

REFRIGERANTES

De manera general, un refrigerante es cualquier cuerpo o sustancia que actúe como agente de enfriamiento, absorbiendo calor de otro cuerpo o sustancia. Desde el punto de vista de la refrigeración mecánica, se puede definir al refrigerante como el medio para transportar calor desde donde lo absorbe por ebullición, a baja temperatura y presión (evaporador), hasta donde lo rechaza al condensarse a alta temperatura y presión (condensador).

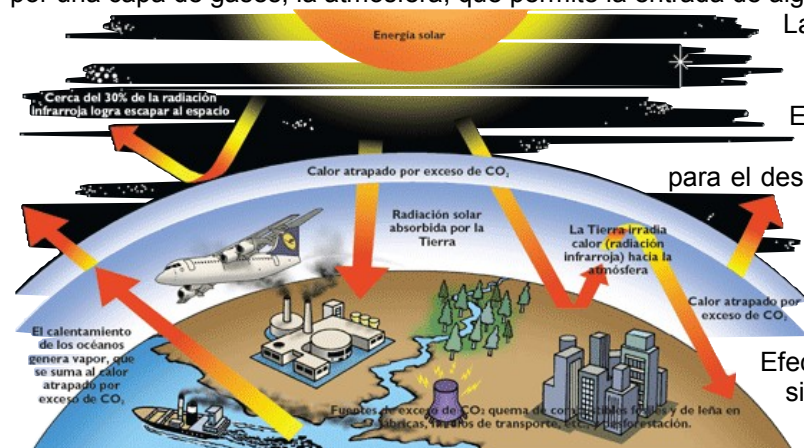
LOS REFRIGERANTES Y EL MEDIO AMBIENTE

Seguro que en los últimos años has oído hablar infinidad de veces de los problemas que ocasionan sobre el medio ambiente el uso de aerosoles o sprays. Los principales causantes de esta alerta han sido los llamados CFC's (compuestos cloro fluoro carbonados) a menudo presentes en este tipo de productos.

En la década de los años 70 se descubrió que la capa de ozono, que forma parte de la atmósfera terrestre y que nos protege de la radiación ultravioleta del sol, se estaba reduciendo. En un principio se pensó que esta reducción se producía de forma homogénea sobre toda la esfera terrestre pero, hacia el año 1985, se comprobó que existía un agujero en esta capa, localizado sobre la Antártida. Esto generó gran preocupación y se activó una amplia campaña de concienciación sobre el problema. A partir de entonces se intenta llevar el máximo control de la evolución de la capa de ozono en nuestro planeta.

El efecto invernadero y el cambio climático

El efecto invernadero es un fenómeno natural que ha desarrollado nuestro planeta para permitir que exista la vida y se llama así precisamente porque la Tierra funciona como un verdadero invernadero. El planeta está cubierto por una capa de gases, la atmósfera, que permite la entrada de algunos rayos solares que lo calientan.



La Tierra, al calentarse, también emite calor pero la atmósfera impide que se escape todo hacia el espacio y lo devuelve a la superficie terrestre. Este mecanismo, que no es nada simple, permite que el planeta tenga una temperatura aceptable para el desarrollo de la vida tal como la conocemos. ¿Quiere esto decir que sin el efecto invernadero no podríamos vivir? Muy probablemente.

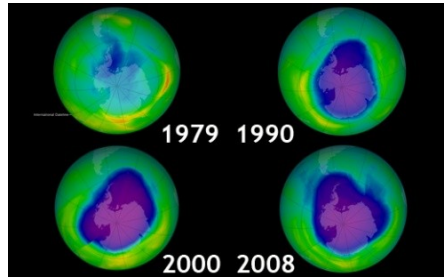
En la atmósfera existen determinados gases, denominados termoactivos o Gases de Efecto Invernadero (GEI), que contribuyen significativamente a la retención del calor dentro de la capa de protección terrestre y por lo tanto al aumento de temperatura sobre la superficie. Los más importantes son el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), los óxidos de nitrógeno (NO_x), el vapor de agua, el ozono (O₃) y los clorofluorocarbonos (CFC). La actividad humana ha provocado el aumento progresivo de la cantidad de muchos de ellos presente en la atmósfera, desencadenando un paulatino cambio en el clima mundial. De hecho los científicos prefieren denominar este hecho como cambio climático en lugar de efecto invernadero.

Con el fin de cuantificar en qué medida contribuye un compuesto al calentamiento de la Tierra y a la reducción de la capa de ozono, se han establecido unos índices que permiten comparar productos entre sí. Éstos son el GWP y el ODP.

Potencial de calentamiento global (GWP): es un índice que relaciona la contribución de una sustancia al efecto invernadero con la del dióxido de carbono, que se toma como GWP=1. Por convenio, los valores se refieren al efecto de cada gas durante 100 años.

Veamos con un ejemplo cómo interpretar este índice. El GWP de los HFC es relativamente alto. Para el R-134a, el GWP es 1.300, lo que significa que una emisión a la atmósfera de 1 kilogramo de este refrigerante, tendría el mismo impacto durante 100 años que una emisión de 1.300 kilogramos de CO₂. Por supuesto, el impacto medioambiental real dependerá también de la cantidad emitida.

Potencial de reducción de la capa de ozono (ODP): El ODP es un indicador de la capacidad que tiene un refrigerante para destruir la capa de ozono. Como referencia se toma el correspondiente al R-11 que tiene un valor ODP=1. Cuanto menor es el ODP, menos nocivo es el refrigerante.



REFRIGERANTE	ODP	GWP
R-22	0,055	1.700
R-134a	0	1.300
R-401A	0,037	1.082
R-401B	0,040	1.186
R-404 A	0	3.260
R-408 A	0,023	2.743
R-410a	0	1.725
R-507	0	3.300

PROPIEDADES DESEABLES EN UN REFRIGERANTE

Temperatura

Punto de ebullición: es la temperatura a la que la presión de vapor se iguala a la presión atmosférica. **El punto de ebullición del refrigerante tiene que ser bajo** para que se pueda tener una temperatura baja en el evaporador (el evaporador, además, debe tener una temperatura más baja que la que se desea obtener en el espacio refrigerado, ya que si no existe diferencia de temperaturas, no existe flujo de calor).

Temperatura crítica: es la temperatura máxima a la que un gas puede licuarse. El refrigerante debe de tenerla **lo más alta posible**

Temperatura de congelación: ha de ser inferior a la temperatura de trabajo en el evaporador

REFRIGERANTE	TEMPERATURAS EN °C		
	EBULLICIÓN	CRÍTICA	CONGELACIÓN
R-22	-40,7	96	-160
R-134a	-26,5	101,1	-103
R-717	-33,3	132,9	-78

Volumen específico

El volumen específico de un refrigerante en fase vapor es el volumen (expresado en m³ o en l) que ocupa un kilogramo de refrigerante en condiciones normales (20 °C y 1 atm). Como es de esperar, **es deseable que el volumen específico en fase vapor de un refrigerante sea lo menor posible**, para poder utilizar compresores de menor tamaño. Cuantos más kilogramos de refrigerante haya en un metro cúbico, más cantidad de refrigerante puede manejar el compresor.

Calor latente de vaporización

El calor latente de un refrigerante ha de ser lo más elevado posible, para que una pequeña cantidad de líquido absorba una gran cantidad de calor al evaporarse. La capacidad de refrigeración de un fluido depende de la cantidad de calor que absorbe en su cambio de estado.

Existen herramientas que en tu trabajo como técnico te ayudarán por ejemplo a estimar la capacidad de un compresor o a determinar la presión de alta a partir de una temperatura dada. Son muy utilizadas las tablas de datos o los diagramas presión-entalpía. Otra herramienta muy útil es la regla del frigorista. En todas ellas se recoge información específica para cada refrigerante. Es importante que aprendas a manejarlas, por eso vamos a comentar un ejemplo de cada una de ellas.

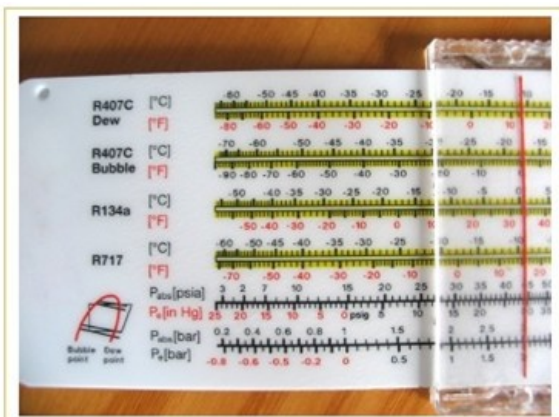
La siguiente tabla recoge valores de presión y temperatura para distintos refrigerantes. Puedes ver que en los extremos de la tabla, a la izquierda y al derecha, hay dos columnas con valores de temperatura, en grados Celsius y Fahrenheit respectivamente. Las columnas centrales recogen valores de presión en condiciones de saturación. Podemos conocer para cada refrigerante las presiones correspondientes a cada una de las temperaturas recogidas en la tabla.

Superheat - Saturated Vapor Pressures		Typical P-h Diagram Superheat-Reference Point						Dew Point	
Dew Point - Saturated Vapor (kPa)									
Temp. °C	Superheat MP39 R-401A	Superheat MP66 R-401E	Superheat HP90 R-402A	Superheat HPE1 R-402B	Superheat 407C R-407C	Superheat 408A R-408A	Superheat 409A R-409A	Temp °F	
-40	55	59	141	127	86	123	51	-40	
-38	57	63	147	133	90	128	54	-38	
-36	60	66	154	139	95	134	57	-36	
-34	63	69	161	145	99	140	60	-34	
-32	67	73	168	152	104	147	63	-32	
-30	70	76	175	158	110	153	66	-30	
-28	74	80	183	166	115	160	69	-28	
-26	77	84	191	173	121	167	73	-26	
-24	81	88	199	181	126	174	76	-24	
-22	85	92	208	188	132	181	80	-22	
-20	89	97	217	196	139	188	84	-20	
-18	93	101	226	205	145	197	88	-18	
-16	98	106	235	213	152	206	92	-16	
-14	102	111	245	222	159	214	97	-14	
-12	107	116	254	231	166	222	101	-12	
-10	112	121	265	241	173	231	106	-10	
-8	117	127	275	250	181	241	111	-8	
-6	122	132	286	260	189	250	116	-6	
-4	128	138	297	271	197	260	121	-4	
-2	133	144	308	281	206	270	126	-2	
0	139	150	321	292	215	280	132	0	
2	145	157	333	303	224	291	137	2	
4	151	163	345	315	233	302	143	4	
6	158	170	358	327	243	313	149	6	
8	164	177	371	338	253	325	156	8	
10	171	185	385	352	263	337	162	10	
12	179	192	399	366	274	349	168	12	
14	185	200	413	378	285	362	176	14	
16	193	208	428	392	296	375	183	16	
18	200	216	443	406	308	388	191	18	
20	208	225	459	421	320	402	198	20	
22	217	232	475	435	332	416	206	22	

Otra herramienta muy utilizada es la regla de frigorista. Se trata de una regla en la que están representados varios refrigerantes con sus escalas de temperatura en grados centígrados y fahrenheit. A cada refrigerante le corresponde una línea de temperatura. Si leemos los datos de la parte superior de la línea obtenemos la temperatura en grados centígrados, mientras que si leemos los recogidos en la parte inferior la obtenemos en grados fahrenheit.

En la parte de abajo de la regla del frigorista también se encuentran 2 escalas de presión. En ellas podemos leer la presión absoluta en bar y psi, y la presión relativa en milímetros de mercurio y bar.

La regla del frigorista dispone de una regleta transparente que se desliza sobre la regla principal. Esta regleta tiene una línea vertical como puedes ver en la figura 5; en este caso es de color rojo. ¿Cómo se maneja?



Supongamos que necesitas conocer cuál es la presión absoluta correspondiente al R-717 a -40 °C. Para averiguarlo tendrás que deslizar la regleta hasta situarla sobre ese valor en la escala de temperatura correspondiente al refrigerante. La presión vendrá marcada por la línea roja sobre la línea de presión en la parte inferior de la regla. En este caso será aproximadamente 0,7bar.

Los diagramas Presión-Entalpía también son muy utilizados para obtener datos relacionados de presión y temperatura de los distintos refrigerantes. Recordarás que en la unidad didáctica Diagrama Presión-Entalpía se explicaba cómo interpretar y manejar este tipo de gráficos: para un determinado valor de presión, podemos conocer las temperaturas correspondientes al líquido y al vapor saturados; o viceversa, a partir de la temperatura podemos averiguar los datos de presión.

No debe ser tóxico ni venenoso

Puesto que los refrigerantes son manejados por muchas personas, desde el fabricante, al distribuidor hasta el usuario, no deben representar ningún peligro. La mayoría de los refrigerantes sintéticos (hechos por el hombre, no encontrados en la naturaleza) no son tóxicos, y el riesgo es muy leve o prácticamente inexistente. Sin embargo, hay

algunos refrigerantes que son realmente dañinos al hombre, aún en pequeñas concentraciones. En altas concentraciones en el aire, cualquier refrigerante puede causar asfixia, debido a que desplazan el aire y crean insuficiencia de oxígeno. La magnitud del daño depende de la concentración de refrigerante, su naturaleza y del tiempo que se esté expuesto a él.

El R-12 no es tóxico y una persona puede vivir en una atmósfera con un alto porcentaje de este refrigerante durante períodos prolongados. En cambio, otros refrigerantes como el amoníaco (R-717), son tan tóxicos, que una exposición de 30 minutos en aire, con una concentración de 0.5% en volumen, se considera peligrosa y hasta letal. El bióxido de azufre, que ya no se usa como refrigerante desde hace muchos años, es el más tóxico, ya que la misma concentración, pero con menos tiempo de exposición, puede ser letal. Un punto interesante es, que estos dos refrigerantes aunque son los más tóxicos, tienen la ventaja de que su olor es muy ofensivo, y ponen alerta a la persona desde el momento que aparece el primer rastro de refrigerante. Sin embargo, otros refrigerantes inoloros, como el R-30 (cloruro de metileno) o el R-40 (cloruro de metilo), son muy tóxicos, pero a causa de su cualidad inolora, pueden ser considerados aún más peligrosos, ya que no "avisan" como el amoníaco.

No debe ser explosivo ni inflamable

En función de su facilidad para arder, los refrigerantes se clasifican en tres grupos de seguridad: de alta, media y baja seguridad. Los primeros se pueden utilizar en cantidades relativamente grandes en cualquier tipo de instalación, los incluidos en el segundo grupo pueden resultar ligeramente inflamables en contacto con el aire, y los del tercer grupo pueden formar mezclas combustibles o explosivas con el aire incluso en pequeñas proporciones.

No debe tener efecto sobre otros materiales

Debe seleccionarse un refrigerante que no tenga ningún efecto sobre los metales. Algunos refrigerantes, afortunadamente muy pocos, bajo ciertas condiciones, tienen efectos corrosivos sobre algunos metales o producen reacciones químicas que forman productos indeseables o contaminantes.

Debe detectarse fácilmente en caso de fuga

Todos los refrigerantes tienen tendencia a fugarse y cuando esto ocurre deben ser detectables con facilidad. Si el refrigerante tiene un olor característico, puede percibirse su presencia de inmediato. En el caso de que el refrigerante no desprenda olor, se le añaden compuestos compatibles con el sistema en pequeñas cantidades, que aporten un olor específico que ponga de manifiesto la presencia de una fuga.

Precaución: Nunca utilices oxígeno o acetileno para desarrollar presión, al intentar detectar fugas. El oxígeno explota en la presencia de aceite. El acetileno se descompone y explota.

Debe ser miscible con aceite

Los refrigerantes han de ser compatibles con los aceites lubricantes que se utilicen en el sistema frigorífico, para que ninguno de ellos se descomponga en presencia del otro dentro de los equipos. Esto es muy importante dado que en los circuitos de refrigeración, el refrigerante comparte espacio con el aceite lubricante en varios puntos y éste no debe alterar sus propiedades.

Aunque la función del aceite es lubricar las partes móviles del compresor, no se puede evitar que algo de aceite se vaya hacia el sistema junto con el refrigerante, aun cuando se cuente con un separador de aceite. Por lo tanto, hay dos partes del sistema donde esta relación es de interés: el cárter del compresor y el evaporador.

Esta miscibilidad tiene sus ventajas y desventajas. Las principales ventajas son: la facilidad relativa para retornar el aceite al compresor, y la lubricación de diferentes partes del sistema, como válvulas. Las desventajas son: la dilución del aceite en el cárter del compresor, disminución de la transferencia de calor en el evaporador, falta de lubricación y problemas de control.

No Debe Reaccionar con la Humedad

Todos los refrigerantes absorben humedad en cantidades variables. En un sistema de refrigeración, esta cantidad debe mantenerse por debajo del límite máximo permisible, para que pueda operar satisfactoriamente. Por lo tanto, es imperativo que se elimine la humedad de los componentes del sistema durante su manufactura, y que se tomen precauciones para evitar que entre al sistema, durante las operaciones de instalación o de servicio. Los refrigerantes y los aceites son abastecidos por los fabricantes, con límites muy bajos de humedad. Se debe hacer un gran esfuerzo por mantener la humedad fuera de los sistemas de refrigeración, por dos principales razones:

1. El exceso de humedad, como el "agua libre", puede congelarse a bajas temperaturas y restringir o detener el paso de refrigerante, a través de la válvula de termo expansión o del tubo capilar.

2. El exceso de agua puede reaccionar con el refrigerante formando ácidos corrosivos, los cuales causarán atascamientos, corrosión, quemaduras del motocompresor, y en general, deterioro del sistema de refrigeración.

Debe Ser un Compuesto Estable

En sistemas normales que estén razonablemente limpios y secos, la estabilidad del refrigerante no es un problema. La mayoría de los refrigerantes tienen una estabilidad adecuada para las aplicaciones donde se utilizan.

DENOMINACIÓN DE LOS REFRIGERANTES

Los refrigerantes pueden identificarse por su fórmula o nombre químico o mediante una simbología alfa-numérica (R más un número) que está establecida por el Reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas.

El nº incluido en el nombre del refrigerante se establece a partir de su fórmula química del siguiente modo:

- La primera cifra por la izquierda indica el número de átomos de carbono de la molécula de refrigerante menos 1. En caso que este número fuera cero, no se representa.
- La segunda cifra corresponde al número de átomos de hidrógeno que tenga la molécula más 1
- La tercera cifra indica, en los compuestos que carezcan de bromo, el nº de átomos de flúor presentes en la molécula de refrigerante

Todo lo anterior es aplicable a los refrigerantes de naturaleza orgánica. En el caso de los refrigerantes inorgánicos, como por ejemplo el amoníaco, NH₃, estos se denominan con la serie 700 más el peso molecular correspondiente. Por ejemplo, el amoníaco tiene un peso molecular de 17. Por tanto su denominación simbólica es R-717.

Los refrigerantes también se identifican por su nombre comercial, el R-13 se llama Suva 95; en cualquier caso nunca es suficiente utilizar únicamente el nombre comercial y siempre es preciso acompañarlo de alguna de las otras denominaciones.

CLASIFICACIÓN DE LOS REFRIGERANTES

- Grupo 1 o de alta seguridad: incluye a los refrigerantes que ni son combustibles ni favorecen la combustión. Son ligeramente tóxicos
- Grupo 2 o de media seguridad: este tipo de refrigerantes son inflamables o explosivos cuando su concentración en el aire es superior al 3,5 % en volumen
- Grupo 3 o de baja seguridad: son combustibles y explosivos incluso en concentraciones inferiores al 3,5% en volumen. Son también ligeramente tóxicos.

GRUPOS DE SEGURIDAD		
GRUPO I	GRUPO II	GRUPO III
R-23	R-30	R-170
R-123	R-40	R-290
R-124	R-160	R-600
R-125	R-611	R-600a
R-134a	R-717	R-1150
R-401A	R-764	Etano
R-401B	R-1130	Propano
R-401C		Butano
R-402 A		Etileno
R-402 B		
R-404A		
R-407 C		
R-417 A		

Según la composición química, los refrigerantes se pueden clasificar en:

- CFC (clorofluorocarbonos): Son los de mayor capacidad de destrucción de la capa de ozono. Durante años han estado relacionados con los aerosoles. Actualmente su uso está prohibido
- HCFC (hidroclorofluorocarbonos): Dañan en menor medida que los anteriores la capa de ozono. Se denominan refrigerantes de transición puesto que han sido una solución intermedia a la sustitución de los CFC's
- HFC (hidrofluorocarbonos): No dañan la capa de ozono, aunque algunos contribuyen al efecto invernadero.
- HCFC + HFC: Son mezclas de refrigerantes transitorias.

- HFC + HFC: Son mezclas de refrigerantes definitivas.
- HC (hidrocarburos): Tienen la ventaja de que ninguno de ellos absorbe humedad de forma considerable y de que todos son muy miscibles en aceite en cualquier condición. Sin embargo son extremadamente inflamables y explosivos, por lo que su uso está limitado a aplicaciones especiales y requieren los servicios de personal cualificado.
- Refrigerantes inorgánicos (salmuera, amoníaco y agua) Las salmueras son refrigerantes naturales. Se han utilizado tradicionalmente para la salmueras conservación de alimentos, por ejemplo mezclando agua con sal. Existen distintos tipos de salmueras: de tipo salino, a base de glicol, para bajas temperaturas (a base de alcoholes) y para aplicaciones especiales (aceites térmicos). Tienen la desventaja de que presentan problemas de corrosión, por lo que el sistema debe mantenerse con una presión muy alta y sin contacto con la atmósfera.

CFC	R-11, R-12, R-502, R-500, R-13B1, R-13, R-113
HCFC	R-22, R-141b, R-403B, R-408A, R-401a, R-401B, R-402A, R-402, R-409a
HFC	R134a, R-413a, R-404a, R-507, R-407C, R-417a, R-410

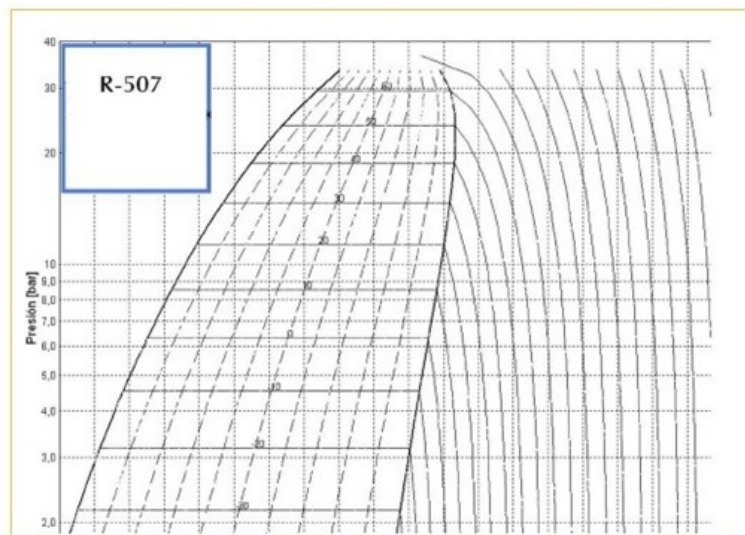
MEZCLAS DE REFRIGERANTES

Alguno de los refrigerantes que hemos nombrado hasta ahora no son compuestos puros. Muchos de ellos son mezclas de diferentes sustancias refrigerantes

Mezclas azeotrópicas

Las mezclas azeotrópicas de refrigerantes están formadas por dos o más componentes en proporciones precisas, y su principal característica es que se comportan como un solo componente durante los cambios de fase. La temperatura durante el cambio de fase permanece constante a presión constante.

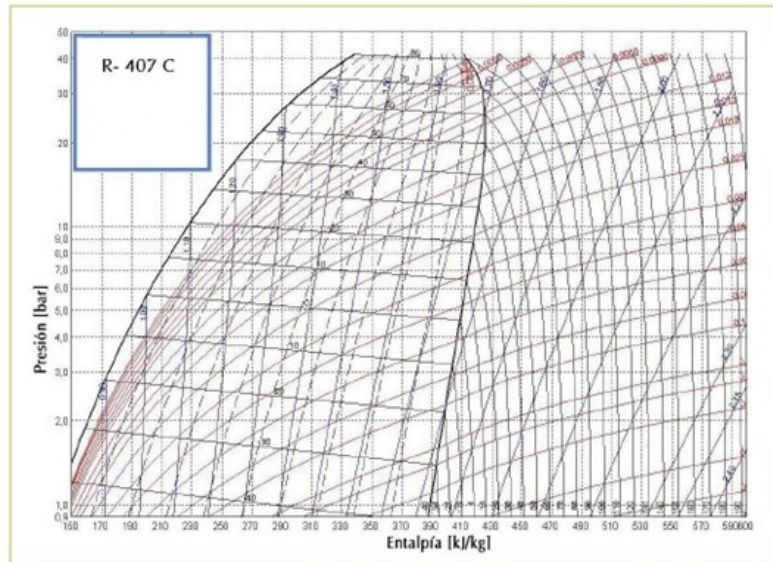
Vamos a comprobarlo con un ejemplo. El R-507 es una mezcla azeotrópica, formada por R-125 en un 50 % y R-143a en un 26,2 %. En la figura siguiente se representa su diagrama P-h. ¿Observas que las isotermas son horizontales dentro de la campana? Eso indica que la temperatura de saturación permanece constante durante el cambio de fase



Mezclas zeotrópicas

En este tipo de mezclas, durante el cambio de fase, tanto la temperatura de saturación como la composición varían a presión constante. El cambio en la composición se denomina fraccionamiento.

Un ejemplo de mezcla zeotrópica es el refrigerante R-407c, formado por R-22 (53 %), R-152a (13 %) y R-124 (34 %). En su diagrama Ph, las líneas isotermas aparecen inclinadas:



Ésa inclinación de las isoterms es el deslizamiento (glide en inglés), y es consecuencia del fraccionamiento de la mezcla.

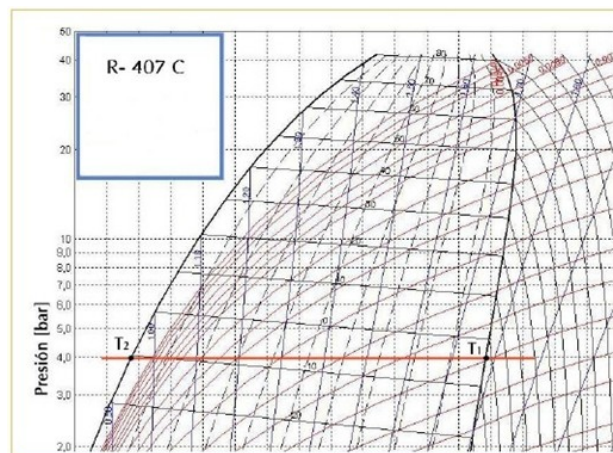
El deslizamiento se define como la diferencia entre la temperatura del refrigerante a la entrada del evaporador y a la salida del mismo, antes de que comience el recalentamiento.

Teóricamente también se puede calcular como la diferencia de temperatura entre los puntos de rocío y de burbuja a presión constante. En las mezclas zeotrópicas se denomina punto de burbuja a la temperatura de saturación del líquido y punto de rocío a la temperatura de saturación del vapor. El deslizamiento de temperatura puede variar, dependiendo de la mezcla, desde 1 o 2 °C hasta varias decenas de grados centígrados.

¿Cómo calculamos el deslizamiento?

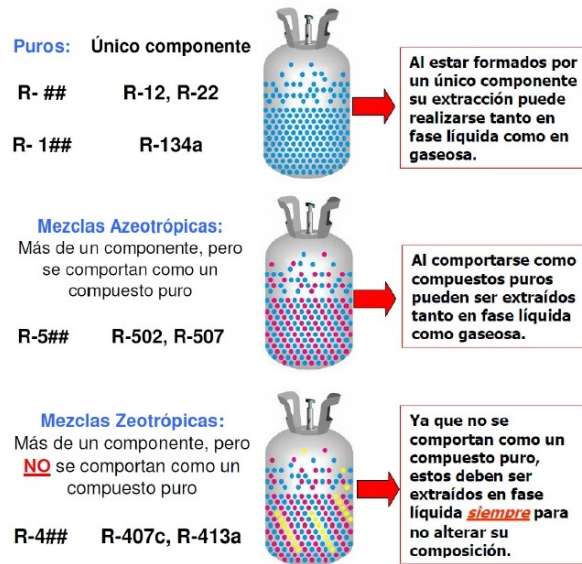
Vuelve a fijarte en el diagrama de Molliere del refrigerante R-407C. Vamos a calcular el deslizamiento de temperatura de este refrigerante para una presión de evaporación de 4 bar. Si en el diagrama seguimos esa línea de presión, comprobaremos que la temperatura de líquido saturado es de -10,37 °C (T₂) y la de vapor saturado de 4 °C (T₁). Calculamos ahora el deslizamiento restando ambas temperaturas:

$$T_1 - T_2 = (-4) - (-10,37) = 6,37$$



Mezclas cuasiazeotrópicas

Cuando el deslizamiento es tan pequeño que no afecta en el cálculo, consideramos que el refrigerante es casi-azeotrópico. Existe una pequeña inclinación en las isoterms, no son horizontales como en los refrigerantes puros. Este deslizamiento casi no se puede apreciar, ya que la diferencia entre la temperatura del líquido saturado y el vapor saturado a presión constante es muy pequeña.



USO Y MANIPULACIÓN DE REFRIGERANTES

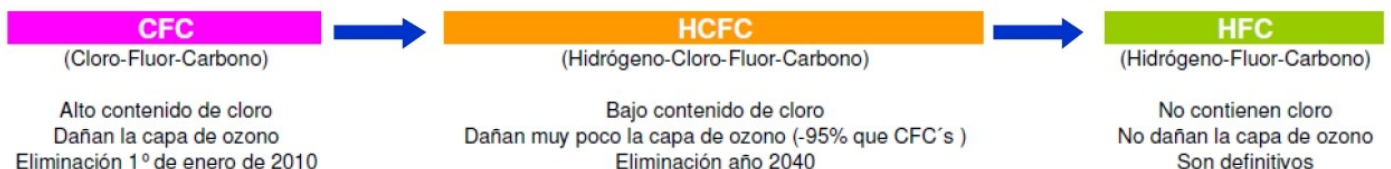
Hemos visto que algunos refrigerantes contribuyen notablemente al desarrollo de la capa de ozono y al cambio climático. Desde que se conoció el problema, muchos países han intentado solucionarlo o reducirlo en la medida de lo posible.

Tras muchas reuniones y variadas intervenciones, tanto de población como de organismos gubernamentales nivel mundial, se ha logrado llegar a acuerdos que se encuentran recogidos en el Reglamento CE nº 2037/2000. En este reglamento figura el siguiente calendario de actuación sobre este problema medioambiental:

- A partir del 1 de Enero de 2001 se prohíbe totalmente el uso de los CFC's, tanto en equipos de nueva fabricación, como el mantenimiento de los existentes.
- A partir del 1 de Enero de 2004 se prohíbe totalmente la fabricación de equipos que tengan como refrigerante algún HCFC. No obstante, en labores de mantenimiento se podrán emplear en las instalaciones ya existentes.
- A partir del 1 de Enero de 2010 dejarán de usarse los HCFC's para labores de mantenimiento. No se podrá fabricar ningún refrigerante HCFC, pero sí se podrá emplear, reciclando el que ya existe.
- A partir del 1 de Enero de 2015 dejarán de usarse completamente los HCFC's

REFRIGERANTE ANTERIOR	REFRIGERANTE SUSTITUTIVO	
	NOMBRE	TIPO
R-11	R-123	Compuesto puro
R-12	R-401 a	Mezclas zeotrópicas
	R-401b	
	R-409 a	
	R-134 a	Compuesto puro
R-22	R-410a	Mezclas azeotrópicas
	R-410b	Mezclas zeotrópicas
	R-407 c	
	R-417a	
	R-507	Azeótropo
R-502	R-402 a	Mezclas azeotrópicas
	R-402b	
	R-404 a	
	R-407 a	
	R-408 a	Azeótropo
	R-507	Azeótropo

De esta forma, el uso de refrigerantes perjudiciales irá disminuyendo gradualmente y en el año 2015 no se fabricará ni reparará ningún equipo frigorífico que use un refrigerante dañino para la capa de ozono. Sólo cabe esperar con el cumplimiento de este reglamento, entre otras medidas, que no sólo se detengan los efectos negativos sobre la capa de ozono, sino que, en la medida de lo posible, vaya mejorando paulatinamente la situación de deterioro actual y que las generaciones venideras no tengan que sufrir los desmanes de las actuales.

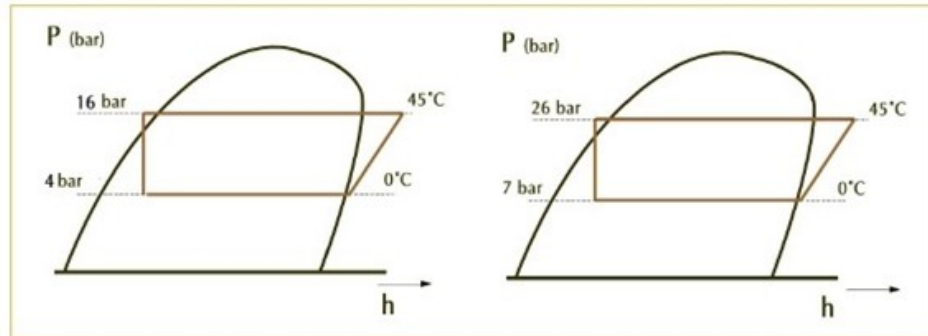


REFRIGERANTES SUSTITUTIVOS ADECUADOS

Ya hemos visto cómo a raíz de la normativa establecida para la minimización de los efectos contaminantes de los refrigerantes, algunos de ellos han tenido que sustituirse por otros menos dañinos. Pero, ¿cómo saber si un compuesto es válido para sustituir a otro?

Una herramienta muy útil para saberlo es el diagrama Ph:

A continuación están representados los diagramas de Molliere correspondientes al R-22 y al R-410a. De su análisis y comparación se puede determinar si es posible sustituir uno por otro.



Observando ambas gráficas, vemos que los dos ciclos operan en el mismo rango de temperaturas. Sin embargo, las presiones son diferentes, ya que el R-22 trabaja a presiones inferiores a las del 410a.

Podrás comprobar que las presiones de trabajo son hasta un 60% más elevadas en el R-410a. Por lo tanto, se puede sustituir el R-22 por el R-410A pero teniendo en cuenta esa diferencia de presión. Ello supone que el refrigerante sustituto ha de ser manipulado por personal cualificado y con herramientas adecuadas.

PROCESOS DE TRATAMIENTO DE LOS REFRIGERANTES USADOS

Recuperación: se aplica cuando queremos sustituir el refrigerante de una instalación. Para hacerlo se utiliza una máquina recuperadora. Si no se dispone de una máquina de éste tipo, el fluido recuperado se lleva a una institución adecuada, donde se le aplicará el tratamiento correspondiente que permita usarlo posteriormente o destruirlo.

Recuperación y reciclado: se trata de una recuperación con posterior reciclado del refrigerante para reducir la concentración de contaminantes y separar el aceite que pudiera contener. Se aplica por ejemplo, para eliminar la humedad. Se realiza con máquinas específicas para ello

Reproceso: mediante una técnica de reproceso el refrigerante recuperará sus propiedades originales. La maquinaria encargada de ello deberá eliminar el aceite, ácido, humedad, contaminantes sólidos y el aire que pueden estar presentes en el fluido refrigerante.

Destrucción: cuando la recuperación del refrigerante no es posible o es muy cara, lo que se hace es enviarlo a una empresa gestora de residuos para que se encargue de su destrucción. Este proceso es muy complejo y costoso.

Los contenedores utilizados para el manejo de refrigerantes, ya sea a granel, en tambores, latas o cilindros retornables o desechables, se codifican mediante un color que ha sido determinado por un acuerdo internacional. De todas formas, siempre es conveniente leer la etiqueta e identificar el contenido antes de utilizarlo.

El empleo de un código de colores permite identificar de forma rápida y eficaz el refrigerante por el color del contenedor, evitando posibles mezclas accidentales.

REFRIGERANTE Nº	COLOR	
R-12	BLANCO	
R-13	AZUL CLARO/ BANDA AZUL OSCURO	
R-22	VERDE	
R-123	GRIS CLARO (PLATA)	
R-134 A	AZUL CLARO (CELESTE)	
R-401 A	ROJO-ROSADO (CORAL)	
R-401 B	AMARILLO-CAFÉ (MOSTAZA)	
R-402 A	CAFÉ CLARO (ARENA)	
R-402 B	VERDE ACEITUNA	
R-404 A	NARANJA	
R-407 C	GRIS	
R-500	AMARILLO	
R-502	MORADO CLARO (ORQUIDEA)	
R-503	AZUL-VERDE (ACQUA)	
R-507	MARRON	
R-717	PLATA	

APLICACIONES DE LOS REFRIGERANTES

Es conveniente que sepas que tú no vas a decidir qué refrigerante utiliza cada máquina eso viene dado por el fabricante de la máquina y figurará en su manual de instalación. Lo que vas a necesitar saber es cómo trasvasarlo y recuperarlo y por cuál otro se puede sustituir en el caso de que el equipo frigorífico sea viejo y utilice un refrigerante cuyo uso ya esté prohibido por la ley.

Si el cambio lo has de hacer tú, tienes que tener en cuenta por qué refrigerantes puede sustituirse. Ya sólo te queda comprobar la compatibilidad entre el aceite del circuito frigorífico y el nuevo refrigerante.

NOMBRE	APLICACIÓN TÍPICA
R-22	Instalaciones fijas, transporte refrigerado y aire acondicionado
R-123	Enfriadores de agua con compresores centrífugos
R-134A	Aire acondicionado residencial y comercial
R-401A	Reacondicionamientos en refrigeración comercial
R-401B	Transportes refrigerados
R-402A	Refrigeración comercial
R-402B	Máquinas de hielo
R-404A	Refrigeración comercial
R-407A	
R-407C	Aire acondicionado residencial y comercial Bomba de calor
R-408A	Refrigeración comercial
R-410A	Sistemas unitarios de aire acondicionado
R-410B	
R-417a	Aire acondicionado Sistemas herméticos
R-507	Refrigeración comercial