la producción frigorífica de la instalación.

Cualquier incremento inusual de la temperatura del gas de succión debe investigarse y corregirse, bien sea, aislando convenientemente la línea o variando su instalación.

2. ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO

2.1. Análisis de funcionamiento en instalaciones frigoríficas

Siempre que cualquier instalación tenga tomas de alta y baja presión, y acceso a las diferentes zonas del circuito donde instalar convenientemente los diferentes termómetros, el técnico de servicio tendrá que saber para el mantenimiento ó bien para el seguimiento y diagnóstico de averías

- 1º Que temperaturas y donde las debe medir.**
- 2º Que valores de diferencia de temperatura son los correctos, según la instalación y destino.**
- 3º Si la diferencia de temperatura, es alta o baja con respecto a la que se estima como normal, saber que puntos hay que mirar en cada caso.**

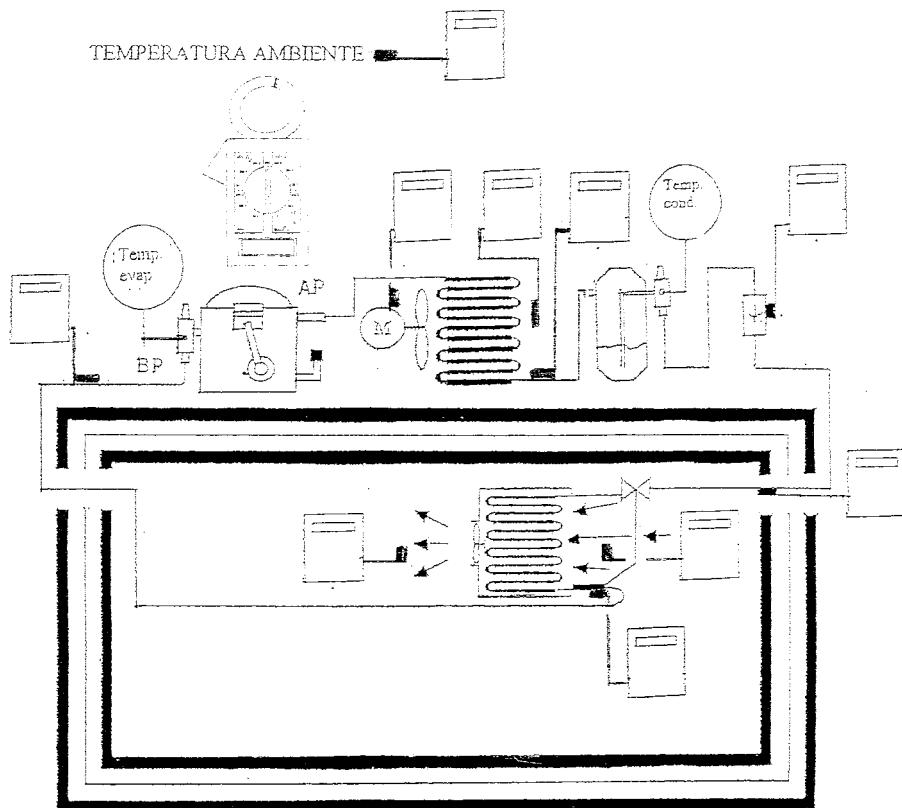
Al realizar la inspección pudieran aparecer defectos visibles, que por supuesto deberán corregirse antes de seguir la inspección.

Cuando una instalación funciona correctamente, tiene unos valores de presiones, consumos eléctricos, temperaturas y diferencia de temperaturas, que están dentro de unos valores estimados como normales según el proyecto.

Ante instalaciones que solo se tenga acceso a la toma de baja presión como por ejemplo los refrigeradores domésticos, instalaciones de refrigeración comercial que expansionan con tubo capilar ó aparatos de aire acondicionado de la serie doméstica, aunque el origen de la avería será el mismo que en los aparatos industriales, aconsejamos seguir los diferentes apartados dedicados al seguimiento y diagnóstico de averías de cada tipo de aparato en particular.

Los puntos de control son

- 1º Presión de alta y temperatura de condensación.**
- 2º Presión de baja y temperatura de evaporación.**
- 3º Consumos eléctricos de los diferentes motores.**
- 4º Temperatura de recalentamiento a la salida del evaporador.**
- 5º Temperatura de recalentamiento en la aspiración del compresor.**
- 6º Temperaturas de impulsión y retorno del aire en el evaporador (en caso de aire).**
- 7º Temperatura interior del recinto refrigerado.**
- 8º Temperatura de subenfriamiento a la salida del condensador.**
- 9º Temperatura de subenfriamiento a la entrada de la expansión.**
- 10º Temperaturas de aspiración e impulsión del aire en el condensador (en caso de aire)**



Cuando la instalación entra en avería, exterioriza su "dolencia" cambiando varios de estos valores. El técnico de servicio tendrá que investigar y razonar el motivo o motivos, que han podido alterar estos valores de funcionamiento antes de dar su diagnóstico.

Hay que partir de la base de que ninguno de los cuatro componentes básicos que monta una instalación frigorífica (compresor, condensador, expansión y evaporador), trabaja independientemente, por lo que tendremos que analizar el funcionamiento de cada componente por separado y en conjunto, ya que una avería puede estar ocasionada por más de una causa.

Cuando la avería se encuentre en el tendido de líneas, o en alguno de los otros muchos componentes y accesorios que puede llegar a montar un sistema frigorífico, su mal funcionamiento se reflejará en el normal funcionamiento de los cuatro componentes principales.

El análisis de los cuatro componentes nos ayudará a:

- 1 ° **Dar un diagnóstico exacto del origen de la avería.**
- 2° **Evitará trabajo innecesario "toqueteando sin analizar".**
- 3° **Disminuirá costos y tiempo de intervención evitando nuevas llamadas sobre la misma avería.**

2.2. Análisis de funcionamiento del condensador

1º. Instalar el manómetro en la zona de alta, y leer la temperatura de condensación.

(En el caso de no disponer de toma de presión en la zona de alta, instalar un termómetro debidamente aislado, en el último codo de salida del condensador, y aproximadamente tendremos la temperatura de condensación)

2º. Tomar la temperatura de entrada del medio empleado para condensar (aire ó agua).

3º. Restar las dos temperaturas y analizar si la diferencia es alta o baja con respecto a las estimadas como normales.

4º. Segundo sea alta o baja, inspeccionar unos puntos en concreto.

5º. Si la diferencia de temperatura es normal, habrá terminado la inspección de este componente.

2.2.1. Diferencia de temperatura más alta de lo normal.

El origen de la avería en condensadores enfriados por aire puede ser motivada por:

1º. Suciedad en la superficie del condensador.

2º. Motor del ventilador funcionando a bajas revoluciones, aspas mal orientadas o rotas, o es demasiado pequeño.

3º. Acceso de aire al condensador restringido.

4º. Aire de aspiración e impulsión comunicados.

5º. Temperatura ambiente donde se ubica la unidad condensadora está muy alta.

6º. Dirección contraria del aire en el condensador.

El origen de la avería en condensadores enfriados por agua puede ser motivada por

1º. Temperatura del agua muy alta.

2º. Caudal de agua demasiado pequeño.

3º. Suciedad en el interior de las tuberías.

4º. Bomba de agua defectuosa o no funciona.

Puntos a inspeccionar relacionados con el sistema

1º. Exceso de carga térmica.

2º. Sobrecarga de refrigerante.

3º. Aire o incondensables circulando con el refrigerante.

4º. Superficie del condensador demasiado pequeña.

5º. Regulación de la presión de condensación, demasiado alta.

2.2.2. Diferencia de temperaturas más baja de lo normal

El origen de la avería en condensadores enfriados por aire puede ser motivada por

- 1º. Temperatura del aire de enfriamiento demasiado baja.
- 2º. Caudal de aire hacia el condensador demasiado grande.

El origen de la avería en condensadores enfriados por agua puede ser motivada por

- 1º. Caudal de agua demasiado grande.
- 2º. Temperatura del agua demasiado baja.

Puntos a inspeccionar relacionados con el sistema

- 1º. Baja carga térmica del sistema.
- 2º. Anomalías en el compresor.
- 3º. Falta de refrigerante.
- 4º. Superficie del condensador demasiado grande.
- 5º. El regulador de presión de condensación ajustado a una presión demasiado baja.
- 6º. Recipiente de líquido no aislado e instalado en un sitio más frío que el condensador.

2.3. Análisis de funcionamiento del evaporador

- 1º. Instalar el manómetro en la toma de baja presión, y leer la temperatura de evaporación.
- 2º. Tomar la temperatura del aire de retorno (de entrada) al evaporador.
- 3º. Restar las dos temperaturas y analizar si la diferencia es alta o baja.
- 4º. Según sea alta o baja, inspeccionar unos puntos en concreto.
- 5º. Si la diferencia de temperatura es normal, habrá terminado la inspección de este componente.

2.3.1. Diferencia de temperatura más alta de lo normal

Puntos a inspeccionar del circuito de aire y del propio componente

- 1º.** Filtros del aire sucios.
- 2º.** Motor del ventilador.
- 3º.** Compuertas parcialmente cerradas u obstáculos en la entrada del aire.
- 4º.** Estado del serpentín.
- 5º.** Mecánica del ventilador.

Si se miden las temperaturas del aire de impulsión y de retorno del evaporador, encontraremos la de impulsión más negativa de la normal y la de retorno más positiva de lo normal (salto térmico mayor).

Puntos a inspeccionar del sistema frigorífico

- 1º.** Falta de refrigerante.
- 2º.** Anomalías en la válvula de expansión.
- 3º.** Caída de presión en la línea de aspiración.
- 4º.** Excesiva cantidad de aceite en el evaporador.

Si se miden las temperaturas del aire de impulsión y de retorno del evaporador, encontraremos la de impulsión menos negativa de lo normal y la de retorno más positiva de lo normal (salto térmico menor).

2.3.2. Diferencia de temperatura más baja de lo normal

(Temperatura interior del recinto más baja de lo normal)

Puntos a inspeccionar:

- 1º.** Termostato o presostato regulado a una temperatura más baja de lo normal.
- 2º.** Contacto o instalación del bulbo sensor defectuoso.
- 3º.** Polvo o suciedad en los contactos.

2.3.3. Diferencia de temperatura dentro de lo normal (Temperatura del aire de salida alta)

Puntos a inspeccionar

- 1º.** Sobrecarga térmica del sistema.
- 2º.** Rotura de válvulas en el compresor.
- 3º.** Arrastre de aceite en el separador.

2.3.4. Diferencia de temperatura dentro de lo normal (Temperatura del aire de salida baja)

Puntos a inspeccionar

- 1º.** Baja carga térmica del sistema.
- 2º.** Temperatura exterior muy baja.
- 3º.** Fallo en el termostato o presostato de baja.

2.4. Análisis de funcionamiento de la válvula de expansión

- 1º.** Instalar el manómetro en la toma de baja presión, y leer la temperatura de evaporación.
- 2º.** Instalar el termómetro debidamente aislado en el tubo de salida del evaporador, junto al bulbo termostático de la válvula.
- 3º.** Restar las dos temperaturas.

RECALENTAMIENTO ALTO

Puntos a inspeccionar:

- 1º.** Obstrucción en la línea de líquido.
- 2º.** Baja carga de refrigerante.
- 3º.** Tapón de hielo, suciedad o aceite.
- 4º.** Bulbo de la válvula mal instalado.
- 5º.** Ajuste de la válvula incorrecto.

RECALENTAMIENTO BAJO

Puntos a inspeccionar

- 1º.** Asiento de la válvula defectuoso.
- 2º.** Bulbo de la válvula mal instalado.
- 3º.** Ajuste de la válvula incorrecto.

2.5. Análisis del funcionamiento del compresor

Para analizar el funcionamiento del compresor, no deberemos realizar ninguna diferencia de temperaturas como en los casos anteriores, ya que solo tendremos que comprobar si funciona o no funciona.

COMPRESOR FUNCIONA

Puntos a inspeccionar

- 1º. Temperatura de descarga (no debe superar los 120 - 140 °C).
- 2º. Ruidos anormales.
- 3º. Presión de aceite.
- 4º. Pérdidas de aceite.
- 5º. Nivel de aceite.
- 6º. Aceite en ebullición.
- 7º. Aceite descolorido.
- 8º. Paradas excesivas del compresor.
- 9º. Funcionamiento ininterrumpido del compresor.
- 10º. Compresor caliente.
- 11º. Compresor frío.
- 12º. Golpes de líquido.
- 13º. Presión de aspiración.
- 14º. Temperatura del gas de aspiración.

COMPRESOR NO FUNCIONA

Puntos a inspeccionar

- 1º. Presostato de alta.
- 2º. Presostato de baja.
- 3º. Termostato.
- 4º. Fallo en el circuito de maniobra.
- 5º. Voltaje bajo.
- 6º. Sobrecarga del motor eléctrico.
- 7º. Circuito de potencia de alimentación al motor abierto.
- 8º. Bobinas del motor eléctrico defectuosas.
- 9º. Compresor mecánicamente agarrotado.

3. CARACTERISTICAS Y TEMPERATURAS DE FUNCIONAMIENTO

3.1. Finalidad de la refrigeración

La finalidad de la refrigeración es asegurar que a través de las correspondientes operaciones oportunas, garantizar que los productos alimentarios sean mantenidos a temperatura controlada desde la fase de producción hasta la fase última del consumo.

Podemos distinguir los cinco eslabones principales que la componen

- 1º. El frío en la fase de producción.
- 2º. El frío en la fase de almacenamiento.
- 3º. El frío en los transportes frigoríficos.
- 4º. El frío en la fase de distribución.
- 5º. El frío en los refrigeradores domésticos.

El parámetro físico fundamental y mensurable que caracteriza estas condiciones es la **temperatura de los productos** sometidos al frío. Esta temperatura deberá ser mantenida lo más constante posible, en un valor determinado a lo largo de la cadena de frío.

Pueden distinguirse dos tipos fundamentales de tratamiento por el frío de los productos alimentarios:

El frío positivo: **La refrigeración.**

El frío negativo: **La congelación y la ultra congelación.**

La refrigeración

El tratamiento por el frío en lo que se refiere a la "refrigeración", consiste en enfriar y en mantener un producto a temperatura positiva (a 0 °C, o próxima a 0 °C), de forma que el agua contenida en este producto no pueda ser transformada en hielo.

La congelación

El tratamiento por el frío en cuanto a la "congelación", consiste en enfriar, congelar y mantener un producto a una temperatura muy inferior a la de congelación del agua de constitución. Una gran parte de esta agua es transformada en hielo en forma de cristales más o menos gruesos.

Las temperaturas usuales de conservación por congelación, llamada conservación de productos congelados están comprendidas entre -10° C y -30° C., y el plazo de conservación de estos productos previamente congelados es tanto mayor cuanto menor es la temperatura de conservación.

La ultra congelación

Este tratamiento es similar a la congelación. De hecho se trata de una congelación ultrarrápida que responde a numerosos criterios específicos como pueden ser la de fabricación, el embalaje, el almacenamiento y la distribución.

La reglamentación vigente determina que la temperatura de los productos ultra congelados debe ser mantenida permanentemente igual o inferior a -18 °C, incluso durante su paso por la tienda de venta al por menor, es decir, en los muebles frigoríficos.

En distribución, la "congelación" y la "ultra congelación" permiten en principio grandes plazos de conservación (de 3 a más de 12 meses, según los productos).

Sin embargo, la permanencia en los muebles frigoríficos de venta no debería exceder de algunas semanas, ya que las temperaturas interiores de los muebles de venta son fluctuantes particularmente en los momentos de desescarche, las manipulaciones de los paquetes por los clientes y el personal degradan los embalajes.

3.2. Temperaturas de mantenimiento y temperaturas de evaporación

Según el tratamiento que se le quiera dar a los productos, se agrupan bajo las siguientes condiciones:

Tipo de frío	Denominación	Temperaturas a mantener según el producto y la reglamentación vigente
AUSENCIA DE FRÍO (o interrupción de la cadena en la fase de venta)	NO REFRIGERADO (en muebles o mostradores denominados "secos")	AMBIENTAL (o ligeramente inferiores)
FRÍO POSITIVO	REFRIGERACIÓN	+ 12 °C a - 0,5 °C (según el producto)
FRÍO NEGATIVO	a) CONGELACIÓN b) CONSERVACIÓN DE CONGELADOS c) ULTRACONGELACIÓN	de - 10 °C a -25 °C de - 18 °C a -25 °C de - 25 °C a -35 °C

Las temperaturas de evaporación según sea el destino de la instalación que se pueden estimar como normales son las siguientes:

Tipo de frío	Denominación	Temp. Interior aprox.	Temperatura de evaporación aproximada.
FRÍO POSITIVO	REFRIGERACIÓN Ó CONSERVACIÓN	+ 1 °C	- 9 °C, para una humedad relativa
FRÍO	CONGELACIÓN (2 Estrellas)	- 12 °C	- 20 °C aproximadamente.
FRÍO NEGATIVO	CONSERVACIÓN DE CONGELADOS (3 Estrellas)	- 18 °C	- 25 °C aproximadamente.
FRÍO NEGATIVO	ULTRACONGELACIÓN	- 27 °C	- 35 °C aproximadamente.

3.3. Gases refrigerantes mas utilizados en conservación

El refrigerante que se utilizó durante más tiempo en cámaras de conservación fue el CFC R-12, y dado que está prohibida su fabricación, en caso de tener realizar una carga de refrigerante a una instalación de este tipo, podremos realizarla con los refrigerantes mezcla R-406-A, R-409-A, R-413-A, etc. tomando como referencia la temperatura de evaporación a la que tenga que trabajar, según sea la humedad relativa que se quiera mantener en su interior.

Si la expansión monta una válvula de R-12, deberemos prestar la máxima atención en el ajuste del recalentamiento, ya que la carga se realizará con un refrigerante mezcla y deberemos conocer las temperaturas de burbuja y rocío tanto en la condensación como en la evaporación, para poder realizar los ajustes necesarios.

En caso de querer cargar la instalación con el refrigerante ecológico R-134-a, deberemos realizar el cambio de aceite correspondiente. Si la expansión se realiza con tubo capilar, éste se tendrá que alargar un 25 % aproximadamente, y si se realiza con válvula de expansión, se tendrá que cambiar por una de R-134-a. También el filtro secador tendrá que ser especial para este refrigerante con un tamiz de 3 Amstrongs.

Si la instalación trabaja con R-22, podremos cargarla directamente con el refrigerante mezcla R-417-A, o bien con R-407-C realizando en este último, los cambios de aceite pertinentes.

3.4. Gases refrigerantes mas utilizados en congelación

El refrigerante que más se utilizó en cámaras de congelación fue el R-502, que igual que el R-12 también está prohibida su fabricación, por lo que en caso de tener que efectuar una carga de refrigerante a una instalación vieja de este tipo, podremos utilizar el sustituto R-408-A, tomando como referencia la temperatura de evaporación según sea su destino. En caso de utilizar otro tipo de refrigerante mezcla solo nos bastará conocer las temperaturas de burbuja y rocío en la condensación y en la evaporación.

En caso de que la válvula de expansión sea de R-502, tendremos que realizar el ajuste que corresponda, ya que la carga se realizará con un refrigerante mezcla.

Las instalaciones nuevas de congelación, adoptan normalmente como refrigerante el R-404-a o el R-507, este refrigerante es altamente inflamable debido a la proporción de la mezcla entre el R-143-a , y su reductor R-125, para el cual ya se fabrican compresores especiales. Este refrigerante solo tiene un buen comportamiento utilizando aceites sintéticos poliol-ester.

3.5. Inicio al calculo de cargas térmicas en cámaras frigoríficas

Carga total de refrigeración

La carga total de una instalación frigorífica, es el número de Kcal. que deben extraerse del recinto a fin de mantener la temperatura deseada en la cámara, y se tendrá que tener presentes las entradas de calor que tendremos en el recinto refrigerado

- 1° Pérdidas a través de las paredes.
- 2° Pérdidas por servicio (puertas, alumbrado, motores ventilador etc.)
- 3° Pérdidas por la carga de género que entra a diario.

Pérdidas a través de las paredes

La cantidad de calor que entrará a través de las paredes depende de:

- 1° Superficie total exterior de la cámara.
- 2° Aislamiento empleado y coeficiente de transmisión.
- 3° Diferencia de temperaturas entre la del ambiente exterior y la que se quiere en el interior de la cámara.

En primer lugar deberemos tomar las medidas exteriores de la cámara, o sea ancho, alto y fondo, y calcularemos la superficie total de las paredes en m

En segundo lugar y determinado el espesor del aislamiento, se buscará a través de tablas el coeficiente de transmisión del material empleado. Al coeficiente de transmisión de los diferentes materiales se le conoce con la letra (K) y lo encontraremos en las tablas de transmisión de los diferentes materiales.

Coeficiente de transmisión de algunos materiales aislantes

Espesor en m/m	Poliuretano	Poliestireno	Fibra de vidrio	Lana mineral	Corcho
50	0,57	0,66	0,70	0,62	0,78
75	0,42	0,49	0,52	0,47	0,58
100	0,26	0,33	0,35	0,31	0,39
125	0,22	0,29	0,31	0,27	0,34
150	0,18	0,25	0,27	0,23	0,29
200	0,11	0,17	0,18	0,16	0,20

Estos coeficientes varían con la temperatura y el grado de compresión (densidad), de la sustancia.

En tercer lugar se establecerá la diferencia de temperatura entre la del ambiente exterior y la del interior de la cámara. Para determinar la temperatura ambiente exterior, deberemos calcular la temperatura media en la época más calurosa del año.

Para fijar la temperatura deseada en el interior de la cámara, ésta dependerá de la naturaleza del producto que debe almacenarse, y también de la temperatura recomendada para dicho producto en particular, la cual hallaremos a través de tablas confeccionadas para este fin.

Así pues conocidos los tres factores, podremos calcular las entradas de calor a través de las paredes, utilizando la siguiente fórmula:

Superficie en m² x coeficiente de transmisión (k) x diferencia de temperatura exterior menos interior x 24 horas = Pérdidas por paredes

Para vitrinas mostrador con cristales se calculará para la pérdida de dos cristales 75 Kcal / m² / grado de separación entre la temperatura ambiente y la de la cámara fría cada 24 horas. Para 3 cristales 45 Kcal.

Pérdidas por servicio

Las pérdidas por este concepto se centran en el numero de veces que se abren las puertas según sea el destino de la cámara, siendo normal que en un restaurante se abran más veces las puertas de una cámara, si lo comparamos con las veces que las abrirá un almacén de distribución de productos congelados.

Aunque se trata de un dato difícil de determinar de una manera exacta, lo más fiable es calcular un porcentaje sobre el resultado que se ha obtenido, en el cálculo por pérdidas a través de las paredes.

Para grandes cámaras será un 10 %

Para detallistas será un 25 %

Para pastelerías, bares y restaurantes un 40 %

Pérdidas por la carga de género

En cámaras de conservación de productos a temperaturas positivas sobre cero grados centígrados tendremos que conocer tres factores.

1º Cantidad de kilos de género que entran a diario en la cámara

2º Diferencia de temperatura del género a su entrada y la que debe obtenerse en el interior

3º Calor específico del producto a enfriar.

La entrada de género diario es un dato muy importante, y siempre es más aconsejable calcularlo algo por encima de la realidad.

Para cámaras de mediana capacidad se acostumbra a tomar como norma lo siguiente

Cámaras de conservación (hasta 0 °C)

PRODUCTO	Kilogramos aproximados
Carne de buey colgada	300 / 350 por m ³
Carne de cordero colgada	150 / 200 por m ³
Carne de tocino colgada	300 / 350 por m ³
Frutas	200 / 250 por m ³
Pescados	350 / 400 por m ³
Huevos	300 docenas por m ³

Cámaras de conservación de producto congelado

PRODUCTO	Kilogramos aproximados
Buey	400 / 500 por m ³
Cordero	400 / 500 por m ³
Tocino	350 / 500 por m ³

Primero tendremos que conocer la temperatura del género a la entrada y la que queremos mantenerlo en su interior, así pues por ejemplo, para la conservación de alimentos frescos y botellería sería aproximadamente +2 °C, para conservación de alimentos congelados -18 °C

Para congeladores comerciales - 26 °C, etc.etc..

Por último hallaremos el calor específico del producto almacenado a través de tablas. y una vez conocidos los tres factores solo tendremos que hacer la siguiente operación:

Pérdidas por carga de género = Kilos de género x diferencia de temp. (exterior -interior) x calor específico

Calores específicos y temperaturas de conservación y congelación de diversos productos

Producto	Conservación				Congelación		
	Temperat. Recomendada °C	Calor esp. sobre 0 °C Frig/día/Kg	H.R. %	Respiración Frig/día/Kg	Temperat. Recomendada °C	Calor esp. bajo 0 °C Frig/día/Kg	Calor latente de cong. Frig/día/Kg
Carnes							
Ternera	2a4	0,70	80/85	-	-15/20	0,40	51
Cordero	2a4	0,81	80/85	-	-12/15	0,37	47
Cerdo	2a4	0,65	80/85	-	-8/10	0,36	36
Aves y caza	1 a 3	0,80	80/85	-	12/15	0,42	59
Embutido	2a4	0,89	80/85	-	-	0,56	62
Pescados							
Fresco	-1a2	0,82	90/95	-	-15/20	0,41	61
Marisco	0 a 2	0,84	80/85	-	-	0,45	67
Pesca salada	2a4	0,56	65/70	-	-	0,34	36

Conservación				
Producto	Temp. Recomendada °C	Calor esp. sobre 0 °C Frig/día/Kg	H.R. %	Respiración Frig/día/Kg
Frutos				
Manzanas	2a6	0,92	80185	0,41
Limones	10 a 15	0,91	80185	0,22
Melones	1 a 3	0,90	80185	0,55
Naranjas	1 a 3	0,92	80/85	0,38
Melocotones	1 a 3	0,92	85/90	0,55
Peras	1 a 3	0,90	85/90	3,64
Plátanos	12 a 14	0,81	85/95	2,30
Fresas	1 a 2	0,92	85/90	1,82
Uvas	0 a 3	0,92	80185	0,27
Cerezas	0 a 2	0,86	80185	3,66
Ciruelas	0 a 2	0,83	80/85	-
Dátiles	10 a 15	0,83	75/80	-
Frambuesas	2a7	0,92	80/85	1,83
Albaricoques	1 a 3	0,87	80/85	-
Higos	7a12	0,82	80/85	-
Frutas secas	3a7	0,45	70175	-
Verduras				
Espárragos	2a7	0,95	80/85	-
Habas	2a7	0,92	80/85	1,82
Coles	2a7	0,93	85/90	-
Lechuga	2a7	0,95	85/90	4,44
Cebollas	4a10	0,90	75/80	0,55
Patatas	2a7	0,78	80/95	0,46
Tomates	10 a 13	0,95	85/90	0,27
Alcachofas	3a7	0,90	80/85	0,56
Berenjenas	7a10	0,94	80/85	-
Espinacas	5 a 10	0,92	85/90	-
Pimientos	2a7	0,94	85/90	1,30
Judías verdes	2a7	0,92	85/90	-
Judías secas	2 a 7	0,30	65/70	-
Verduras mezcladas	2a7	0,90	Promedio	-

Leche y huevos				
Leche	2a6	0,93	80/85	-
Huevos	0,5a2	0,76	80/85	-
Queso fresco	1 a 4	0,64	80/85	2,73
Mantequilla	2a4	0,64	80/85	-
Helados				
Bloque	-15a-18	0,80	-	-
Granel	-11a-14	0,80	-	-
Líquidos				
Agua	6a8	1,00	-	-
Vinos	5 a 10	0,88	-	-
Cerveza	2 a 5	0,90	-	-
Cava	1 a 5	0,90	-	-
Aceite	1 a 2	0,50	-	-
Hielo	-2a-4	1,00	-	-

Obtención de la carga total

Para la obtención de la carga total solo necesitamos sumar los tres factores:

Pérdidas por paredes + Pérdidas por servicio + Pérdidas por carga y obtendremos el total de Kcal. que se deberán evacuar en 24 horas.

Debido a que durante las 24 horas el evaporador tendrá que entrar varias veces en desescarche, y el compresor deberá realizar unos tiempos de parada, es aconsejable fijar el tiempo máximo de funcionamiento de la instalación en 16 horas aproximadamente.

Por tal motivo tendremos que dividir la carga total entre 16 horas y obtendremos las Kcal. que deberán producirse por hora.

Finalmente y con objeto de cubrir todo posible imprevisto, es aconsejable añadir un 10% extra de Kcal. como coeficiente de seguridad.

En el caso que el evaporador monte ventiladores, tendremos en cuenta que

$$1 \text{ CV} = 632 \text{ Kcal / h.}$$

$$1 \text{ Kw} = 860 \text{ Kcal / h.}$$

Las pérdidas por reacción y renovación de aire en frutas y verduras, o sea materias vivas, las cuales originan cambios debidos a la respiración, el oxígeno del aire se combina con el carbono de los tejidos del fruto, desprendiendo energía en forma de calor, se tomará

Kilos x coeficiente de respiración en Kcal. día por kilo El promedio será de 4 renovaciones totales de aire al día

Volumen m³ cámara x 4 renovaciones x 20 Kcal. / día / m³

3.6. Ejemplos prácticos para el cálculo de cámaras

Se trata de calcular una cámara para conservación de carne de cordero, conociendo los siguientes datos:

Medidas exteriores de la cámara : 3 x 2 x 2.70 m. Espesor del aislamiento de poliuretano: 10 cm. Temperatura a obtener +3 °C

Temperatura máxima en el ambiente exterior: +30 °C Entrada de género al día : 300 kilos.

1° Calcularemos la superficie exterior de la cámara

$$\begin{aligned} 3,00 \times 2.00 &= 6,00 \\ 2,00 \times 2.70 &= 5,40 \\ 2,70 \times 3.00 &= 8,10 \\ \hline 19,50 \times 2 &= 39 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

2° Pérdidas por paredes

$$39 \text{ m}^2 \text{ (de superficie) } \times 0.26 \text{ (coeficiente de aislamiento del poliuretano) } \times 27 \text{ °C (diferencia de temperatura ext. - int) } \times 24 \text{ horas } = 6.570 \text{ Kcal. / día}$$

3° Pérdidas por uso

$$25 \% \text{ sobre } 6.570 \text{ Kcal./ día } = 1.642 \text{ Kcal. / día}$$

4° Pérdidas de carga.

$$300 \text{ kg de carne } \times 0.81 \text{ (calor específico del cordero sobre } 0 \text{ °C) } \times 27 \text{ °C (diferencia de temperatura exterior - interior) } = 6.561 \text{ Kcal. / día}$$

$$5° \text{ Sumamos los tres resultados obtenidos } = 14.773 \text{ Kcal. / día}$$

$$6° \text{ Dividimos las } 14.773 \text{ Kcal. / día (24h) : 16 horas } = 923 \text{ Kcal. / hora}$$

$$7° \text{ Añadiremos un } 10\% \text{ de seguridad } = 92 \text{ Kcal. / hora}$$

$$\text{TOTAL KCAL. QUE HABRAN DE PRODUCIRSE } 1.015 \text{ Kcal. / hora}$$

Continúa con los siguientes [Ejercicios de cálculo de instalaciones frigoríficas](#)