

ITV | ICEmakers



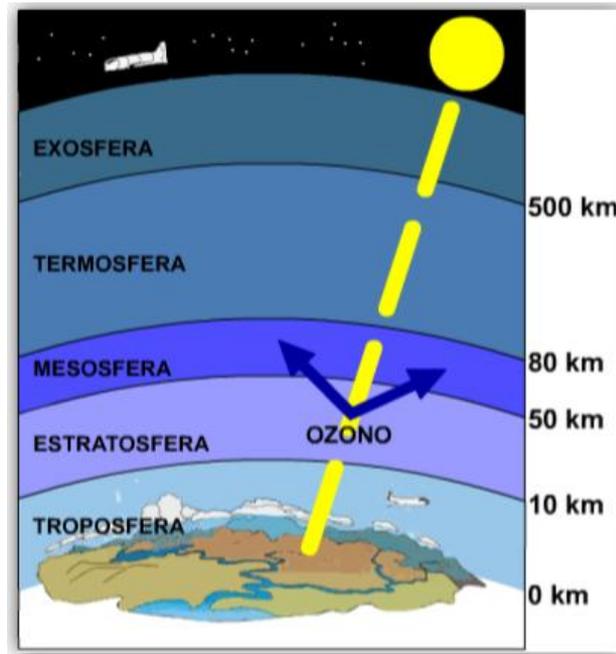
Curso refrigerantes

Service octubre 2019

Realidad de los gases fluorados: Actualidad y futuro

MEDIOAMBIENTE

Cambios normativa de los gases refrigerantes por el cambio climático del planeta.



Realidad de los gases fluorados: Actualidad y futuro

Efecto invernadero:

- Aumento de la temperatura media del planeta.
- Aumento de sequías en unas zonas e inundaciones en otras.
- Mayor frecuencia de formación de huracanes.
- Progresivo deshielo de los casquetes polares, con la consiguiente subida de los niveles de los océanos.
- Incremento de las precipitaciones a nivel planetario pero lloverá menos días y más torrencialmente.
- Aumento de la cantidad de días calurosos, traducido en olas de calor

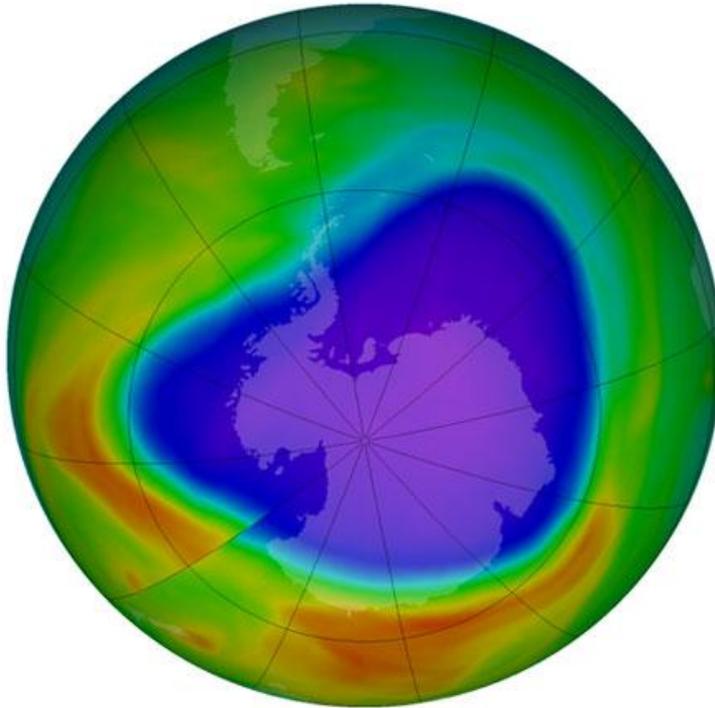
Lluvia ácida

Destrucción de la capa de ozono

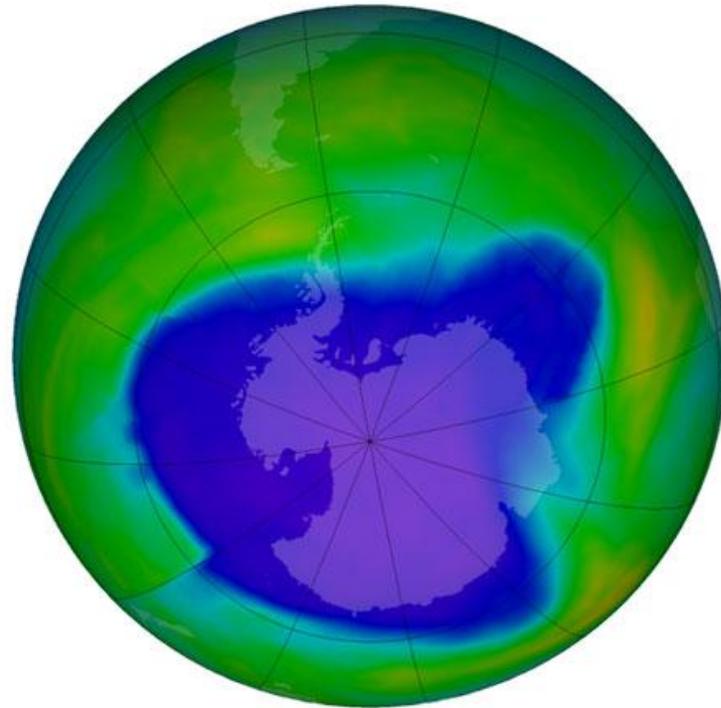
- La reducción del ozono en la estratosfera produce un incremento en la radiación ultravioleta que alcanza la superficie terrestre.
- El incremento de esta radiación aumenta los efectos naturales de la radiación ultravioleta, que son considerados agentes cancerígenos

Realidad de los gases fluorados: Actualidad y futuro

September 2005



September 2015



Realidad de los gases fluorados: Actualidad y futuro

REFRIGERANTES HCFC

Los Hidroclorofluorocarbonos (HCFC) son la segunda generación de refrigerantes que están vigentes actualmente. Aunque contiene cloro que daña la capa de ozono, los refrigerantes HCFC también contienen hidrógeno, que lo hace químicamente menos estable una vez que sube a la atmósfera.

REFRIGERANTES HFC

Los Hidrofluorocarbonos (HFC) se consideran la tercera generación de gases refrigerantes, ya que han sido creados para sustituir a los CFC y los HCFC. En un principio han sido considerados como ecológicos, por no dañar a la capa de ozono atmosférico, pero la presencia de flúor en su composición provoca que al ser emitidos se comporten como un gas de efecto invernadero y estos contribuyan al calentamiento global. Por esta razón, tienen que ser sometidos a restricciones en cuanto a su uso para reducir al mínimo sus emisiones. Su PAO es de cero, pero en general tienen valores de PCG (Potencial de Calentamiento Global) elevados, lo que implica una influencia elevada en el efecto invernadero global.

Realidad de los gases fluorados: Actualidad y futuro

REFRIGERANTES HFO

R-1234ze y el R-1234yf. Contienen hidrógeno, flúor carbono. Sustitutivos para refrigerantes HFC.

Ligera flamabilidad, limita tamaño carga y elementos a prueba de chispas. Para medias / altas temperaturas. Menor capacidad transferencia térmica que los HFC, necesita compresores con más desplazamiento.

Clase A2L (algo inflamables): R454A / R454B (sustituto del R404A).

REFRIGERANTES HC

Refrigerantes naturales. No agotan la capa de ozono, clase A3 (inflamables). R290 / R600. Actualmente limitación a 150 gr, pero subirá a 500 gramos en el 2019.

Realidad de los gases fluorados: Actualidad y futuro

REFRIGERANTE CO2 (R744)

Alternativa al HFC, no daña capa ozono, PGC (GWP) = 1, PAO=0

Inodoro, incoloro y más pesado que el aire.

Gas de efecto invernadero.

Tipo A1.

Al ser inodoro, puede desplazar el oxígeno sin ser detectado por el olor.

REFRIGERANTE AMONIACO (R717)

Alternativa al HFC. Pero para sistemas de alta potencia frigorífica.

VENTAJAS:

- No contaminante, PGC=0. No daña ozono ni efecto invernadero.
- Rendimiento energético del 3-10% superior a otros refrigerantes.
- Auto-alarma (olor característico que indica fuga).
- Coste menor que otros refrigerantes, refrigerante natural.

Realidad de los gases fluorados: Actualidad y futuro

DESVENTAJAS:

- Alta inversión en el equipo. Si la demanda frigorífica es baja, es más rentable instalación con otros refrigerantes.
- Refrigerante tóxico e inflamable en altas concentraciones. La inflamabilidad aumenta cuando se mezcla con aceite, pero es necesario una fuente de fuego externa ininterrumpida, por lo que el peligro de explosión es muy bajo.

Realidad de los gases fluorados: Actualidad y futuro

USO REFRIGERANTES EN MÁQUINAS DE HIELO

En las máquinas para producir hielo, necesitamos “congelar” el agua. Para ello extraemos el calor del agua, y lo cedemos al ambiente, mediante el uso de un sistema frigorífico con gases refrigerantes.

Los **gases refrigerantes** sirven para reducir o mantener la temperatura de un ambiente por debajo de la temperatura del entorno (para ello se debe extraer calor del espacio y transferirlo a otro cuerpo cuya temperatura sea inferior a la del espacio refrigerado, todo esto lo hace el refrigerante) que pasa por diversos estados o condiciones, cada uno de estos cambios se denomina procesos.

El **gas refrigerante** comienza en un estado o condición inicial, pasa por una serie de procesos según una secuencia definitiva y vuelve a su condición inicial. Esta serie de procesos se denominan "ciclo de refrigeración".

Realidad de los gases fluorados: Actualidad y futuro

REGLAMENTO ACTUAL 517/2014 “F-GAS”

F-GAS: GASES FLUORADOS DE EFECTO INVERNADERO

No dañan la capa de ozono, pero si tienen efecto gas invernadero, hasta 23000 veces más efecto calentamiento que el CO₂.

- Los tres grupos de gases fluorados son los hidrofluorocarburos (HFC), los perfluorocarburos (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF₆). Los HFC son, con mucho, los gases fluorados más importantes desde el punto de vista climático.

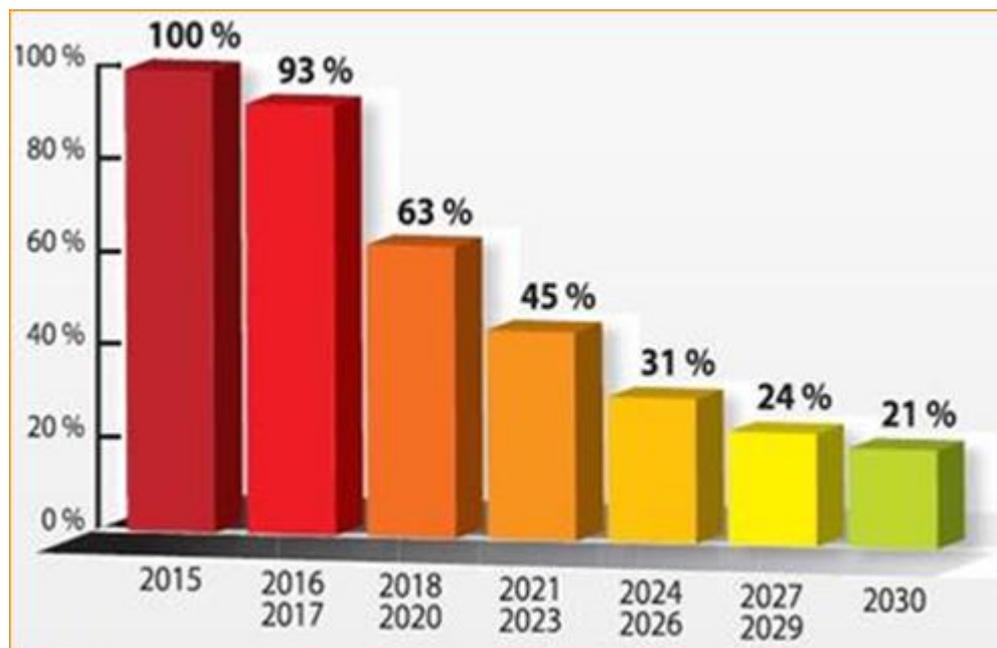
- Los gases fluorados representan el 2% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero en la UE, pero las emisiones de gases fluorados han aumentado un 60% desde 1990, a diferencia de las de todos los demás gases de efecto invernadero, que se han reducido.

- Algunos gases fluorados, en particular los HFC, tienen una vida relativamente corta, mientras que otros, en particular los PFC y el SF₆, pueden permanecer en la atmósfera durante miles de años

Realidad de los gases fluorados: Actualidad y futuro

REGLAMENTOS UE F-GAS

- Primer reglamento europeo 2006.
 - Nuevo reglamento es aplicable desde 1 enero 2015, y llega hasta el 2030.
- REDUCCIÓN GASES FLUORADOS 2/3 RESPECTO 2014.



Porcentaje para calcular la cantidad máxima de HFC que pueden ser comercializados y cuotas correspondientes

Realidad de los gases fluorados: Actualidad y futuro

Legislación española

- R.D. 138/2011 por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas (RSIF)
- No contempla los refrigerantes A2L, como es el caso del R-32, cuyo PCA es 675 frente al R-410A, usado actualmente, que tiene 2088

PROHIBICIONES DE USO

Desde 2010



Tipo: HCFC
PCA: 1810
OPD: 0.05

Prohibidos todos los refrigerantes que dañan la capa de ozono

A partir de 2020



Prohibidos HFCs con PCA igual o superior a 2500

Frigoríficos y congeladores para uso comercial (sellados herméticamente)

Aparatos fijos de refrigeración y aire acondicionado



Tipo: HFC
PCA: 3922
Clase: A1



Tipo: HFC
PCA: 3985
Clase: A1

A partir de 2022



Prohibidos HFCs con PCA igual o superior a 150

Equipos nuevos. Sin límite para mantenimiento

Frigoríficos y congeladores para uso comercial (sellados herméticamente)

Centrales frigoríficas multicompresor compactas uso comercial más de 40 kW



Tipo: HFC
PCA: 2200
Clase: A1



Tipo: HFC
PCA: 2107
Clase: A1



Tipo: HFC
PCA: 2088
Clase: A1



Tipo: HFC
PCA: 1825
Clase: A1



Tipo: HFC
PCA: 1430
Clase: A1



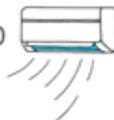
Tipo: HFC
PCA: 1397
Clase: A1

A partir de 2025



Prohibidos HFCs con PCA igual o superior a 750

Sistemas partidos simples de aire acondicionado que contienen menos de 3kg de gases fluorados de efecto invernadero



ALTERNATIVAS



Tipo: HFC
PCA: 675
Clase: A2L



Tipo: HFC/HFO
PCA: 676
Clase: A2L



Tipo: HFC/HFO
PCA: 605
Clase: A1



Tipo: HFO
PCA: 7
Clase: A2L



Tipo: HFO
PCA: 4,5
Clase: A1



Tipo: HFO
PCA: 4
Clase: A2L

Refrigerantes naturales (no fluorados)



Dióxido de carbono
PCA: 1



Amoniaco
PCA: 0



*Clases de seguridad ASHRAE
A1 nula inflamabilidad
A2L baja toxicidad, baja inflamabilidad

Realidad de los gases fluorados: Actualidad y futuro

R454A (OPTEON XL40): GWP 239. Sustituto del R404A/R22. Clase A2L (inflamable). Permite más carga que otros refrigerantes tipo R290. Se tienen que hacer pequeños cambios en los equipos.

R454B (OPTEON XL41): GWP 466. Sustituto del R410A. Clase A2L (inflamable). Permite más carga que otros refrigerantes tipo R290. Se tienen que hacer pequeños cambios en los equipos.

R454C (OPTEON XL20): GWP 148. Sustituto más cercano al R22, pero se puede usar para R404A. Clase A2L (inflamable). Permite más carga que otros refrigerantes tipo R290. Se tienen que hacer pequeños cambios en los equipos.

Realidad de los gases fluorados: Actualidad y futuro

TABLAS Y GRÁFICOS

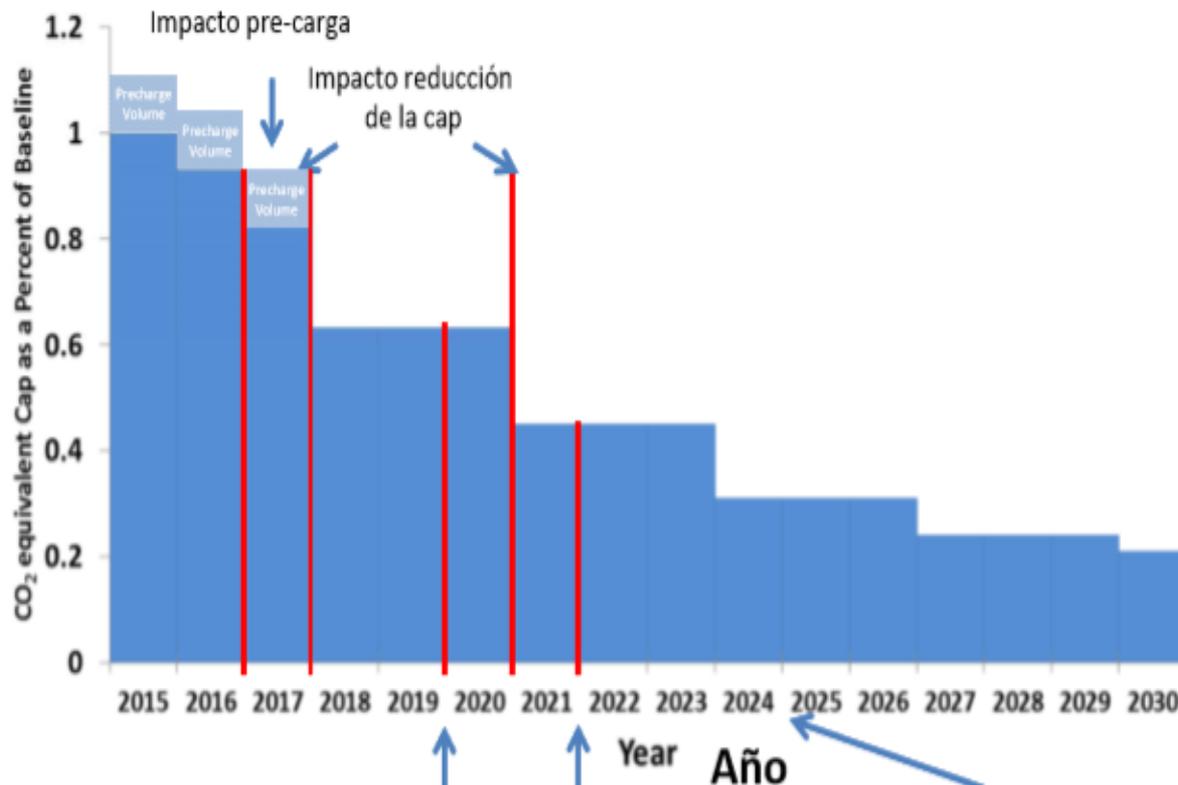
GASES	CARACTERISTICAS						
	ODP	PCA (GWP)	Precio €/kg	Impuesto /kg	Deslizamiento (°C)	Cargas (Kgs)	TEWI (Kgs CO ₂)
R134A	0	1300	6,06	26	0	1,3	18857,961
R450A	0	547	16,11	10,94	0,79	1,73	19398,011
R1234ze	0	7	29,33	0	0	0,89	17880,629
R1234yf	0	4	155,56	0	0	1	17934,869
R422D	0	2623	13,79	52,46	4,5	1,3	26555,847
R434A (M T ³)	0	3131	15,01	62,62	1,5	1,52	28378,535
R513A	0	572	24,8	11,44	0	1,005	17666,265
R404A (M T ³)	0	3784	7,69	75,68	0,7	1,5	39212,729
R407F	0	1705	8,61	34,1	6,4	1,2	33581,666
R438A	0	2151	13,5	43,03	4	1,205	34811,964
R442A (M T ³)	0	1793	9,94	35,86	4,6	1,2	35453,577
R404A (B T ³)	0	3784	7,69	75,68	0,7	1,5	31572,9
R442A (B T ³)	0	1793	9,94	35,86	4,6	1,2	27531,033
R448A	0	1300	17,24	26	6	1,25	24158,583
R449A	0	1307	16,25	26,15	6	1,02	22613,79
R434A (B T ³)	0	3131	15,01	62,62	1,5	1,52	29304,84
R452A	0	2067	23,90	41,34	3	1,12	23434,583
R453A	0	1664	13,835	33,28	4,2	1,13	23598,714

Realidad de los gases fluorados: Actualidad y futuro

Gases fluorados actuales, cuotas de mercado.

	HASTA 2020	HASTA 2022	DESDE 2022
Aparatos fijos de refrigeración e instalaciones con una capacidad valorada inferior a 40 Kw	Gases GWP>2500 (R-404A)	GWP<2500 (R-448A, R-449A, R-407F, ...)	GWP < 2500 (R-448A, R-449A, R-407F, ...) sistemas centralizados multicompresor compacto de capacidad valorada < 40 Kw
			R-448A, R-449A, R-407F, A3, A2, A2L, ...) Sistemas constituidos por unidades independientes
Centrales frigoríficas multicompresor compactas, para uso comercial, con una capacidad valorada igual o superior a 40 Kw			GWP < 150 (CO2, A3, A2, A2L) Sistemas centralizados que utilizan CO2 como refrigerante en un ciclo denominado «transcrítico» > 40 Kw
			GWP < 150 (CO2, A3, A2, A2L) en el circuito secundario y GWP < 1500 (R-448A, R-449A, R-407F, ...) en el circuito primario. Diferentes tipos de sistemas centralizados indirectos > 40 K

Realidad de los gases fluorados: Actualidad y futuro



Límites GWP

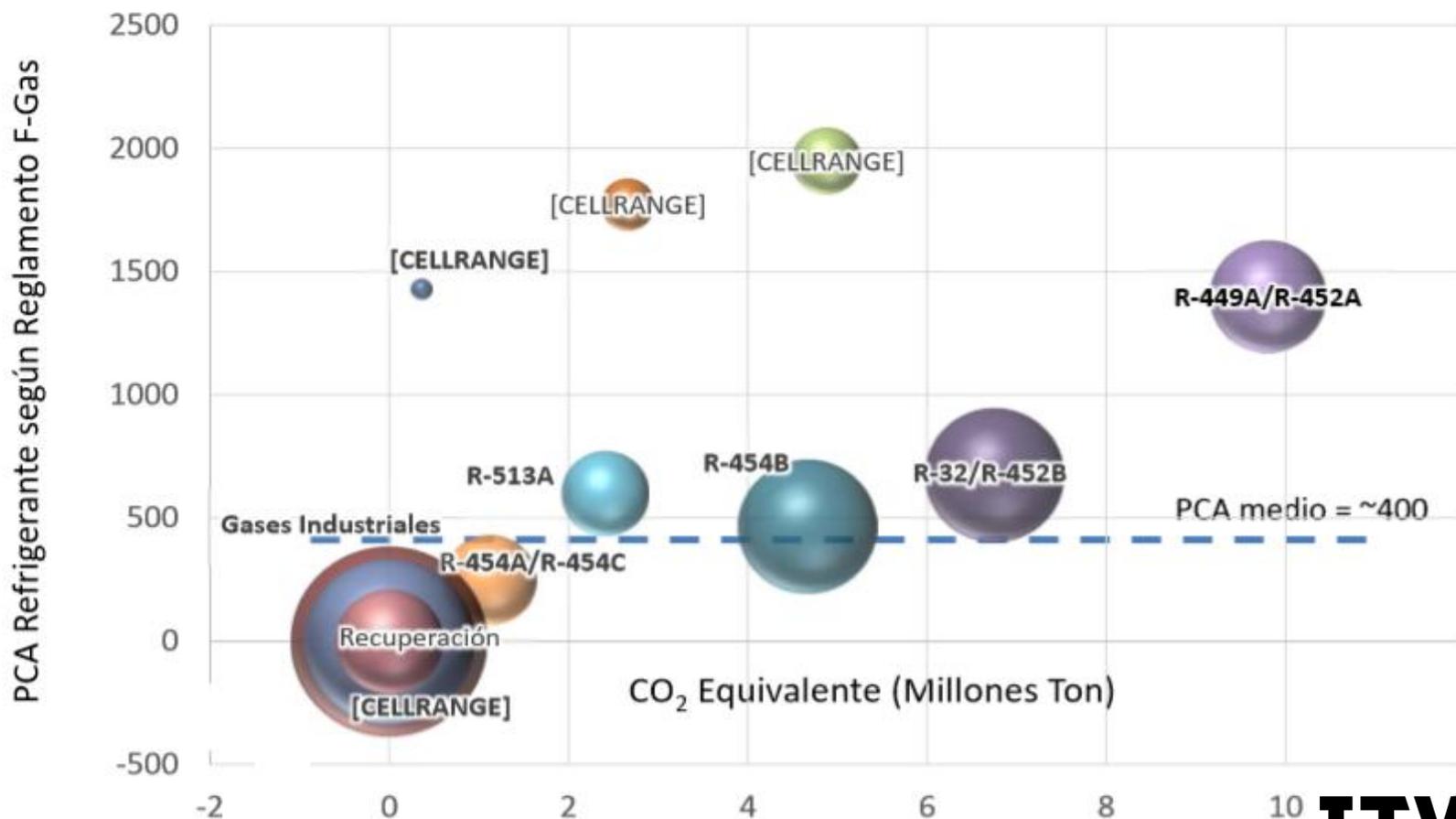
	Límite GWP
Nuevo	2500
Servicio técn	2500 > 10kg 404A

	Límite GWP
Central nueva >40kW	150
Central nueva >40kW en cascada	1500

	Límite GWP
Climatización mono Split menos de 3 kg	750

Realidad de los gases fluorados: Actualidad y futuro

Escenarios F-Gas Phase Down - 2030



Realidad de los gases fluorados: Actualidad y futuro

POLÍTICA RESTRICCIÓN DE USO GASES FLUORADOS A PARTIR 2020.

Se debe cambiar rápidamente a refrigerantes con bajo PCA.

- › Aumentan los precios
- › Hay escasez de gas
- › Mercado negro (10-12% desde 2015-2017, en 2018 como consecuencia de la escasez por la cuota, se ha reducido y solo hay algo por internet)

Riesgos de no poder producir por haber consumido la cuota

Nuevos y nuevos/viejos refrigerantes serán muy comunes.

- › Nuevos componentes y diseños de sistemas
- › Se necesitan nuevas habilidades y competencias

Realidad de los gases fluorados: Actualidad y futuro

La prohibición (uso de gases fluorados de efecto invernadero con un PCA superior a 2.500) no se aplicará a las siguientes categorías de gases fluorados de efecto invernadero hasta 01/01/2030

- Gases regenerados de 2.500 o más, utilizados para el mantenimiento o conservación de equipos de refrigeración existentes, siempre que hayan sido etiquetados de conformidad con el artículo 12 (6)

- Gases reciclados de 2.500 o más utilizados para el mantenimiento o conservación de equipos de refrigeración existentes, siempre que hayan sido recuperados de dichos equipos. Dichos gases reciclados solo podrán ser utilizados por la empresa que realizó su recuperación como parte del mantenimiento o conservación o por la empresa para la que se realizó la recuperación como parte del mantenimiento o conservación

Realidad de los gases fluorados: Actualidad y futuro

Sector de refrigeración comercial (18%)

- CO2 transcrito
- Sistemas centralizados
- Sistemas indirectos centralizados
- Sistemas 1:1 (R290)
- Lazos de agua / glicol

Refrigeración comercial plug-in (6%)

- R290
- R454A/R454B (gases tipo A2L)

Aire acondicionado (62%)

- R32, HFO

Refrigeración industrial (4%)

- Amoniaco

Enfriadoras (5+2%)

- Amoniaco
- HFO

Realidad de los gases fluorados: Actualidad y futuro

NUEVO REGLAMENTO DE SEGURIDAD RSIF

El nuevo reglamento de seguridad de instalaciones frigoríficas esta en consulta y entrará en vigor según los tiempos de aprobación lo permitan.

Basado en la norma EN 378.

Los cambios más importantes son:

- Nueva clasificación de refrigerantes
A2L con mayores cargas de refrigerante
- Profesionalidad más flexible-confusa
Requiere más cualificación
Permite cualificarse por más métodos

Realidad de los gases fluorados: Actualidad y futuro

CO₂

- **Limitación**

Baja eficiencia en climas cálidos.

- **Solución adoptada**

Tecnologías que mejoran la eficiencia (eyector, compresor paralelo, etc.)

HC

- **Limitación**

La carga de refrigerantes con clasificación A3 limitada a 150 g actualmente.

- **Solución adoptada**

Cambio de normativa que permita una mayor carga de refrigerante A3.

R-448

R-449

R-452

- **Limitación**

Pese a tener un GWP inferior a 2.500, el problema de la cuota y las tasas va a persistir

- **Solución adoptada**

Todavía por determinar

Uso del R290

Motivos del cambio de R404A / R452A a R290

- Incremento tasas y precio refrigerante R404A/R452A
- Normativa para el 2030, restricción de cantidad de refrigerante con GWP bajo (bajada de la cuota) , como el R452A (2140 GWP).
- R290, refrigerante “friendly” con el medio ambiente, GWP bajo (3). Menor volumen desplazado en el compresor -> compresores más pequeños -> menos consumo energético. Nivel de eficiencia de hasta un 60% mayor que el R404A.
- Pueden rellenarse los equipos en caso de fuga.
- Punto ebullición a 1,013 bar (°C): -42,10
- Deslizamiento de temperatura ó glide (°C): 0
- Limitación de carga, actualmente a 150 gramos. Previsto un aumento a 500 gramos en el 2019. Borrador actual ya visto por los diferentes gobiernos de la UE

Uso del R290

APLICACIÓN	LBP BAJA PRESIÓN DE RETORNO COMO CONGELADORES, REFRIGERADORES Y CONSERVADORES.		MBP MEDIA PRESIÓN DE RETORNO COMO EXPOSITORES DE BEBIDAS Y AUTO SERVICIOS.		HBP ALTA PRESIÓN DE RETORNO COMO REFRESQUERAS, DESHUMIDIFICADORES Y SECADORES DE AIRE.	
REFRIGERANTE	TEMPERATURA DE EVAPORA- CIÓN (°C)	PRESIÓN DE BAJA (PSI MANOMÉTRI- CO)	TEMPERATURA DE EVAPORA- CIÓN (°C)	PRESIÓN DE BAJA (PSI MANOMÉTRI- CO)	TEMPERATURA DE EVAPORA- CIÓN (°C)	PRESIÓN DE BAJA (PSI MANOMÉTRI- CO)
R404A	-35 A -10	9.2 A 47.8	-15 A 0	37.7 A 72.5	-5 A 15	59.3 A 122.4
R290		5.4 A 35.6		27.8 A 54.3		44.4 A 91.8

Data	R600a	R134a	R290	R404A
Evaporating pressure PSIA (kPa Abs.)	12.8 (88.5)	23.8 (164.0)	42.3 (291.6)	52.8 (364.1)
Condensing pressure PSIA (kPa Abs.)	58.6 (404.5)	111.7 (771.0)	156.4 (1079)	205.8 (1419)
Sat. Vap. Density @5°F (-15°C) Lbs/ft³ (kg/m³)	0.1556 (2.489)	0.5173 (8.278)	0.4061 (6.498)	0.9658 (18.57)
Sat. Liq. Density @86°F (30°C) Lbs/ft³ (kg/m³)	33.98 (543.7)	74.13 (1186)	30.24 (483.9)	63.71 (1020)
Latent Heat @5°F (-15°C) BTU/ Lb (kJ/kg)	159.1 (355.7)	90.12 (201.5)	169.7 (379.4)	76.45 (177.7)

Uso del R290

Temperature °F (°C)	Pressure PSIA (kPa Abs.)			
	R600a	R134a	R290	R404A*
-40 (-40.0)	4.1 (28.3)	7.4 (51.2)	16.1 (111.0)	19.3 (132.7)
-30 (-34.4)	5.4 (37.4)	9.9 (68.0)	20.3 (140.3)	24.6 (169.6)
-20 (-28.9)	7.0 (48.6)	12.9 (88.9)	25.4 (175.1)	31.0 (214.0)
-10 (-23.3)	9.0 (62.3)	16.6 (114.7)	31.4 (216.3)	38.7 (266.8)
0 (-17.8)	11.5 (79.0)	21.2 (146.0)	38.4 (264.5)	47.7 (329.1)
10 (-12.2)	14.3 (98.9)	26.6 (183.6)	46.5 (320.4)	58.3 (401.8)
20 (-6.7)	17.8 (122.5)	33.1 (228.4)	55.8 (384.8)	70.5 (486.2)
30 (-1.1)	21.8 (150.3)	40.8 (281.2)	66.5 (458.4)	84.6 (583.2)
40 (4.4)	26.5 (182.7)	49.7 (343.0)	78.6 (542.0)	100.7 (694.1)
50 (10.0)	31.9 (220.1)	60.1 (414.6)	92.3 (636.4)	118.9 (820.0)
60 (15.6)	38.2 (263.1)	72.1 (497.1)	107.7 (742.5)	139.6 (962.4)
70 (21.1)	45.3 (312.1)	85.8 (591.6)	124.9 (861.0)	162.8 (1122)
80 (26.7)	53.3 (367.6)	101.4 (699.0)	144.0 (992.8)	188.8 (1301)
90 (32.2)	62.4 (430.3)	119.0 (820.6)	165.2 (1139)	217.7 (1501)
100 (37.8)	72.6 (500.5)	138.9 (957.3)	188.6 (1300)	249.9 (1722)
110 (43.3)	83.9 (578.8)	161.1 (1111)	214.3 (1477)	285.5 (1968)
120 (48.9)	96.6 (665.8)	185.9 (1281)	242.5 (1672)	324.9 (2240)
130 (54.4)	110.5 (762.1)	213.4 (1471)	273.3 (1884)	368.4 (2540)
140 (60.0)	125.9 (868.3)	243.9 (1682)	306.9 (2116)	416.4 (2871)
150 (65.6)	142.8 (984.9)	277.6 (1914)	343.5 (2369)	469.6 (3237)

Source of Data Refprop 6.01

* Dew Point Pressures

Uso del R290

Cambios a producir en las unidades debido al uso del R290

Elementos que cambian:

- Compresor: mucho más pequeño, menos necesidad de refrigerante, mayor transferencia térmica que implica menor desplazamiento interno del compresor (entalpía R290 doble que la del R404A).
- Condensador mucho más pequeño. Dejamos el de hierro.
- Sin tomas de carga, por normativa. Salida alta compresor sellado. Tubería de baja servicio compresor con toma Vulkan Lokring.
- Paso a electrónica (no pueden haber elementos eléctricos mecánicos): Seguimos usando termostato de stock, pero el resto placa electrónica: Posibilidad de modificar tiempos ciclo y de stock mediante micro interruptores.
- La placa electrónica se sitúa en la parte baja de la unidad, cerrada.
- Necesidad de usar interruptores ATEX, sin chispa externa (encapsulados).
- Cambio ubicación condensador, ahora en diagonal, permite encastrar las unidades (toma aire frontal). Quitamos rejillas laterales.
- Uso de un colector para los presostatos de alta y condensación.
- Nueva bancada, muchos menos agujeros pasantes.

Uso del R290



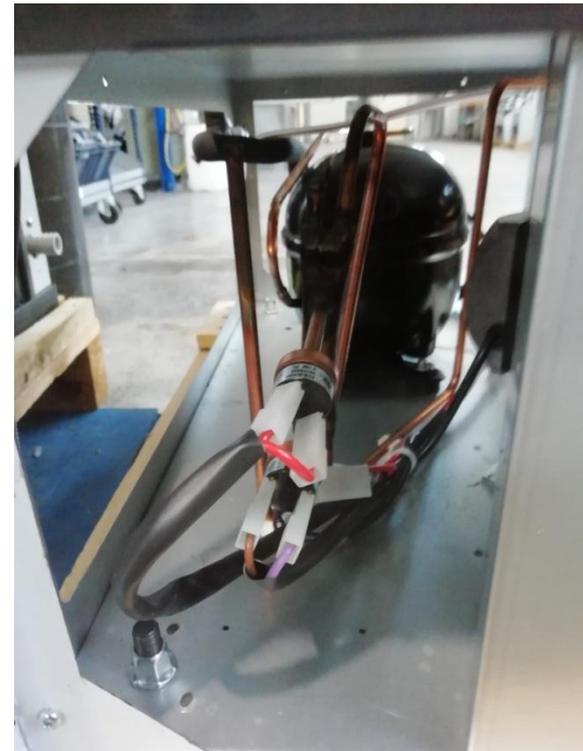
Uso del R290



Uso del R290



Uso del R290



Uso del R290



Uso del R290

Trabajar con el refrigerante R290 en unidades ITV

- Uso de un sensor de fugas específico para R290.
- La unidad tendrá el marcado de R290 en varias zonas, así como en la placa de características.
- Se puede usar las mangueras para el R134A, pero usar las más cortas, por tener muy poca carga de refrigerante.
- Usar una señal para indicar que no fumen o enciendan fuego cuando estemos trabajando con la unidad.
- El resto de elementos son comunes: Nitrógeno, bomba de vacío, manómetros, soplete, corta tubos...
- Usar R290 para refrigeración. Es con una concentración mayor de 97,5%, y con baja humedad.
- El R290 no lleva aditivo para olor. Es inoloro.



Uso del R290



Uso del R290

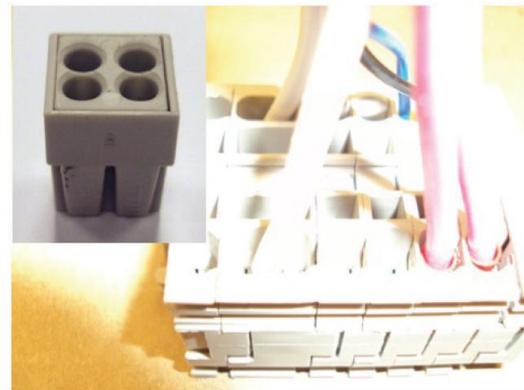
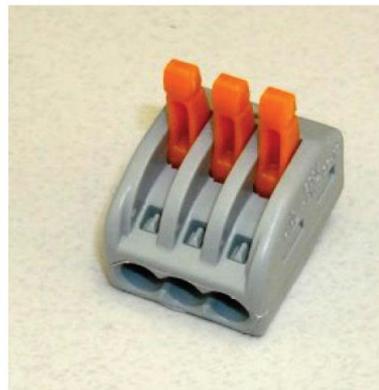
Trabajar con el refrigerante R290 en unidades ITV

•Prohibido usar conectores eléctricos. Se usan conectores que anclan el cable, necesitando fuerza para poder desconectarlos. ATEX

Wire Nut



Crimp Connector



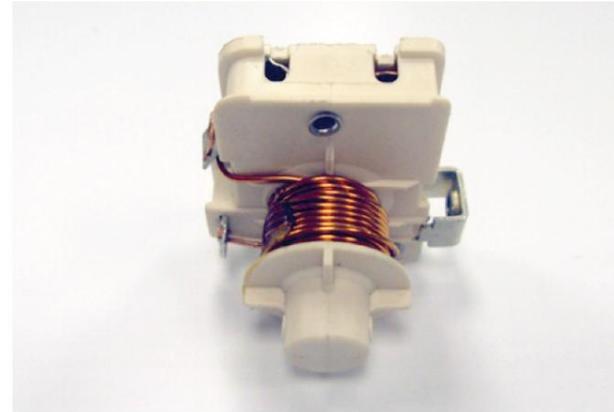
Uso del R290

Trabajar con el refrigerante R290 en unidades ITV

R-134a/R-404A



R-290



Uso del R290:Elementos básicos

Para trabajar en unidades de R290, se necesitan dos elementos específicos:

- Detector de fuga para R290 (electrónico).
- Una placa indicando peligro de inflamabilidad.

Resto elementos comunes:

- Manómetros estándar (sirven los de R134), usar mangueras lo más cortas posibles (poca carga).
- Válvula de carga para la botella de R290.
- Extintor.
- Mordaza.
- Nitrógeno
- Bomba vacío
- Manómetro de vacío digital (necesitamos bajar hasta 500 microns de vacío).
- Soplete (o uso de conectores sin soldadura Lookring)
- Agua y jabón para buscar fugas.
- Cortatubos

Uso del R290:Elementos básicos



KIT R290

- 1.- DETECTOR / MEDIDOR GAS
- 2.- PLACA DE SEGURIDAD (SEÑAL)
- 3.- VALVULA DE CARGA

4.- MORDAZA

5.- MANGUERAS MANOMETRO DE 12"

Uso del R290:Elementos básicos



RECUPERACIÓN DEL R290

No es necesario recuperar el refrigerante R290, se puede verter a la atmósfera, fuera del local.

Existe unos depósitos / filtros con forma filtro agua, para recuperar el refrigerante (entrada con toma y salida sellada). El filtro absorbe el R290 (150 gramos).

Uso del R290

Buenas prácticas

- El sistema usa aceite POE, muy hidrofílico. Intentar no tenerlo abierto más de 15 minutos. El vacío del sistema se debe de romper con nitrógeno para evitar entrada de humedad al reparar.
- Usar gomas lo más cortas posibles para los manómetros. Aconsejamos las de 305 mm
- Cambiar siempre el filtro deshidratador al abrir el sistema.
- Recuperar el refrigerante del sistema. El R290 se puede sacar a la atmósfera en zonas muy bien ventiladas.
- Si se está cambiando un componente, mantener el sistema cerrado con mordazas o con tapones para evitar entrada humedad.
- Comprobar siempre filtro deshidratador, válvulas, y otros elementos que se quitan del sistema, para posible degradación del aceite, piezas metálicas...
- Cuando se cambia el compresor, asegurarnos de no tener aceite en el sistema.
- Cuando se hace el barrido con nitrógeno, agujerear (broca 3,18mm) la parte inferior del acumulador (si existe), para sacar todo el aceite. Luego soldar ese agujero.
- Comprobar si el aceite del sistema está en buen estado.
- Si el aceite muestra síntomas de contaminación o había una obstrucción en el sistema, se debe de reemplazar. Quitar el compresor, y sacar todo el aceite del compresor y del sistema, así como acumulador. Medir la cantidad de aceite sacada y meter nuevo.

Uso del R290

Antes de empezar:

- Colocar señal de peligro elemento inflamable en el equipo, visible.
- Las zonas de soldadura no se deben de calentar (directamente con la llama) para quitar un componente como el compresor o el filtro deshidratador.
- Usar un corta tubos para cortar y quitar elementos como el compresor o el filtro deshidratador.
- El R290 debe de ser sacado del sistema mediante un proceso de sacar el R290 antes de cortar con un corta tubos. Mucha precaución por poder quedar restos de R290 en el sistema.

Uso del R290

Trabajar con el refrigerante R290 en unidades ITV

Los pasos a seguir serán:

- Abrir el sistema frigorífico.
- Sacar la carga.
- Soldar.
- Prueba de fugas.
- Vacío.
- Carga del sistema.
- Confirmar la carga.

Uso del R290

Sacar (recuperar) el R290

- ❑ Aunque el R290 se puede sacar a la atmósfera, se debe de tener mucho cuidado al purgar el R290 del sistema.
- ❑ Debido a que la chispa más pequeña puede encender el R290, se recomienda recuperar el refrigerante.
- ❑ Se instalan válvulas perforantes para recuperar la carga de R290.
- ❑ Se deben conectar las válvulas en el lado de alta y baja para sacar todo el refrigerante.
- ❑ Instalar las válvulas lo más cerca posible de la zona final del tubo (la zona machacada). Se pueden usar otras herramientas para sacar el refrigerante.



Uso del R290

Recuperar el R290, pasos a seguir

Necesario:

- Bomba de vacío estándar.
- Manómetros estándar
- Nitrógeno



- Usando la bomba de vacío y los manómetros, conectar la manguera amarilla a la bomba de vacío y la azul al contenedor de recuperación.
- Abrir la válvula de aguja de entrada del contenedor, abrir la válvula del manómetro de la manguera azul, encender la bomba y dejar recuperando hasta tener un mínimo de 25 hg de vacío.
- Quitar la manguera amarilla de la bomba de vacío y conectar al tanque de nitrógeno.
- Romper el vacío, en el contenedor, con 0,9 bar de nitrógeno.

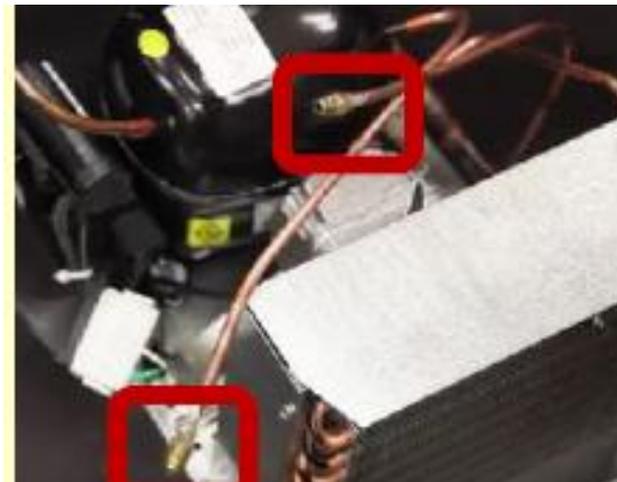
Uso del R290

- Quitar la manguera azul del contenedor y abrir la válvula de aguja para sacar el nitrógeno del tanque de recuperación.
- Volver a conectar la manguera azul al contenedor.
- Volver a poner la manguera amarilla en la bomba y volver a recuperar hasta tener otra vez 25 hg. Cerrar la válvula de aguja del contenedor.
- Conectar la manguera roja en la zona de alta, la azul en la de baja y la amarilla en el contenedor.
- Abrir todas las válvulas y dejar que el refrigerante sea absorbido por el filtro del contenedor.

Uso del R290

Preparar el sistema para soldar

- ❑ Soldar válvulas de carga en las tomas de servicio del compresor al instalar uno nuevo. *Cuando se comprueba la carga, se tienen que quitar todas las válvulas de carga y otras.*
- ❑ Cuando soldemos, dejar que el nitrógeno fluya por el sistema:
 - a) Poner el regulador de nitrógeno a 0,2 o 0,27 bar.
 - b) Instalar válvulas de servicio en las zonas de alta y baja del sistema para permitir que el nitrógeno fluya durante las soldaduras.



Uso del R290

Soldar

- Colocar las tuberías en su posición.
- Antes de soldar, dejar que el nitrógeno fluya (conectar en la toma de alta o baja, la otra abierta), durante dos minutos, con 0.2 a 0.27 bar.
- Soldar normalmente, con nitrógeno seco fluyendo, sobre 0,2 a 0,27 bar.

Comprobación fugas y vacío

- Después de soldar, comprobar fugas metiendo nitrógeno seco a una presión de 12 bares. **Nota:** La presión máxima de prueba es de 14 bares.
- Sacar el nitrógeno seco, hasta aproximadamente 0,07 bar a 0,14 bar antes de hacer el vacío.
- Realizar el vacío hasta 500 microns.



Uso del R290

Carga de refrigerante

Antes de cargar

- Se debe de usar R290 tipo refrigeración.
- Cuando se carga un sistema de R290, siempre tener el detector de fuga encendido cerca de la zona de trabajo.
- Se debe de trabajar en una zona bien ventilada.
- Se puede cargar en líquido o gas.

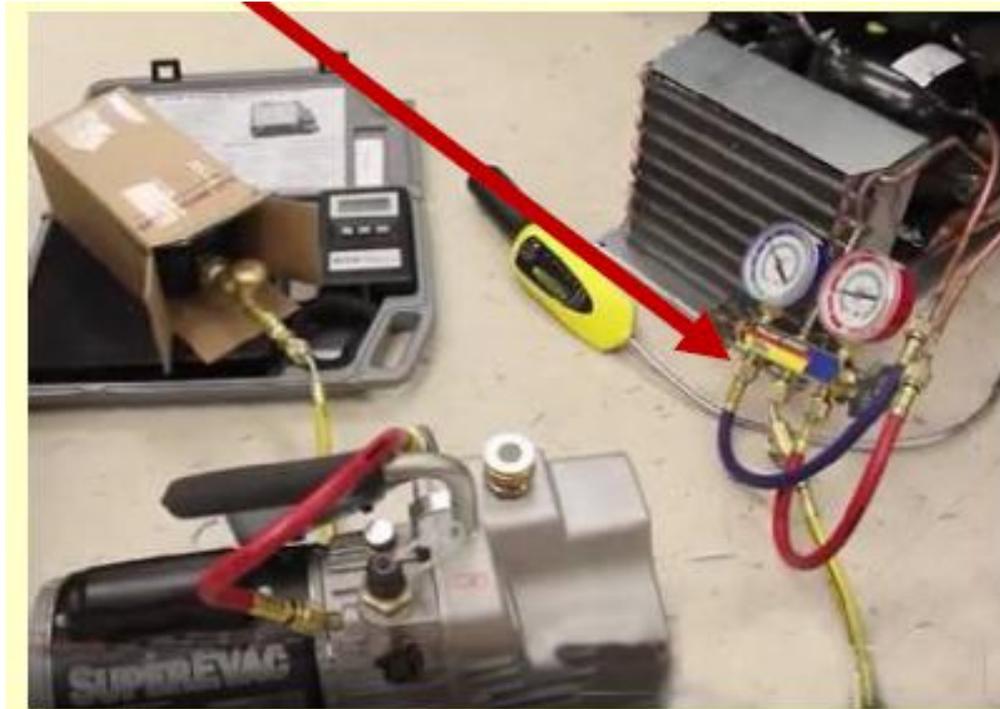
Para empezar a cargar

- Ver la cantidad de refrigerante a cargar (placa características).
- Instalar la válvula de carga en el recipiente del refrigerante.
- Poner el recipiente de R290 en la caja de origen.
- Conectar la manguera amarilla al tanque de R290.
- Abrir la válvula del tanque.
- Abrir válvula llave manguera amarilla del juego de manómetros (si dispone de ella).
- Poner tanque R290 en la báscula digital.
- Calibrar la báscula.
- Purgar el aire de las mangueras.
- Abrir la manguera de alta, poco a poco, comprobando la báscula y cargando el sistema.

Uso del R290

Si falta refrigerante por entrar en el sistema

- Arrancar el sistema (compresor).
- Dejar funcionar durante por lo menos 1 minuto.
- Acabar de meter la carga por el lado de baja.



Uso del R290

Comprobar que la carga es correcta

- ❑ Comprobar presiones de alta y baja con la tabla de presiones del R290.
- ❑ La intensidad debe de tener un valor ± 0.5 amperios sobre el valor de consumo de la máquina.
 - Valores de intensidad o de presión muy bajos indican falta de refrigerante.
 - Valores de intensidad o de presión muy altos indican exceso de refrigerante.



Uso del R290

Cerrando las válvulas de acceso

Seguir protocolos de actuación normales para cerrar las válvulas de acceso de R290:

- Morder una vez con la mordaza es suficiente para R290.
- Soldar la punta para cerrar.

ATENCIÓN: Recordar que el sistema tiene R290, inflamable. No acercar una llama para soldar la punta de la tubería cerrada hasta comprobar que no hay fuga de R290 (usar detector o agua con jabón).

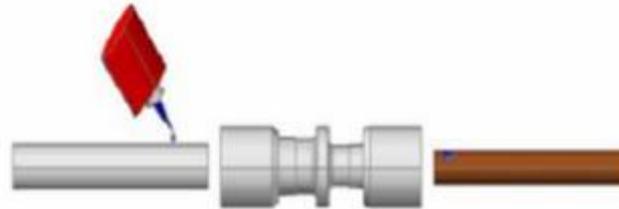


Uso del R290

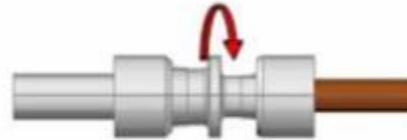
USO SISTEMA VULKAN LOKRING



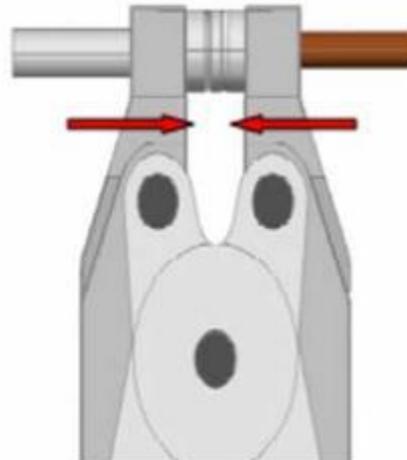
● clean the tube ends with abrasive mat in a rotational motion around the tube



● drop sealing liquid in the ends of two connected tubes

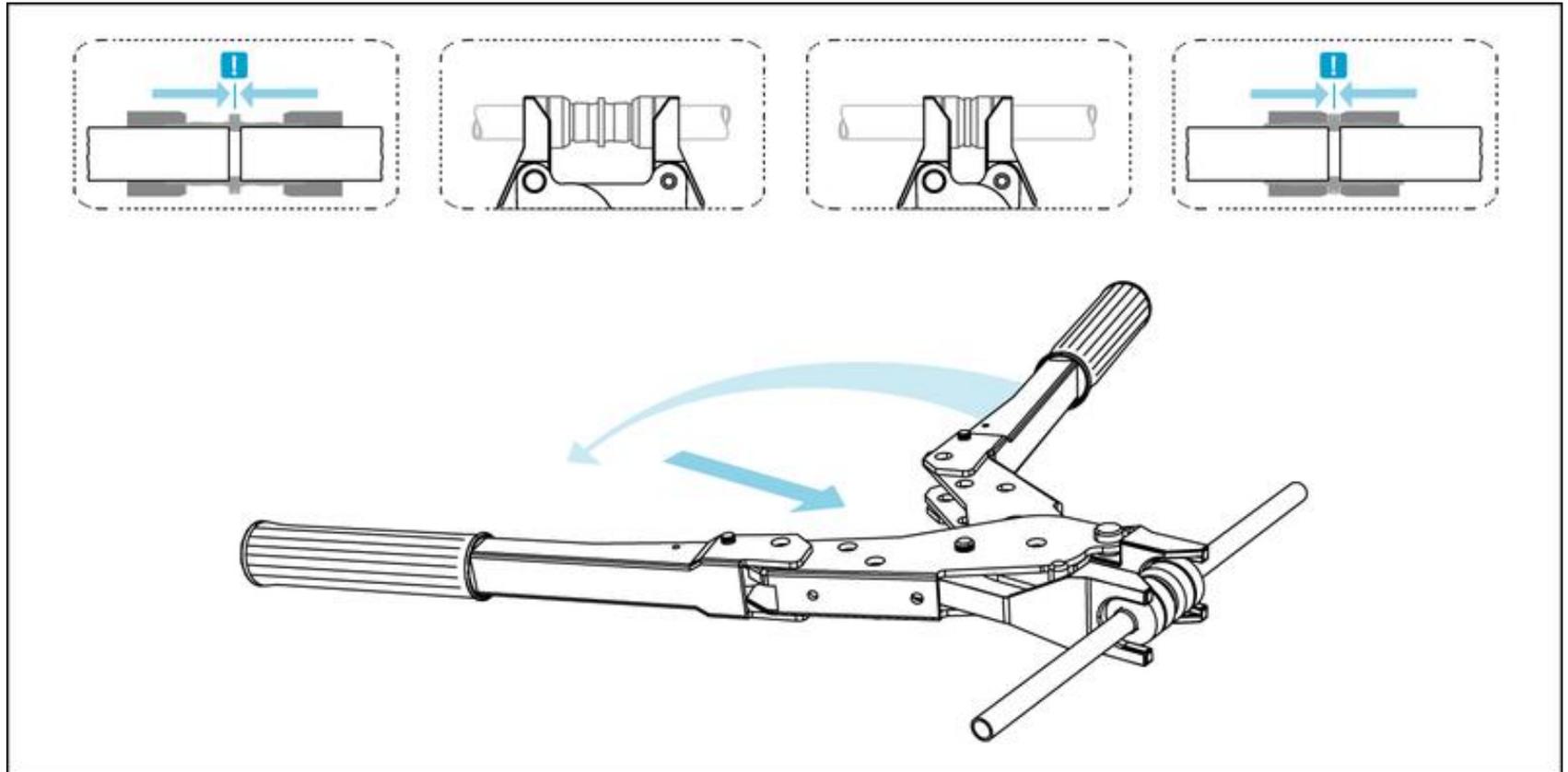


● the tube ends have to be inserted into complex ring, rotated 360°



● Assembly with plier tool.

Uso del R290



Uso del R290



POSITION THE TOOL

VIDEO CAMBIO
COMPRESOR CON
LOKRING



ASSEMBLE THE LOKRING

Uso de refrigerantes alternativos

USO DE REFRIGERANTES ALTERNATIVOS: R448A/R449A, R744, R717, GLICOLES

R448A/R449A

- Actualmente para uso industrial, se están empezando a usar los refrigerantes HFO R448A/R449A. Bajo GWP (1387). Presiones similares a las del R404A / R22.
- Para uso con sistemas válvulas de expansión termostáticas. No se aconseja para capilar, debido a su alto valor glide (deslizamiento).
- Condensación algo más elevada que el R404A, necesario tener los condensadores de aire más limpios.
- Refrigerante clase A1 (baja toxicidad, no inflamable). Sin embargo, por tener en sus componentes R32 y R1234yf, se aconseja no mezclar con aire para comprobar fugas porque puede pasar a ser combustible.

Uso de refrigerantes alternativos

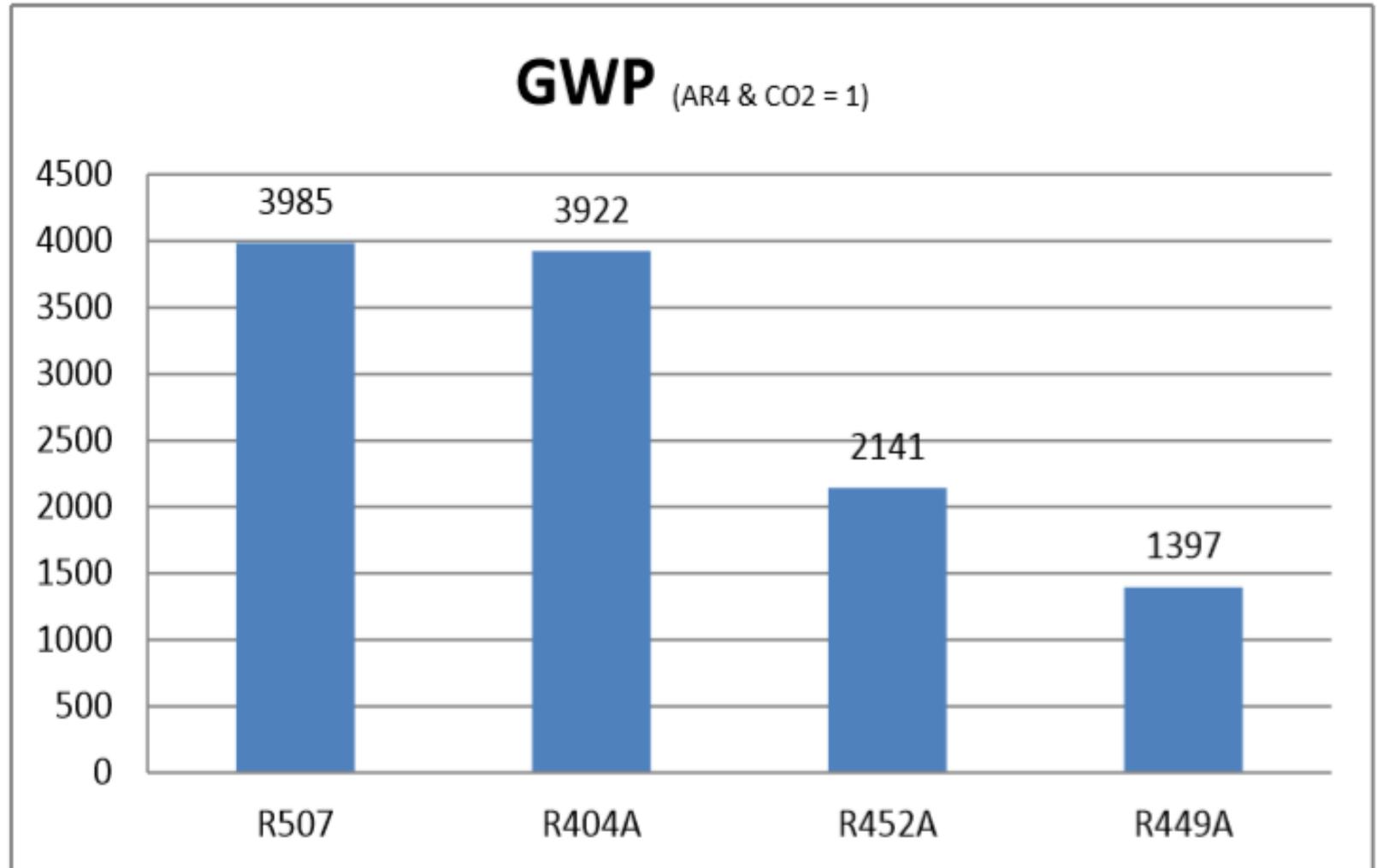
PROPIEDADES	R404A	R452A	R449A
Punto ebullición a 1 bar °C	-46.5	-47	-46
Temperatura crítica °C	72.1	74.9	80.1
Presión crítica bar	37.3	40.0	44.1
Densidad líquido a 32°C	1010	1093	1061
Densidad vapor a -30°C	10.7	10.1	7.3

Uso de refrigerantes alternativos

R454A/R454B

- Actualmente se empiezan a vender, para sustituir al R22 / R404A. Bajo GWP (238). Presiones similares a las del R404A / R22.
- Refrigerantes inflamables clase A2L. Se pueden usar por un frigorista sin necesidad de título adicional.

Uso de refrigerantes alternativos



Uso de refrigerantes alternativos

R744 (CO₂)

La normativa F-gas prohibirá los refrigerantes con GWP > 150 excepto para circuitos primarios, que permitirá GWP < 1500.

- Gas inerte no contaminante es un producto natural
- Estable químicamente
- No corrosivo
- No deteriora los productos en caso de fuga
- No combustible, se utiliza en la extinción de incendios
- No es irritante, es inodoro: no causa alarma
- La descarga a la atmósfera es totalmente inocua a todos los efectos y pasa desapercibida
- Mucho más denso que el aire, sus fugas caen al suelo y desplazan el oxígeno, en concentraciones altas puede ser peligroso y letal
- Riesgo de congelación por despresurización
- Su gran densidad hace que el volumen desplazado sea pequeño (6-8 veces amoníaco)
- Compresores de menor tamaño y cilindrada
- Menor cantidad de refrigerante en instalación
- Menor tamaño de recipientes y líneas

Uso de refrigerantes alternativos

Debido a sus altas presiones de trabajo, hasta 130 bar (1880 psi) necesita componentes reforzados.

Es un refrigerante ecológico: su impacto en la capa de ozono es nulo ($ODP=0$) y su impacto sobre el efecto invernadero es bajo ($GWP=1$).

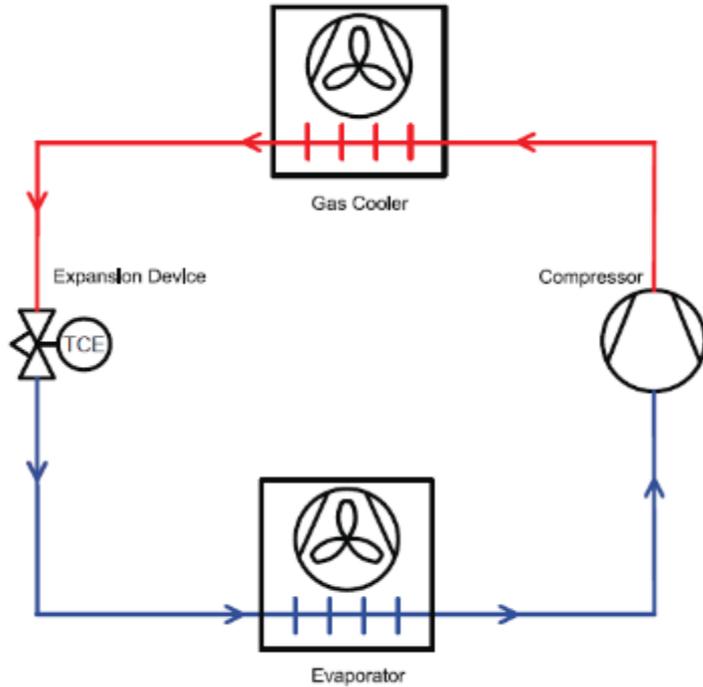
El CO₂ es un gas no inflamable, no explosivo, y no peligroso. Sus características termodinámicas en baja temperatura permiten reducir los volúmenes de los circuitos frigoríficos y los consumos energéticos. La temperatura crítica de 30,98° C limita su utilización.

El CO₂ actualmente es un sustituto para los refrigerantes fluorados. Se usa tanto como secundario (con un primario de amoníaco, o de refrigerante como R134A), como en etapa de alta temperatura y media / baja temperatura (mediante sistema Cascado, booster, y otros).

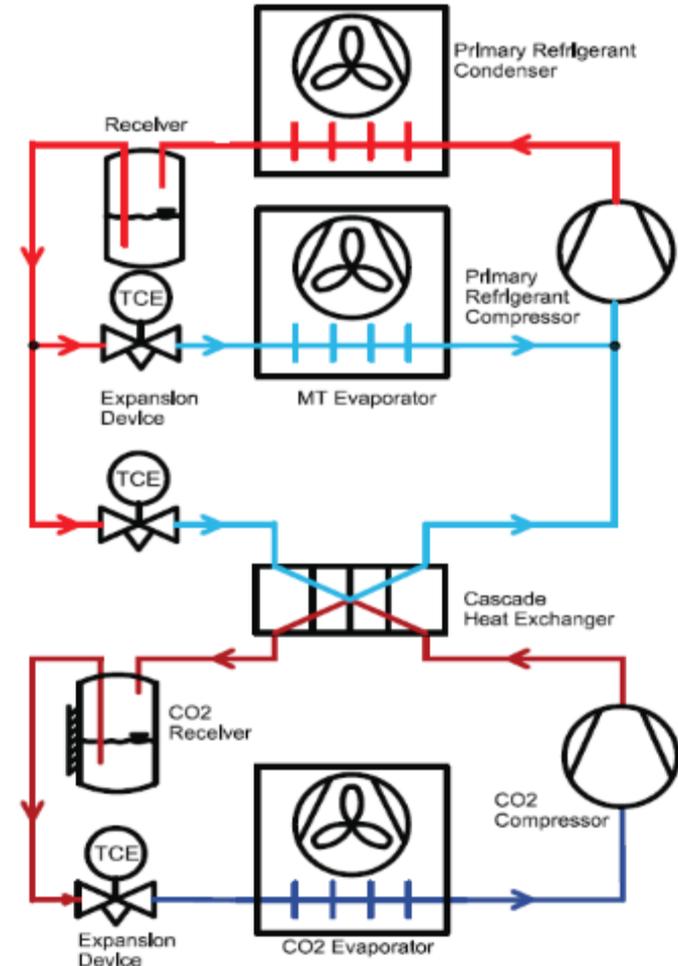
Las presiones de funcionamiento del CO₂ son elevadas, en torno a los 140 bar para los ciclos transcíticos y entre 40 y 52 bar para los ciclos subcríticos.

Uso de refrigerantes alternativos

TRANSCRÍTICO



SUBCRÍTICO



Uso de refrigerantes alternativos

REFRIGERANTE		HFC	HFC	HFC	HFC	HFC	HFC
	R744	R404A	R134a	R407A	R407F	R22	R1234y
Temperatura a presión atmosférica	-78.5°C	-46°C	-26°C	-41°C	-43°C	-41°C	-30°C
Temperatura crítica	31°C	72.05°C	101°C	81°C	81°C	96°C	95°C
Presión crítica	73.8bar	36.9bar	40.7bar	42.9bar	45.61bar	50.8bar	34.8bar
Presión punto triple	5.2bar	0.22bar	0.004bar	0.103bar	0.103bar	<0.05bar	TBC
Presión a temperatura saturada de 20°C	57bar	10.9bar	5.7bar	9.4bar	9.9bar	10.1bar	6.9bar
GWP	1	3922	1430	1990	1824	1700	4

Uso de refrigerantes alternativos

	R744	HFO	HC	R717
Capacidad	[Green]		[Red]	[Red]
Eficiencia	[Red]	[Red]	[Green]	[Green]
Presión	[Red]		[Red]	[Red]
Impacto medioambiental	[Green]		[Green]	[Green]
Inflamabilidad	[Green]	[Red]	[Red]	[Red]
Toxicidad	[Red]	[Red]	[Green]	[Red]
Disponibilidad	[Red]	[Red]	[Green]	[Green]
Disponibilidad componentes	[Red]	[Red]	[Green]	[Green]
Disponibilidad expertos	[Red]	[Red]	[Red]	[Green]
Coste refrigerante	[Green]		[Red]	[Green]
Coste sistema	[Red]	[Red]	[Red]	[Red]

[Red] Refrigerante similar a HFC

[Green] Aspecto refrigerante peor que HFC

[Blue] Aspecto refrigerante mejor que HFC

Uso de refrigerantes alternativos

R717 (amoníaco)

El amoníaco lleva utilizándose en aplicaciones industriales desde la década de 1930 y es conocido por ser el refrigerante más eficiente. Su punto de ebullición es bajo y se ve favorecido por ser un refrigerante altamente eficiente a nivel energético y que además tiene un mínimo impacto sobre el medio ambiente, con potencial de agotamiento del ozono igual a cero y potencial de calentamiento atmosférico (PCA) igual a cero.

PROPIEDADES	R717
Punto ebullición a 1 bar °C	-33
Temperatura crítica °C	132
Presión crítica bar	113

Uso de refrigerantes alternativos

- Elevadas temperaturas de descarga
- Altísimo calor latente de vaporización
- Densidad mucho más baja que cualquier refrigerante
- Es un gas incoloro, de fuerte olor, llega a ser tóxico e irrespirable
- Facilidad de detección de fugas
- Con presión y mezclado con aceite, puede formar una mezcla explosiva
- Combustible en determinadas proporciones con el aire del ambiente
- Estable hasta los 150 °C
- Corroe y ataca al cobre y todas sus aleaciones
- No se mezcla con los aceites de nafta ni los sintéticos
- Si hay una fuga, el amoniaco se disuelve en agua; todos los productos alimenticios contienen agua, puede hacer que estos tomen mal sabor, incluso que sean perjudiciales para la salud

Uso de refrigerantes alternativos

SALMUERAS

La clasificación de las salmueras puede hacerse en:

- Salmueras de tipo salino
- Salmueras a base de glicol: (etilenglicol y propilenglicol)
- Salmueras para bajas temperaturas (alcoholes)
- Salmueras para aplicaciones especiales (aceites térmicos)

Las aplicaciones

- Aplicaciones Específicas como en las pistas de patinaje
- Industria Alimentaria; para enfriamiento y congelación por inmersión directa
- La Fabricación de Hielo en Barras
- Las Aplicaciones de Tipo Industrial
- En instalaciones centralizadas de aire acondicionado

Uso de refrigerantes alternativos

Permiten el almacenamiento.

Presentan problemas de corrosión, por lo que el sistema debe mantenerse sobrepresionado y sin contacto con la atmósfera.

Los sistemas de distribución para las salmueras son similares a los de agua en circuito cerrado. La diferencia fundamental reside en la viscosidad.

Las salmueras son líquidos térmicamente inferiores al agua, por lo que es preciso gastar más energía de bombeo.

Factores para seleccionar la salmuera:

- El coste de las salmueras, y de los tratamientos del agua y los inhibidores
- La corrosión y la incompatibilidad con ciertos materiales
- La toxicidad, especialmente cuando el producto a enfriar sea algún alimento, o cuando haya contacto con personas
- El calor específico que determina el caudal másico
- La estabilidad a temperatura elevada
- La viscosidad, incide en la energía de bombeo
- El punto de congelación de las salmueras
- La tensión de vapor

Uso de refrigerantes alternativos

FLUIDO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
MonoEtilenGlicol (MEG)	Buenas Propiedades Termales Viscosidad Aceptable Baja T^a Precio Asequible	Alta Toxicidad: NO Alimentario Inflamable Residuo Peligroso Degradación de la mezcla Aumento de Volumen
MonoPropilenGlicol (MPG)	NO Tóxico Alimentario en Categoría USP	Malas Propiedades Termales Alta Viscosidad Residuo Peligroso Precio Elevado Degradación de la Mezcla Aumento de Volumen

Uso de refrigerantes alternativos

FLUIDO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Sales inorgánicas	Buenas Propiedades Termales Baja Viscosidad Estabilidad Química	Toxicidad Moderada Altísimo Índice de Corrosión Coste del Sistema Elevado
Sales orgánicas	NO Tóxicas Aplicación Alimentaria NO Inflamables NO Combustibles NO Residuo Peligroso Buenas Propiedades Termales Baja Viscosidad Estabilidad Química Sin Aumento de Volumen	Índice de Corrosión Moderado Mayor Coste vs Glicoles

Sistemas usados en máquinas industriales ITV

Uso de refrigerantes R448A/R449A en unidades Scala

Las unidades industriales de ITV Scala usan el refrigerante R449A. Es un refrigerante apto para consumo con bajo GWP. El paso del refrigerante R404A al R449A no ha supuesto un cambio de diseño en las unidades Scala.

Se ha tenido que cerrar algo las válvulas de expansión de los generadores por el cambio del refrigerante, pero las válvulas de expansión usadas sirven tanto para R404A como para R449A.

Las unidades condensadoras se mantienen, con compresores aptos para R449A.

La temperatura de evaporación es de -22°C . Si vamos a bajar de -25°C , para evitar daños en el evaporador, necesitamos instalar una válvula para mantener la aspiración constante.

Sistemas usados en máquinas industriales ITV

Uso de R717 en unidades Scala

Las unidades de Scala con R717 son unidades de solo generador, Split, que necesitan amoniaco bombeado para su correcto funcionamiento.

Necesidad de tener instalado o instalar por parte del instalador / cliente un separador de líquido, con bombas de amoniaco para su recirculación, y sistemas de seguridad.

El amoniaco líquido inyectado al evaporador, expande, y tenemos un retorno de vapor de gas con líquido. Necesario el separador para que los compresores solo aspiren el gas seco.

Permite el uso de la unidad con una central ya existente. Unidades desde 5 toneladas a 50

Sistemas usados en máquinas industriales ITV

SCALA SPLIT vs R744 / R717

ELEMENTOS EN COMÚN

- Cuadro eléctrico con variador de velocidad Omron.
- Temporizador arranque y paro en cuadro eléctrico.
- Evaporador de acero reforzado.

ELEMENTOS SOLO EN R744(CO2)

- Cuadro eléctrico con controlador válvula expansión electrónica Eliwell.
- Visor de líquido en la línea frigorífica.
- Válvula de expansión electrónica Eliwell.
- Sonda de temperatura NTC y sonda de presión
- Válvula KVP para regular y mantener presión evaporación.
- Válvulas con obuses de servicio.

Sistemas usados en máquinas industriales ITV

SCALA SPLIT vs R744 / R717

ELEMENTOS SOLO SPLIT

- Válvula de expansión Danfoss
- Válvula solenoide de líquido
- Refrigerante R449A/R448A y también disponible R404A, R507A, R407F

ELEMENTOS SOLO R717(AMONIACO)

- Válvula de aguja para “expansión”
- Necesario amoniaco bombeado
- Válvula solenoide de líquido
- Válvula purga de aceite
- Válvula de aspiración
- Válvula by-pass línea líquido

Sistemas usados en máquinas industriales ITV

CAPACIDADES SCALA

CAPACIDADES SCALA R449A

400 kg/día- SPLIT/REM/COMP
600 kg/día- SPLIT/REM/COMP
1000 kg/día- SPLIT/REM/COMP
1500 kg/día - SPLIT/REM/COMP
2000 kg/día- SPLIT/REM/COMP
3000 kg/día- SPLIT/REM/COMP
5000 kg/día- SPLIT/REM/COMP
10000 kg/día- SPLIT/REM/COMP
15000 kg/día- SPLIT
20000 kg/día- SPLIT
25000 kg/día- SPLIT
30000 kg/día- SPLIT
35000 kg/día- SPLIT
40000 kg/día- SPLIT
50000 kg/día- SPLIT

CAPACIDADES SCALA R744

400 kg/día- SPLIT
600 kg/día- SPLIT
1000 kg/día- SPLIT
1500 kg/día - SPLIT
2000 kg/día- SPLIT
3000 kg/día- SPLIT
5000 kg/día- SPLIT
10000 kg/día- SPLIT

CAPACIDADES SCALA R717

5000 kg/día- SPLIT
10000 kg/día- SPLIT
15000 kg/día- SPLIT
20000 kg/día- SPLIT
25000 kg/día- SPLIT
30000 kg/día- SPLIT
35000 kg/día- SPLIT
40000 kg/día- SPLIT
50000 kg/día- SPLIT

SCALA.

SCALA 400



SCALA 1000



SCALA 3000



SCALA 600



SCALA 5000



SCALA 10000



SCALA



SCALA 3000 COMPACTA



SCALA

SCALA 10000 REMOTA



SCALA

SCALA 10000 REMOTA



SCALA

SCALA 50 AMONIACO



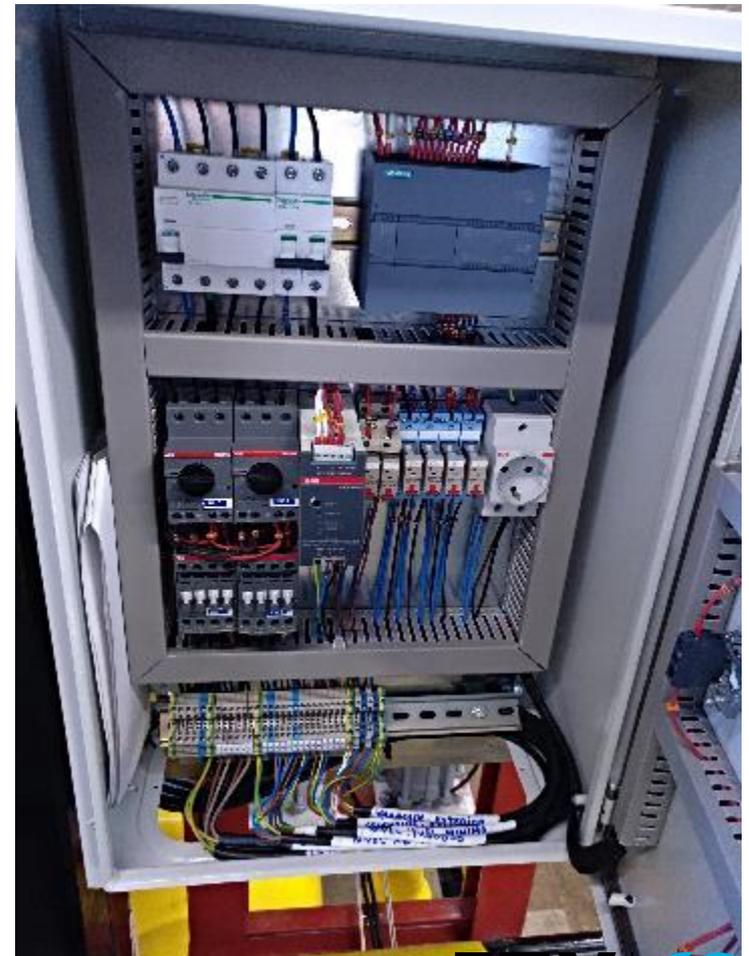
SCALA AMONIACO



SCALA AMONIACO



SCALA AMONIACO



SCALA AMONIACO

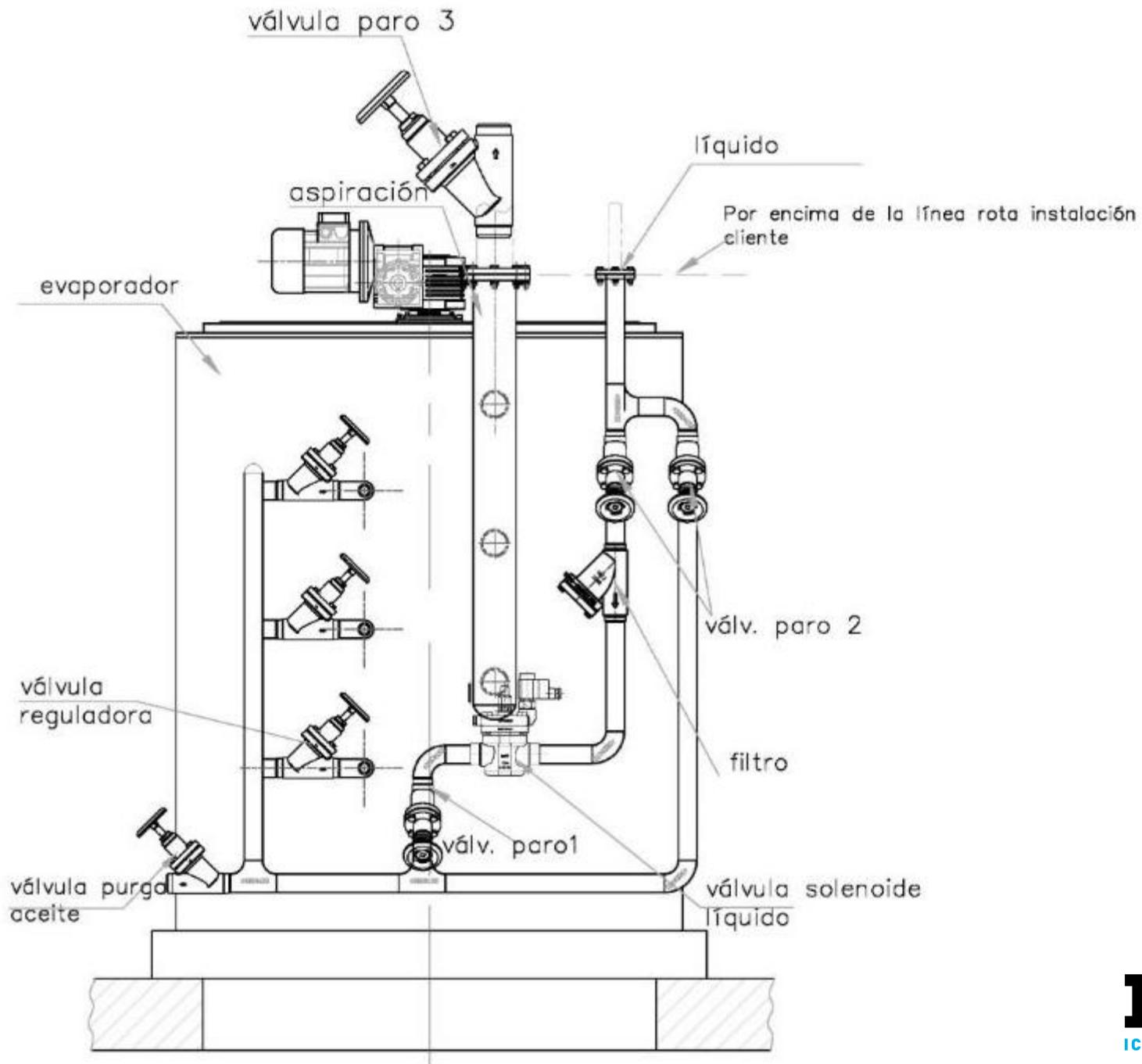


SCALA AMONIACO



SCALA AMONIACO





Sistemas usados en máquinas industriales ITV

Uso de R744 en unidades Ice Queen (granulares) y en Scala

Actualmente disponemos de unidades Split (solo generador) tanto en hielo en escama (Scala) como en hielo granular (Ice Queen) para conectar a centrales de CO₂, siempre SUBCRITICO.

La presión máxima de los elementos es de 45 bares, y trabajamos siempre con líquido subenfriado, CO₂.

Ambos sistemas usan una válvula de aspiración constante de Danfoss, KVP, para mantener la temperatura de evaporación sobre -23°C.

Las unidades disponen de válvula de expansión electrónica, Eliwell, moduladas con la temperatura de aspiración y presión de aspiración, teniendo temperatura entrada y salida al evaporador, para trabajar con el recalentamiento.

Disponen de visor en la línea de líquido.

Las unidades Scala de R717 permiten producciones desde 400 kg a 3 ton al día.
Las unidades Ice Queen de R717 son unidades de 850 kg.

Sistemas usados en máquinas industriales ITV

Ventajas e inconvenientes del uso de R448A/R449A – R717 – R744 en las unidades industriales de ITV

Para unidades conectadas a central, el uso de CO₂ o de R717 en las de escama, permite aprovechar la central de frío existente, y con ello generar el hielo necesario, evitando tener un elemento frigorífico extra en la instalación (compresor + condensador).

El R717 implica un sobre coste al tener que disponer de un sistema de amoniaco líquido bombeado, que implica a su vez un separador de aspiración. Como ventaja, el amoniaco permite una mayor transferencia térmica, la escama de hielo se subenfía más, y permite un gasto energético menor que con otros refrigerantes.

Se debe de tener en cuenta que el amoniaco arrastra el aceite, y de vez en cuando se debe de purgar dicho aceite del generador de hielo.

El uso de HFOs como el R448A y el R449A permite tanto aprovechar una central ya existente (modelos Split) como el tener unidades compactas / remotas. La mayor desventaja es el precio de los refrigerantes comparados con el R744 y el R717.

Sistemas usados en máquinas industriales ITV

Las unidades tanto Scala como Ice Queen, con cualquier tipo de refrigerante, disponen de los mismos elementos de seguridad, y la fiabilidad es la misma en todas la unidades.



Sistemas usados en máquinas industriales ITV

CUADRO SCALA CO2



CUADRO ICE QUEEN CO2



Sistemas usados en máquinas industriales ITV

VÁLVULA EXPANSIÓN ELECTRÓNICA



KVP ASPIRACIÓN



VISOR

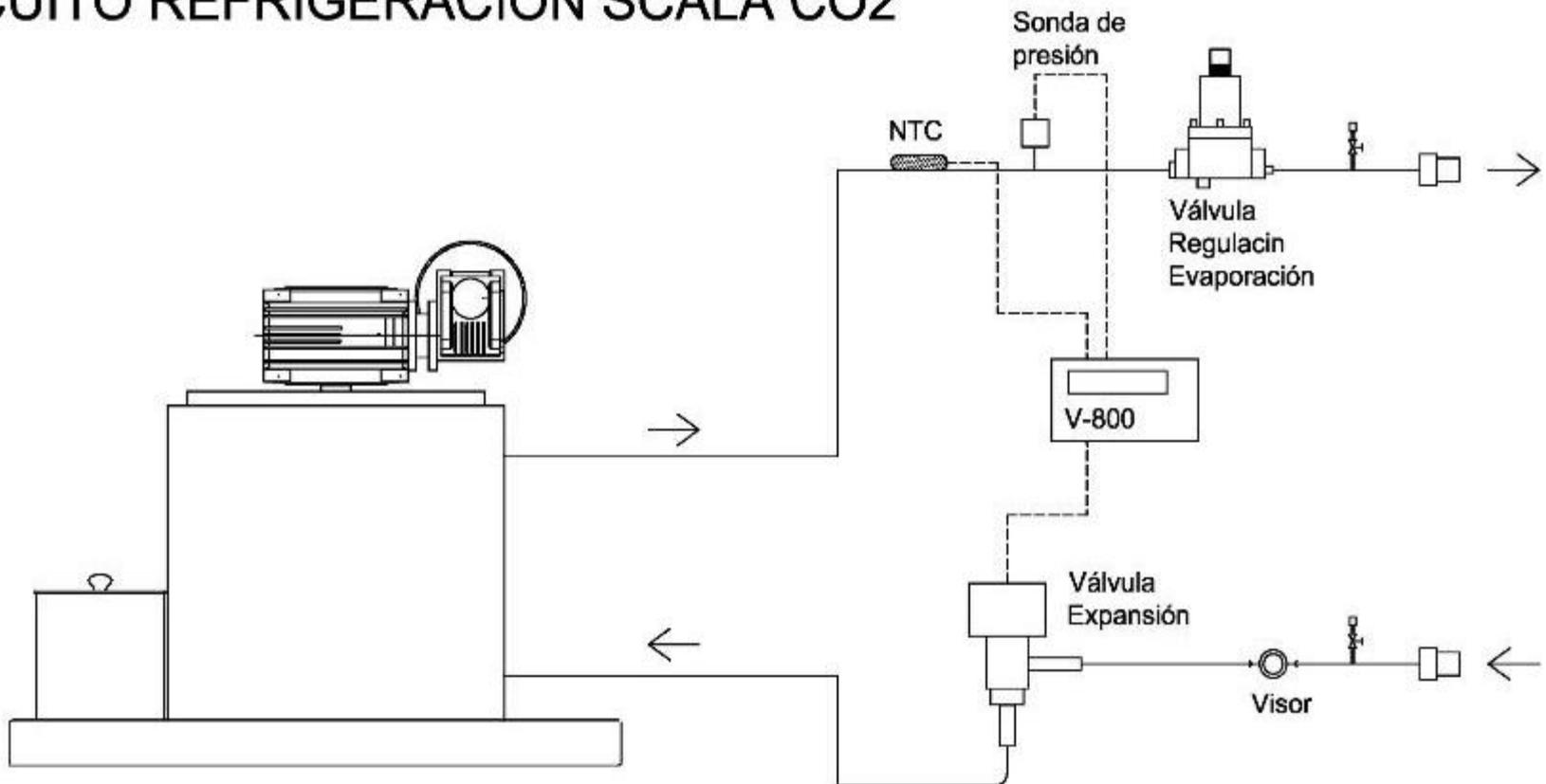


DISPLAY

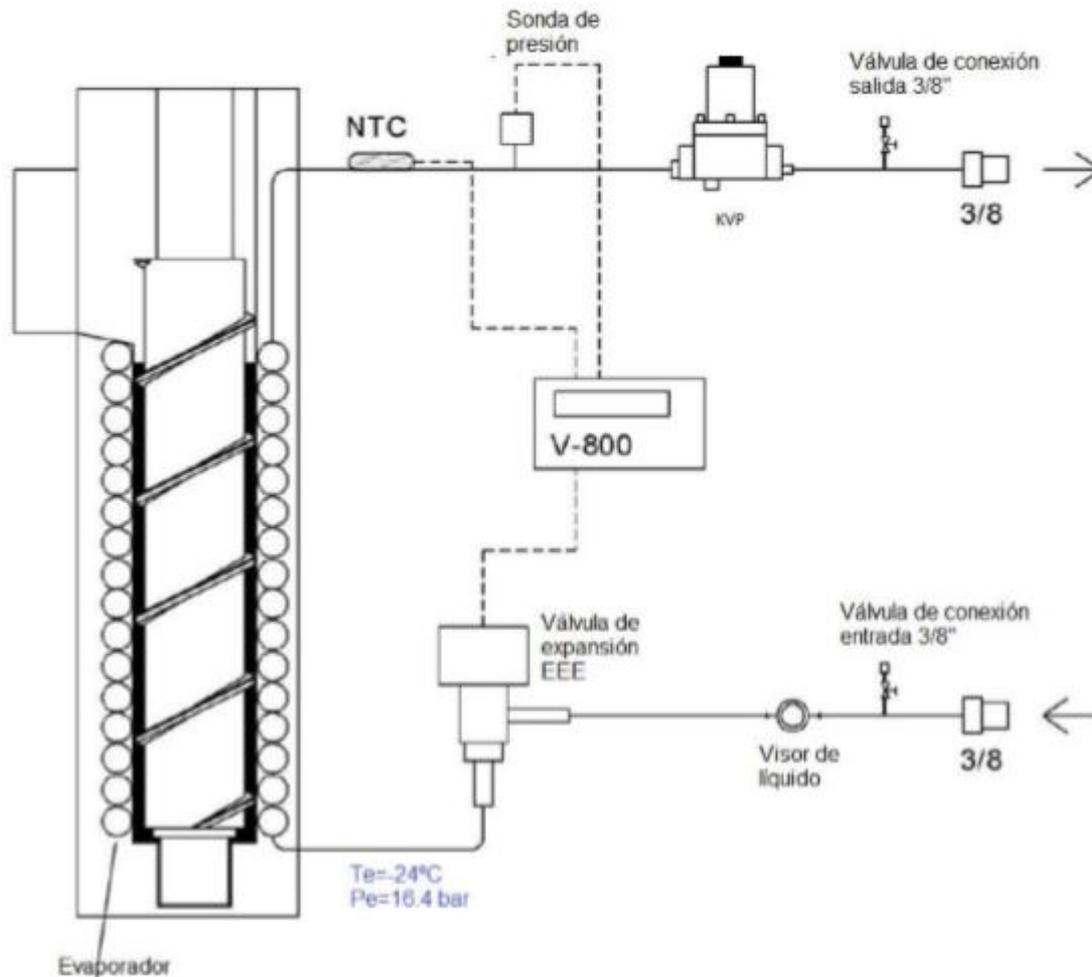


Sistemas usados en máquinas industriales ITV

CIRCUITO REFRIGERACIÓN SCALA CO2



Sistemas usados en máquinas industriales ITV



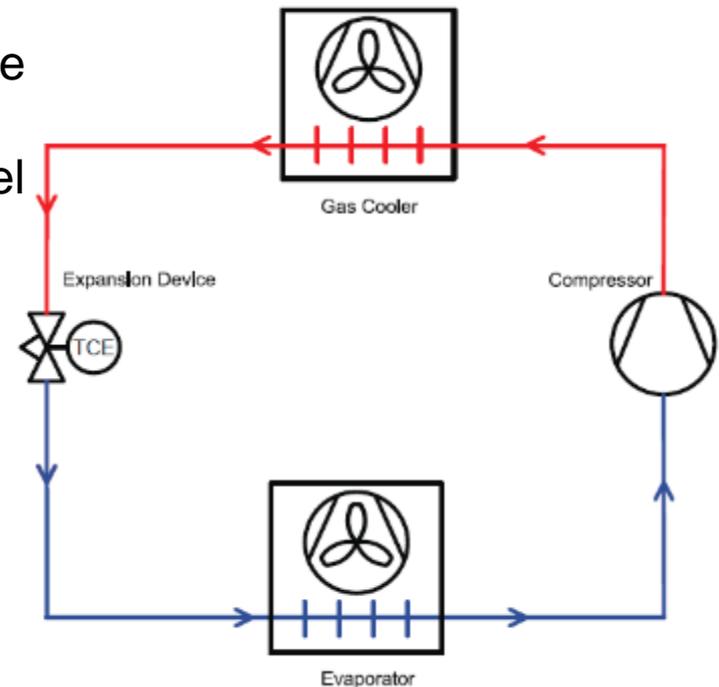
R744 (CO₂)

R744 (CO₂): DIFERENCIA DE SISTEMAS SUBCRÍTICO/TRANSCRÍTICO

SISTEMA TRANSCRÍTICO

En una instalación frigorífica con una condensación por aire, el ciclo puede funcionar por encima de esta temperatura crítica.

- El CO₂ en el lado de alta presión no se condensa, sino que se des recalienta.
- Las presiones del lado de alta se sitúan del orden de los 100 bar



Sistema transcrítico a media temperatura

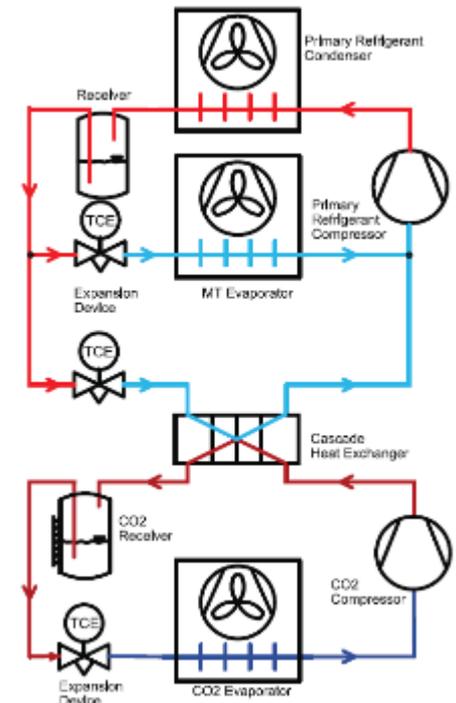
R744 (CO₂)

SISTEMA SUBCRÍTICO

En el caso de que el CO₂ se emplea para la refrigeración baja temperatura, está utilizado o sea como un refrigerante termoportador, o sea en cascada con otro gas refrigerante (R404A, NH₃, R134a etc.).

El ciclo funciona entonces por debajo de la temperatura crítica

- El CO₂ en el lado de alta presión se CONDENSA.
- Las presiones del lado de alta se sitúan del orden de 30 bar (-5°C).



Sistema cascada simple

R744 (CO₂)

SUPUESTOS	USO R744 CON ESE SUPUESTO
Capacidad frigorífica	Un poco más de capacidad volumétrica que refrigerantes tradicionales
Eficiencia	La eficiencia depende del tipo de sistema y temperatura ambiente
Condiciones funcionamiento	Presiones de funcionamiento y parada mucha más elevadas que el resto de refrigerantes comunes
Propiedades ambientales	GWP=1, mucho más bajo que los HFC comunes
Disponibilidad del refrigerante	Generalmente disponible
Disponibilidad de componentes	Muchos componentes son diferentes a los usados por HFC, pero se encuentran con facilidad
Disponibilidad de técnicos e ingenieros competentes	Varia a nivel mundial, normalmente bajo; los ingenieros deben de tener un conocimiento básico de refrigeración y alto nivel de práctica y necesitarán formarse en R744
Coste	Coste refrigerante menor que los HFC, pero el coste del sistema es generalmente mayor
Seguridad	Baja toxicidad, no inflamable, altas presiones y peligros asociados presentan desafíos adicionales
Facilidad de uso	Alta presión y punto crítico bajo hace necesario sistemas más complejos
Composición	Molécula simple, sin temperatura de deslizamiento en sistemas subcríticos
Uso como refrigerante retrofit	No lo permite por las altas presiones

R744 (CO₂)

Ventajas	Inconvenientes
<p>Alta capacidad frigorífica gracias a la alta capacidad de enfriamiento volumétrico (por ejemplo es aproximadamente 5 veces más grande que la del R404A). Tiene un impacto positivo en el desplazamiento del compresor y en el tamaño de intercambiadores de calor y tuberías.</p>	<p>Alta presión en trabajo y en paros son más peligrosos y aumentan las posibles fugas. Los componentes deben de ser diseñados para ello.</p>
<p>Menor pérdida de presión en las tuberías y en los intercambiadores de calor. Por ejemplo, el impacto de largas líneas de líquido y aspiración es menor.</p>	<p>Se necesitan compresores especiales debido a la mayor capacidad frigorífica (motor diferente / combinación desplazamiento)</p>
<p>Intercambio elevado de calor en evaporadores y condensadores debido a la alta densidad y presión. Esto permite diferencias menores de temperatura entre el refrigerante y el aire; mejorando la eficiencia, o el uso de evaporadores y condensadores menores. El espesor de tubería puede necesitar ser mayor para aguantar las altas presiones, se debe de realizar un diseño apropiado para el R744.</p>	<p>Los sistemas de R744 son más complejos – tanto cascada como transcrito. Esto supone un aumento en costes de componentes e instalación.</p>
	<p>El uso de tuberías en la instalación incluye acero o acero inoxidable, soldadores capacitados, y técnicas de uniones diferentes por las altas presiones y los materiales diferentes.</p>
	<p>La complejidad superior también incrementa la posibilidad de un rendimiento y fiabilidad bajo, particularmente si no se hace correctamente la instalación.</p>

R744 (CO₂)

Ventajas

Menores relaciones de compresión lo que permite mayor eficiencia isentrópica de compresión.

No oxida la mayoría de los metales. Pequeñas diferencias con los materiales usados en sistemas de HFC.

Buena miscibilidad con los lubricantes de compresores para el retorno de aceite. Lubricantes tipo poliéster pueden ser usados como con los HFC.

Baja toxicidad e inflamabilidad.

GPW insignificante, en caso de una fuga, el impacto directo al cambio climático es bajo.

Producción barata y se encuentra en todo el mundo, aunque la pureza del R744 debe de ser del 99.99% para usar en sistemas frigoríficos con compresores herméticos o semi-herméticos.

Altas temperaturas de descarga debido al alto índice de compresión. Esto permite un uso potencial de calor residual. Nota – La temperatura de descarga es excesivamente alta en sistemas transcíticos con una gran diferencia entre las temperaturas de evaporación y de calor rechazado.

Molécula estable que permiten un bajo potencial de descomposición en el sistema de refrigeración.

No hay una normativa que impida el uso del R744 o su cambio, se ve como un refrigerante a largo término.

Inconvenientes

Alta presión en trabajo y en paros son más peligrosos y aumentan las posibles fugas. Los componentes deben de ser diseñados para ello.

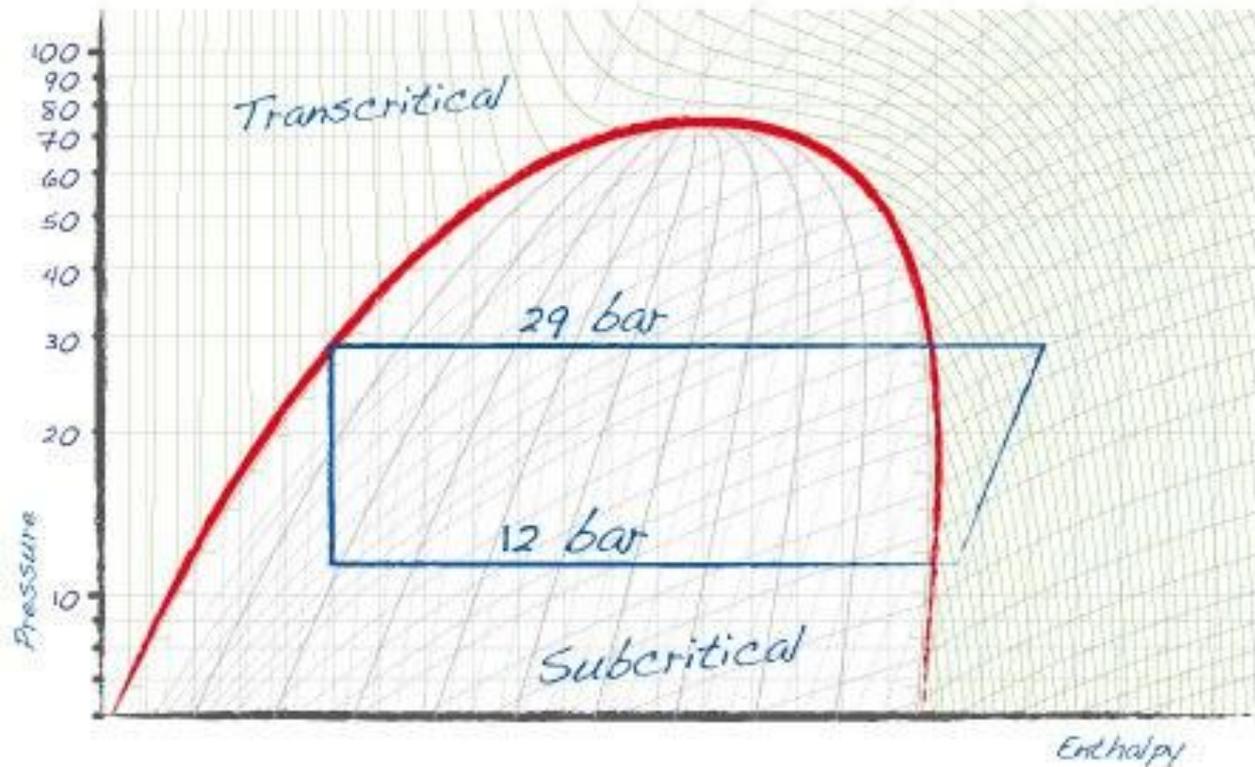
Se necesitan compresores especiales debido a la mayor capacidad frigorífica (motor diferente / combinación desplazamiento)

Los sistemas de R744 son más complejos – tanto cascada como transcítico. Esto supone un aumento en costes de componentes e instalación.

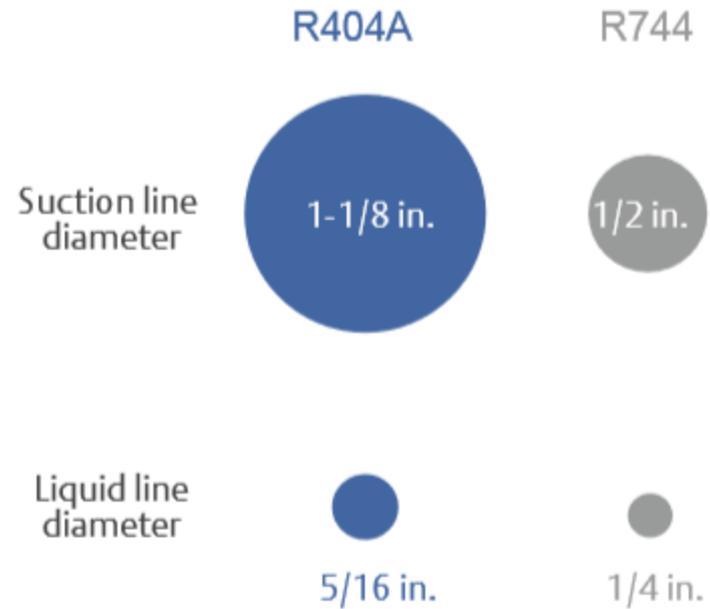
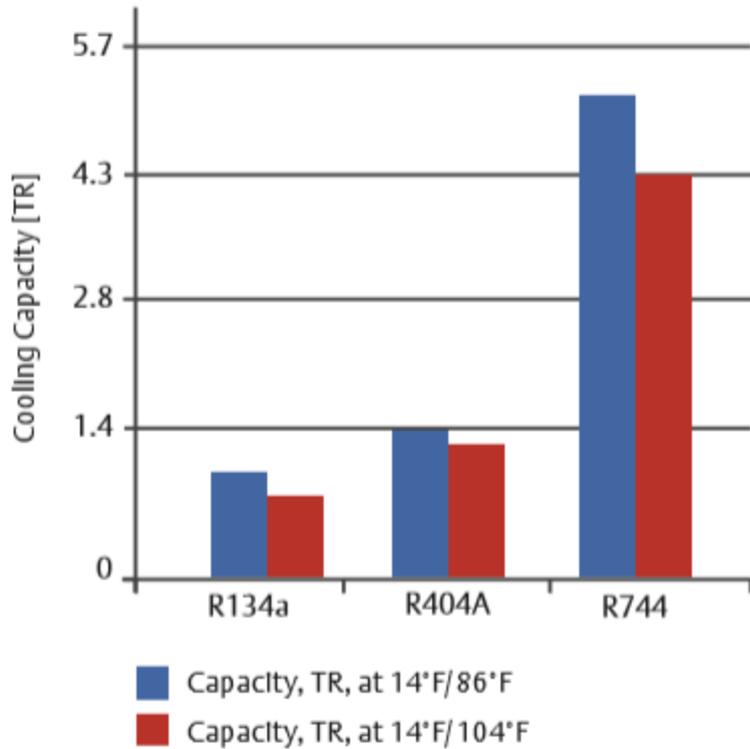
El uso de tuberías en la instalación incluye acero o acero inoxidable, soldadores capacitados, y técnicas de uniones diferentes por las altas presiones y los materiales diferentes.

La complejidad superior también incrementa la posibilidad de un rendimiento y fiabilidad bajo, particularmente si no se hace correctamente la instalación.

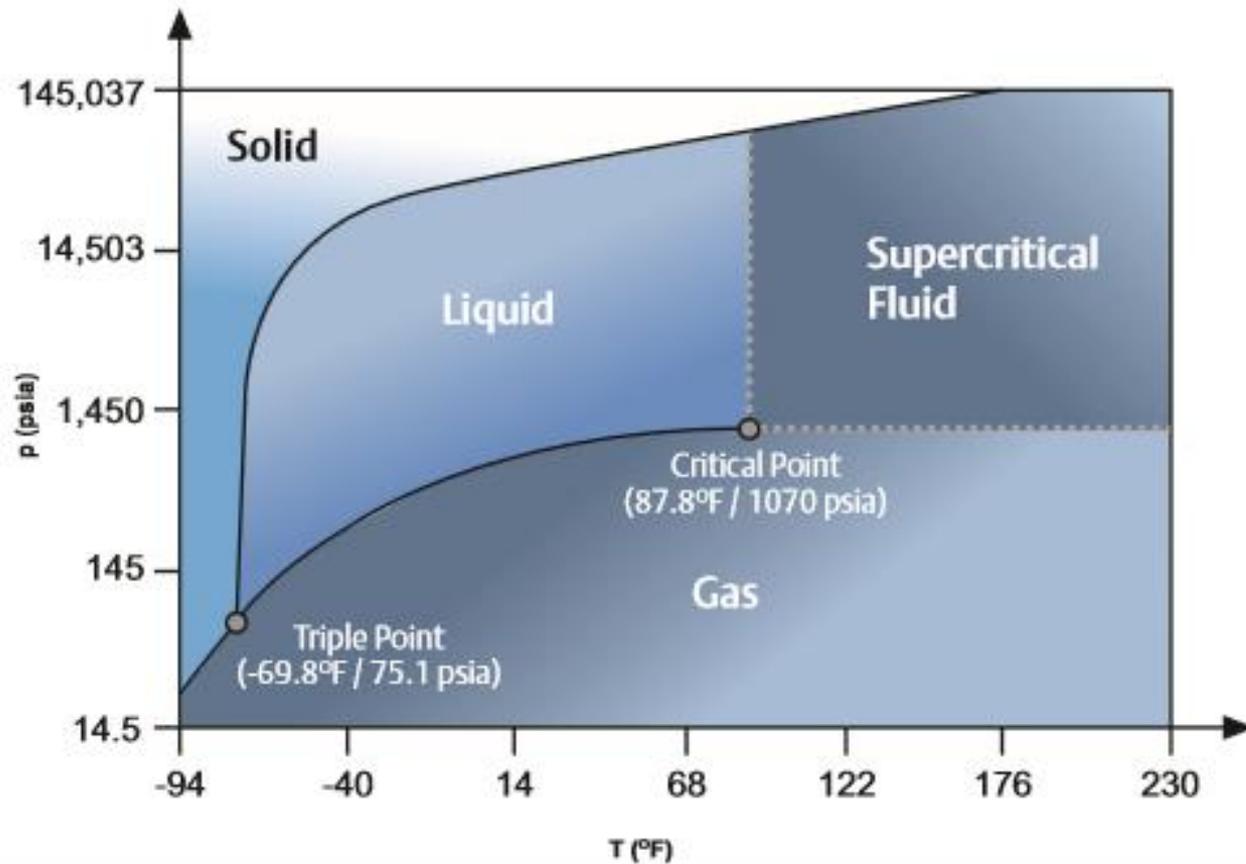
R744 (CO₂)



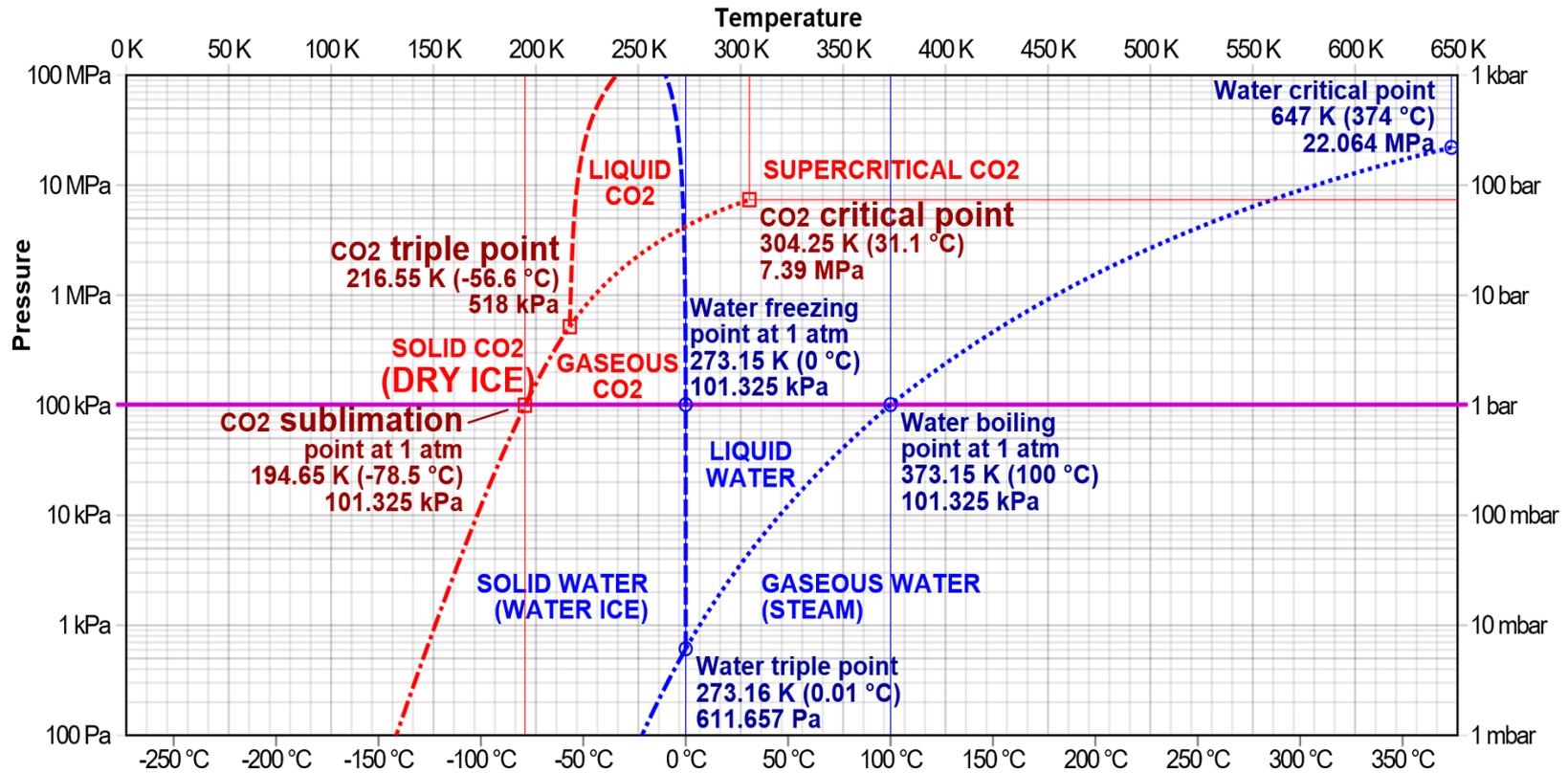
R744 (CO₂)



R744 (CO₂)



R744 (CO₂)



R744 (CO₂)

Se trabaja en subcrítico cuando la temperatura de condensación está por debajo de la crítica (31°C), y en transcrito cuando la “temperatura de salida del enfriador de gas” está por encima de 31°C y la temperatura de evaporación por debajo de 31°C.

Aplicación subcrítica:

En este caso, el CO₂ reacciona como cualquier otro refrigerante. Cuando absorbe calor, se comprime y condensa. Esto hace que, al perder calor, se transforme del estado gaseoso al líquido.

Las instalaciones funcionando con un ciclo subcrítico se destinan a la refrigeración baja temperatura (-25° C a -45° C) comercial o industrial.

Necesario utilizar, o sea aceros bajas temperaturas (LTCS), o sea aceros inoxidable cuya resistencia es especialmente adecuada

R744 (CO₂)

Posición en el circuito	Presión maxi de servicio (bar)	Temperatura mini de servicio (° C)	Temperatura maxi de servicio (° C)	Productos concernidos
Descarga compresor	40 (52)*	0	150	Silenciadores, separadores de aceite, antivibradores, válvulas
Línea de líquido	40 (52)*	-20	0	Filtros deshidratadores, depósitos de líquido, visores de líquido, filtros de impurezas, válvulas
Línea de aspiración	28	-50	-20	Separadores de líquido, filtros de aspiración, antivibradores

() Evolución de las presiones de servicio para tener en cuenta el aumento de las temperaturas de condensación.*

R744 (CO₂)

Aplicación transcítica

En esta aplicación, el CO₂ funciona muy diferente a otros gases refrigerantes porque no se condensa. Esto quiere decir que nunca cambia su estado gaseoso.

También se puede hacer un ciclo de CO₂ que intercambia calor con el exterior. En este caso es un ciclo transcítico, como en ciertos períodos del año donde la temperatura exterior está cerca o alrededor de los 31.1°C.

Esto implica la refrigeración del gas comprimido que no corresponde a una condensación a temperatura constante, como ocurre en los ciclos tradicionales.

En ambos sistemas, el CO₂ plantea varios beneficios: su **eficiencia puede ser hasta 8 veces mayor que la de otros gases refrigerantes**, presenta baja toxicidad y no es inflamable, lo que representa una mayor seguridad en las operaciones.

R744 (CO₂)

en el circuito	Presión maxi de servicio (bar)	Temperatura maxi de servicio (° C)	Productos concernidos
Descarga compresor	140 bar	160° C	Silenciadores, separadores de aceite, válvulas
Salida « gaz cooler »	140 bar	60° C	Filtros deshidratadores, depósitos de líquido, visores de líquido, válvula
Salida evaporador	40 bar	30° C	Separadores de líquido, filtros de aspiración, válvulas

R744 (CO₂)

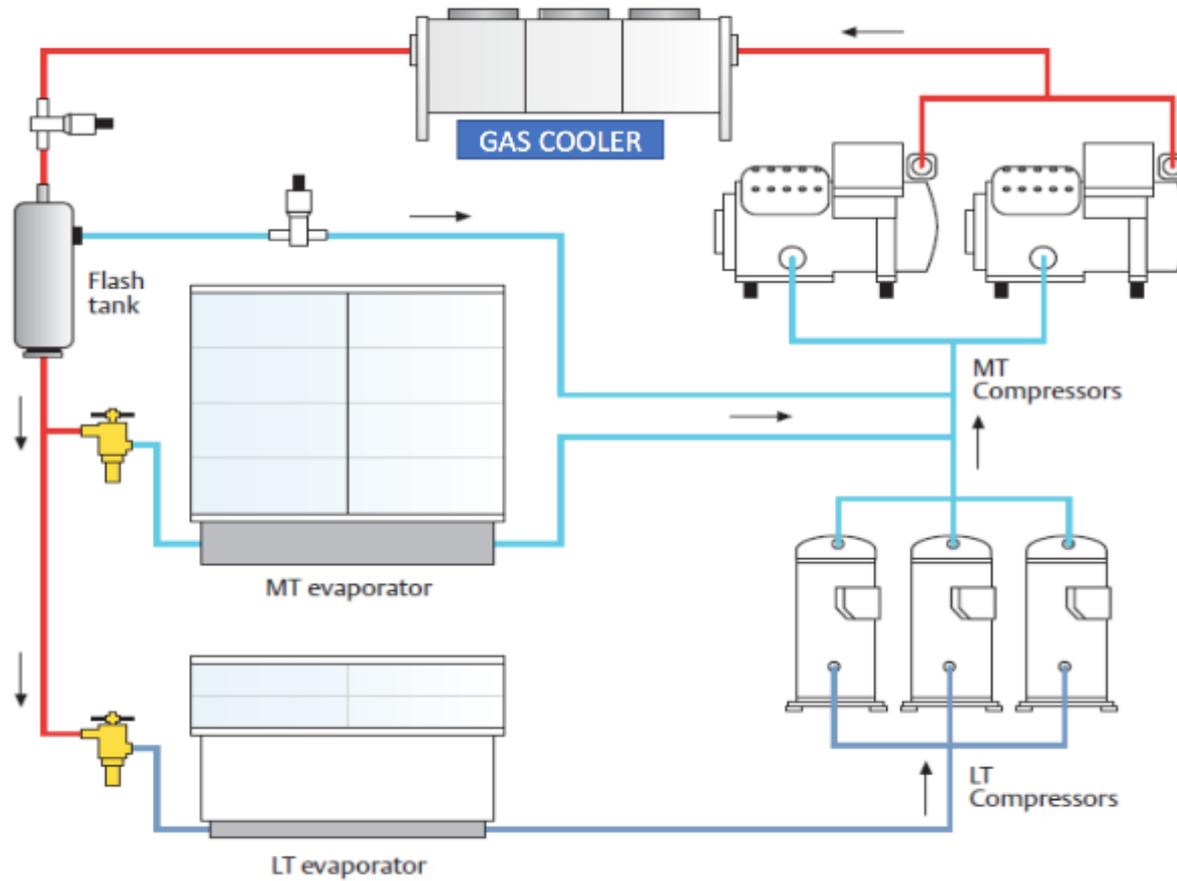
Los sistemas transcíticos, al igual que los sistemas subcríticos, evaporan el CO₂ debajo de su punto crítico. Sin embargo, en estos sistemas, la descarga de presión del compresor es muy alta y por encima del punto crítico. Esto hace que, en consecuencia, el fluido sobrecalentado deba ser constantemente enfriado en un enfriador de gas, en vez de enfriar y condensarlo a líquido, como en un ciclo subcrítico. El fluido comprimido y refrigerado recibe una reducción en presión por debajo del punto crítico donde una parte del fluido se condensa en líquido para ser alimentado en el evaporador.

Se controla la presión del enfriador de gas para conseguir una capacidad óptima o una eficiencia óptima. Se incorporan dos válvulas adicionales para el control del enfriador de gas y las presiones intermedias:

- La válvula de control de presión en el enfriador de gas (válvula reguladora de alta presión) controla la presión en el enfriador de gas. Es una válvula reductora de presión, controlada por la presión del R744 en el enfriador de gas y la temperatura de salida.
- La válvula de presión del separador (llamada también válvula reguladora de presión media o válvula de flash gas) controla la presión del refrigerante en el separador y el líquido asociado en la línea de distribución. Se controla con la presión del separador. El separador también se llama tanque flash

R744 (CO₂)

TRANSCRITICAL CO₂



Impinc.ca



R744 (CO₂)

SISTEMAS CO2

- Sistemas en Cascada
- Sistema en Cascada R134a expansión seca MT y CO2 para BT
- Sistema en cascada de refrigerante natural o HFC con glicoles PG para MT y CO2 expansión seca BT
- Sistema en cascada refrigerante natural/HFC con CO2 bombeado para MT y expansión seca BT
- Sistemas Booster de CO2
- Sistema Booster de CO2 sencillo
- Sistema Booster de CO2 avanzado con des-recalentador, con compresor paralelo, con subenfriador de CO2, con recuperación de calor
- Sistema Booster de CO2 con eyector

R744 (CO₂)

SISTEMA EN CASCADA

En los sistemas subcríticos en cascada, el CO₂ se utiliza como refrigerante para la etapa de baja temperatura (temperatura de succión del compresor -30/-35° C). El calor resultante de la condensación del CO₂ se absorbe por el refrigerante en la fase de temperatura media. Este proceso tiene lugar a través de un intercambiador de calor en cascada entre los dos refrigerantes.

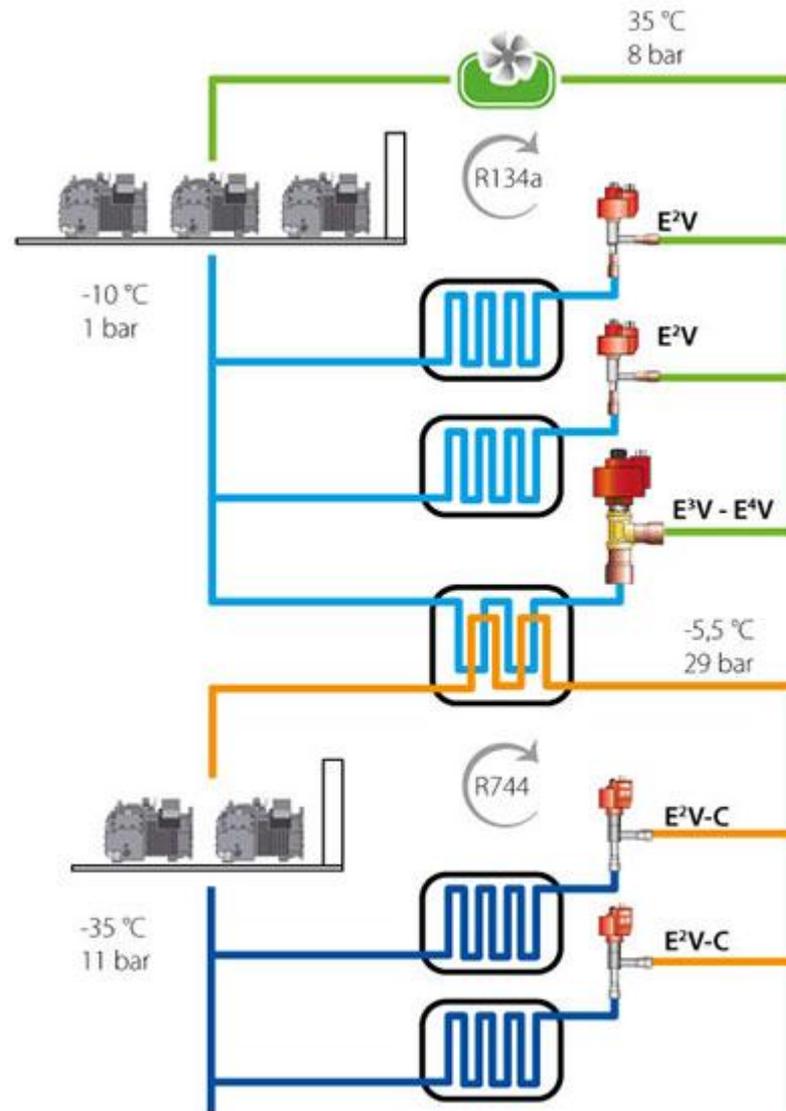
Pros:

- Sistema relativamente similar a una instalación tradicional (R404);
- Presión de funcionamiento similar a los sistemas tradicionales (max 45 barg);
- Medio contenido de gas HFC;
- Mayor eficiencia del sistema y aplicable en todos los climas.

Contras:

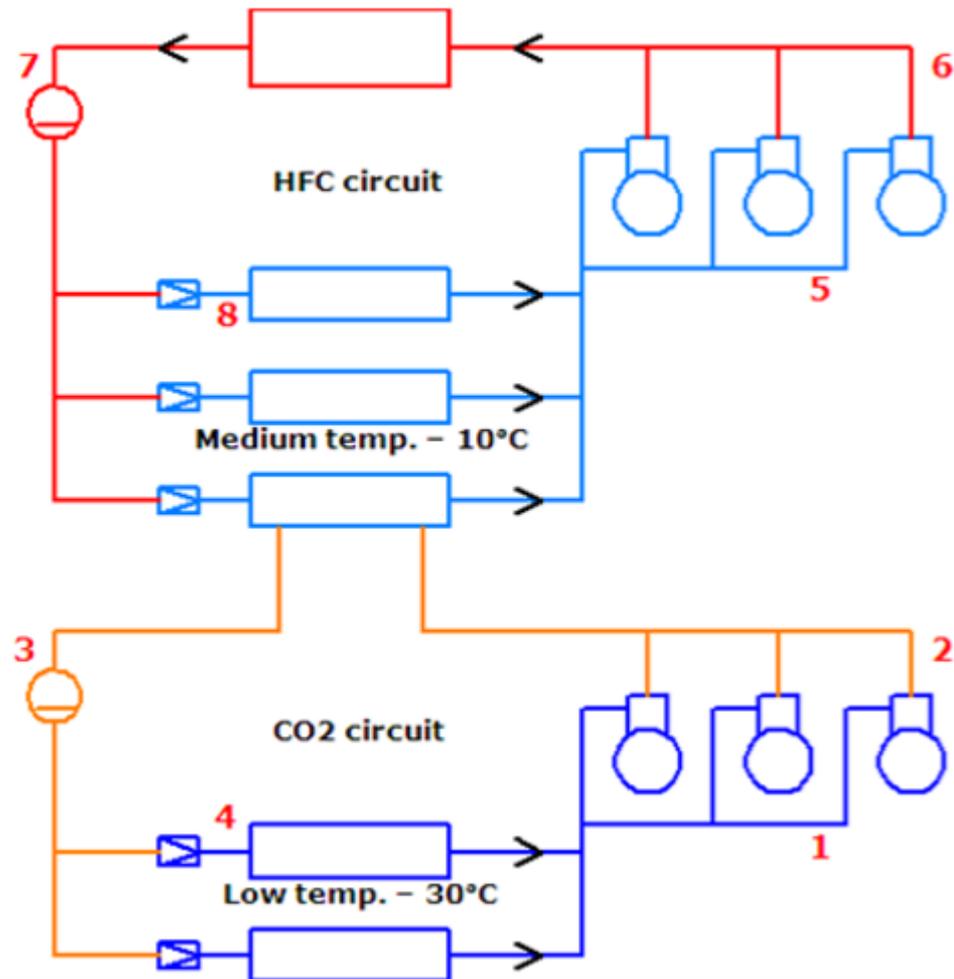
- Si no se utiliza NH₃, la instalación no es completamente "verde";
- Si se utiliza NH₃, la central de media no puede ser utilizada en todos los países para suministrar incluso a los equipos de media temperatura;
- Más atención a la presión de funcionamiento en el circuito secundario.

R744 (CO₂): Cascada

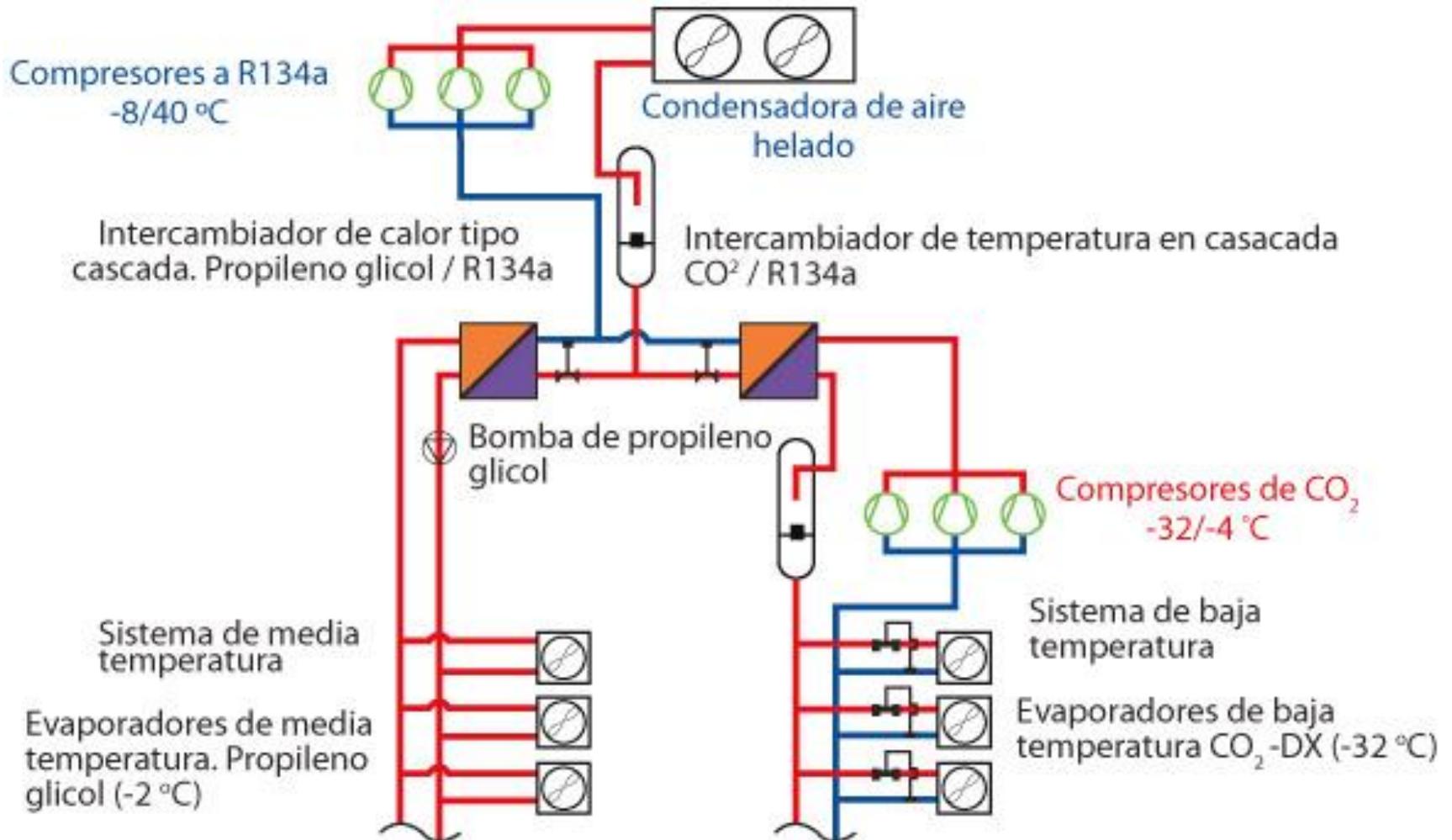


SISTEMA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Transcrítica Booster	<p>Un refrigerante</p> <p>Un sistema, menor coste</p> <p>Más eficiente que HFC en climas medios</p>	<p>Baja temperatura necesita compresión en dos etapas</p> <p>Fallo en sistemas acoplados afecta media y baja temperatura</p> <p>Presiones de funcionamiento elevadas</p> <p>Menor eficiencia respecto a sistemas HFC en zonas cálidas</p>
Cascada	<p>Dos sistemas simples</p> <p>Baja temperatura con bajo R744, media temperatura con refrigerante HFC</p> <p>Componentes estándar de HFC para media y baja temperatura</p> <p>Mejor eficiencia en climas cálidos</p>	<p>Uso de dos refrigerantes aunque se puede usar el R744 en la etapa de alta</p> <p>La diferencia de temperatura en el intercambiador de calor reduce la eficiencia ligeramente en los sistemas de baja temperatura</p> <p>Fallo del sistema afecta a media y baja temperatura</p>
Segundo (bombeado)	<p>Uso de R744 como fluido secundario usando el calor latente, bajo consumo de bombeo</p> <p>Sistema enfriador simple para lado de alta (enfriadores separados para media y baja temperatura)</p> <p>Trabaja con presión constante sin picos de presión</p> <p>Se puede combinar con baja y media temperatura, el sistema de bombeado en media temperatura usando R744 combinado con un sistema booster de baja temperatura</p> <p>El enfriador puede usar HC o HFC de bajo GWP</p>	<p>Las diferencias de temperatura en el intercambiador de calor reduce ligeramente la eficiencia</p> <p>Necesita bombas para R744</p> <p>El tamaño de las bombas no se encuentra fácilmente y es poco conocido entre muchos ingenieros de frío</p>

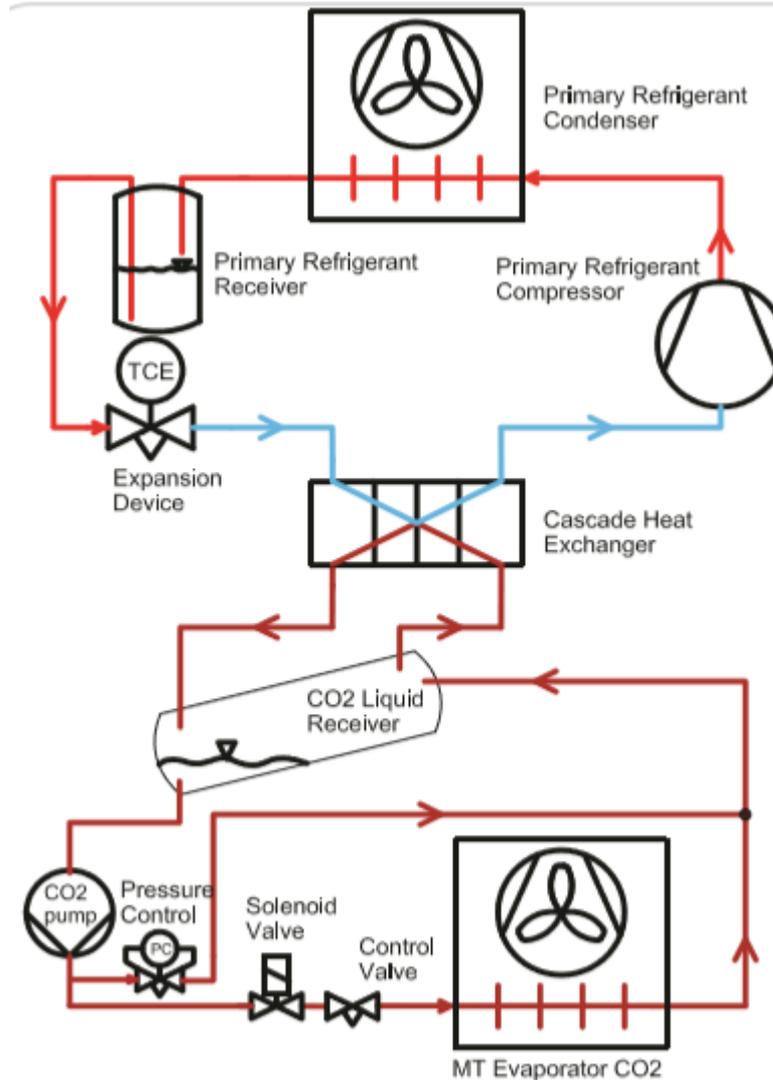
R744 (CO₂): Cascada



R744 (CO₂): Cascada



R744 (CO₂): Sistemas secundarios



R744 (CO₂): Booster

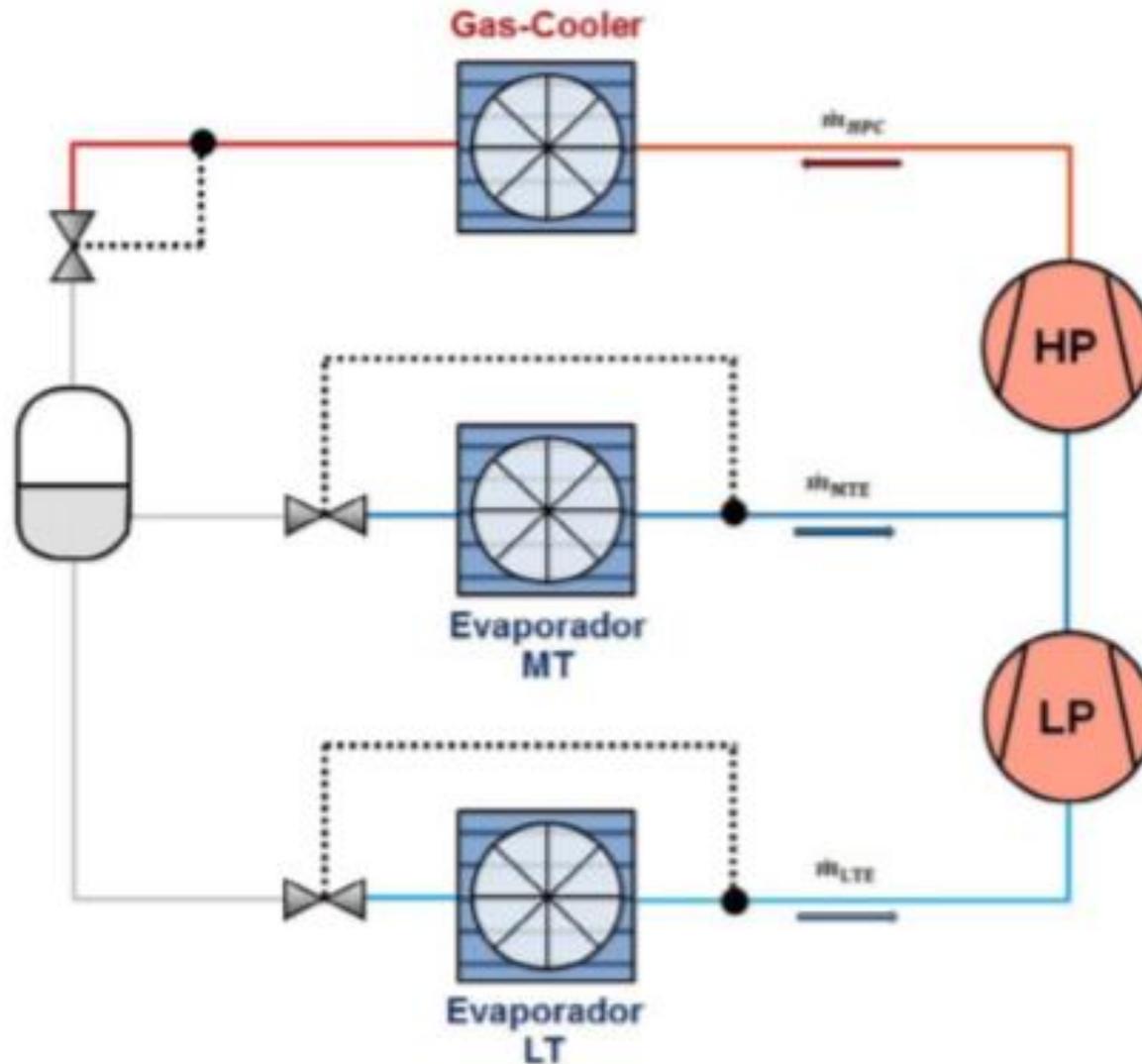
PROBLEMAS BOOSTER TRANSCRITICO DE CO2

- Baja eficiencia en climas cálidos ($T^a > 30^{\circ}\text{C}$)
- Sistemas más complejos

MEJORAS BOOSTER TRANSCRITICO DE CO2

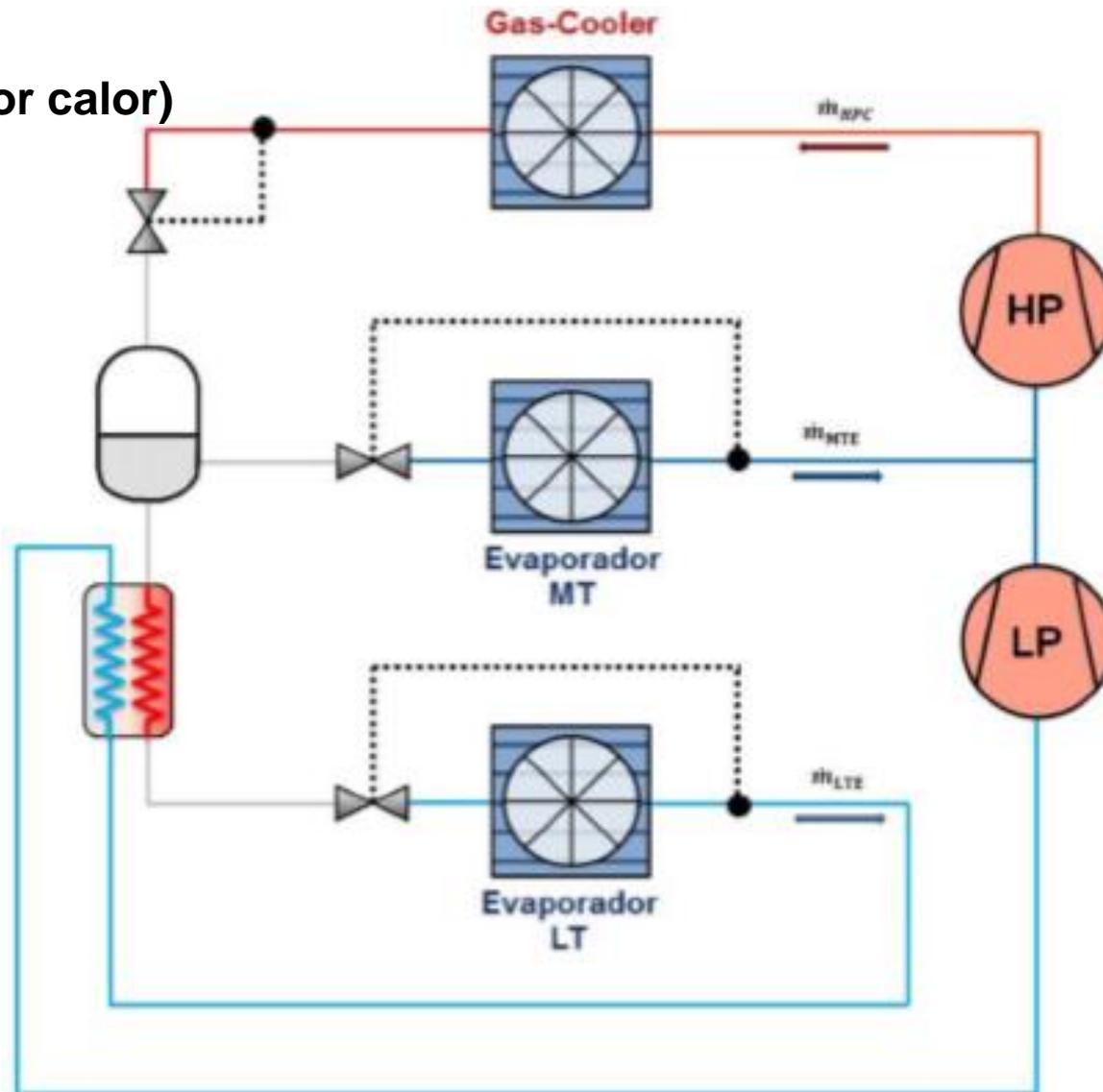
- Sistemas con IHX e inyección de vapor.
- Compresión paralela
- Sistema de subenfriamiento
- Eyectores

R744 (CO₂): Booster



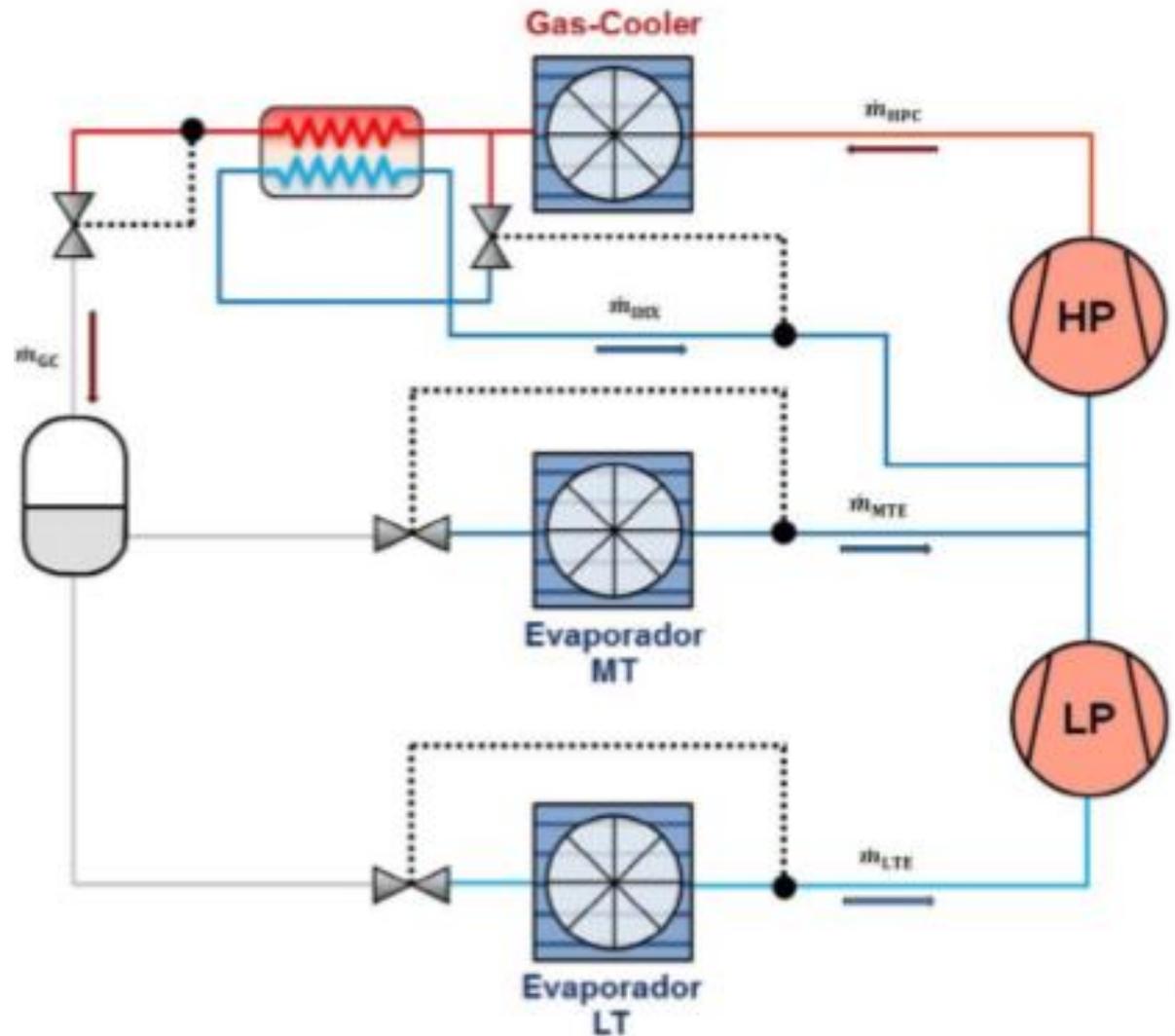
R744 (CO₂): Booster

IHX ciclo baja
(intercambiador calor)



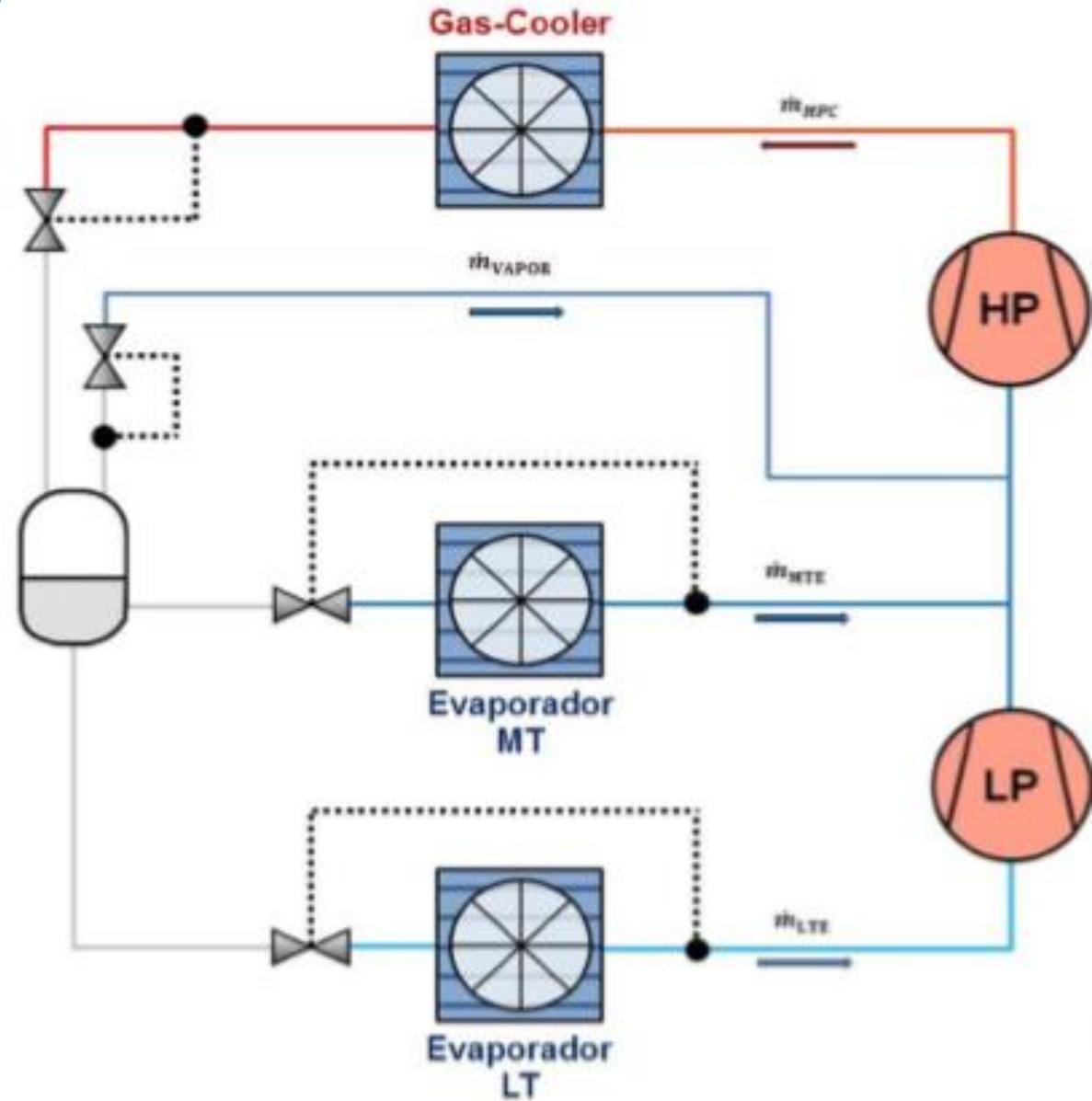
R744 (CO₂): Booster

Subcooler e inyección
entre etapas



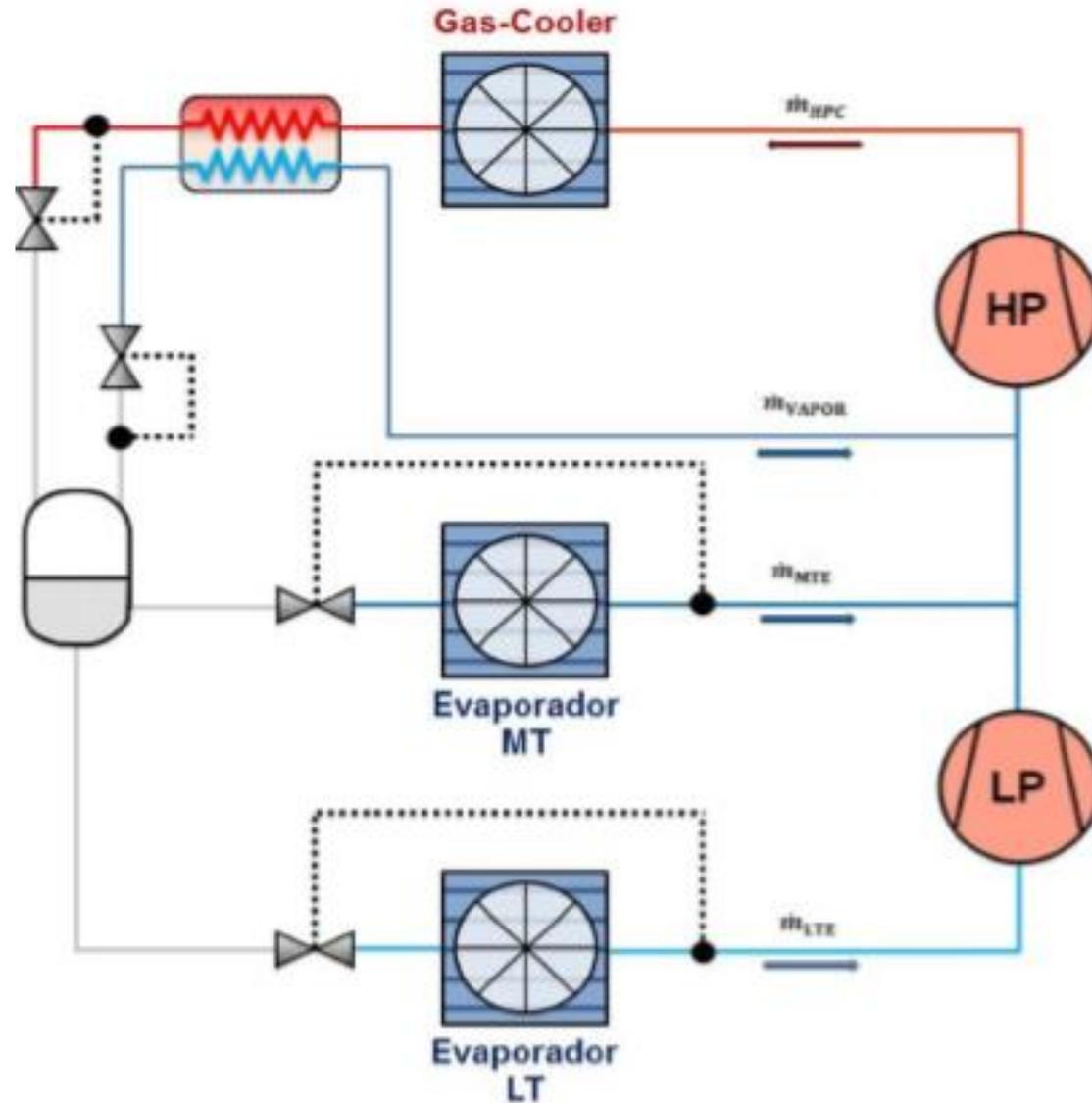
R744 (CO₂): Booster

Inyección vapor entre etapas



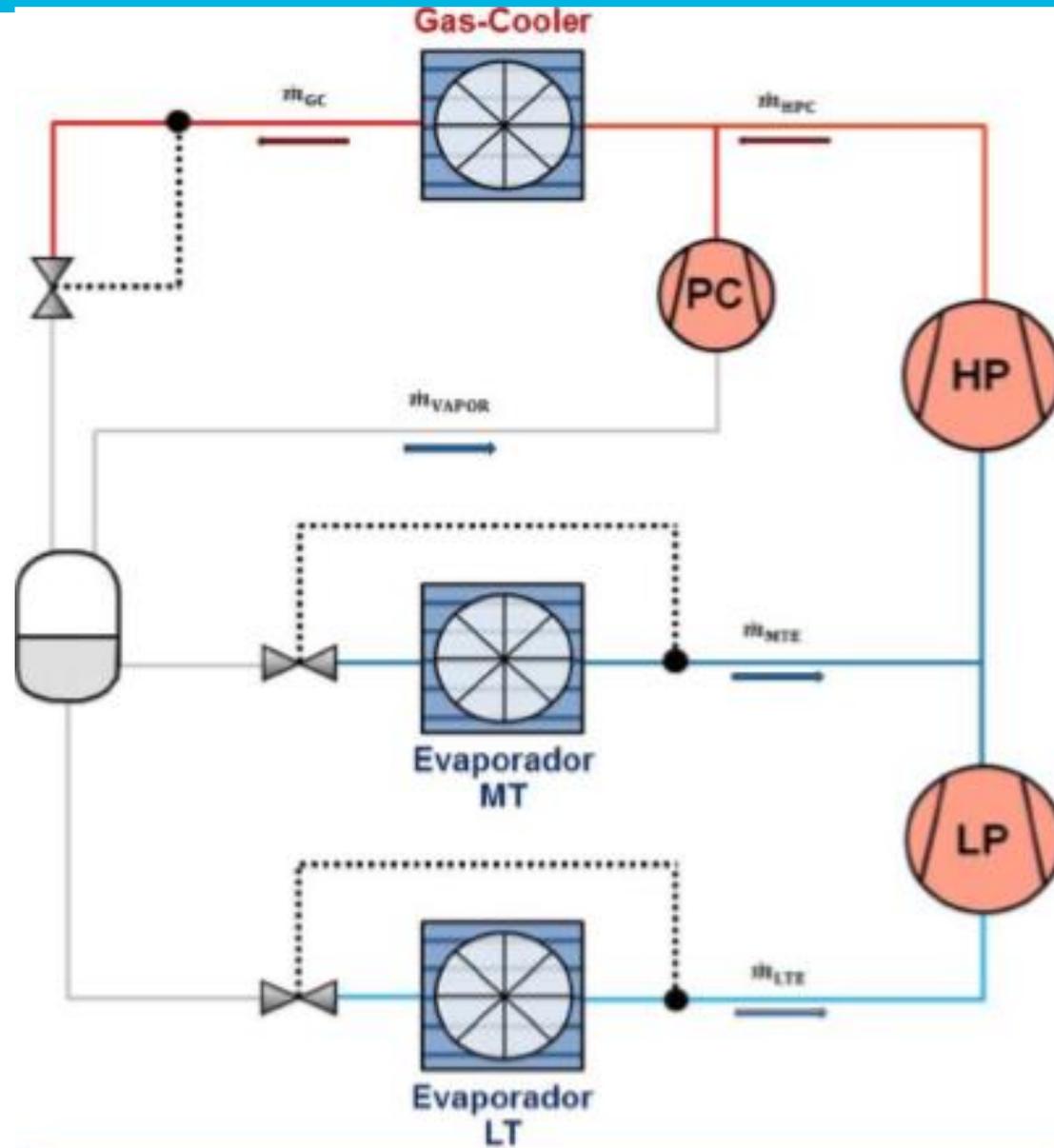
R744 (CO₂): Booster

Inyección vapor
entre etapas + IHX



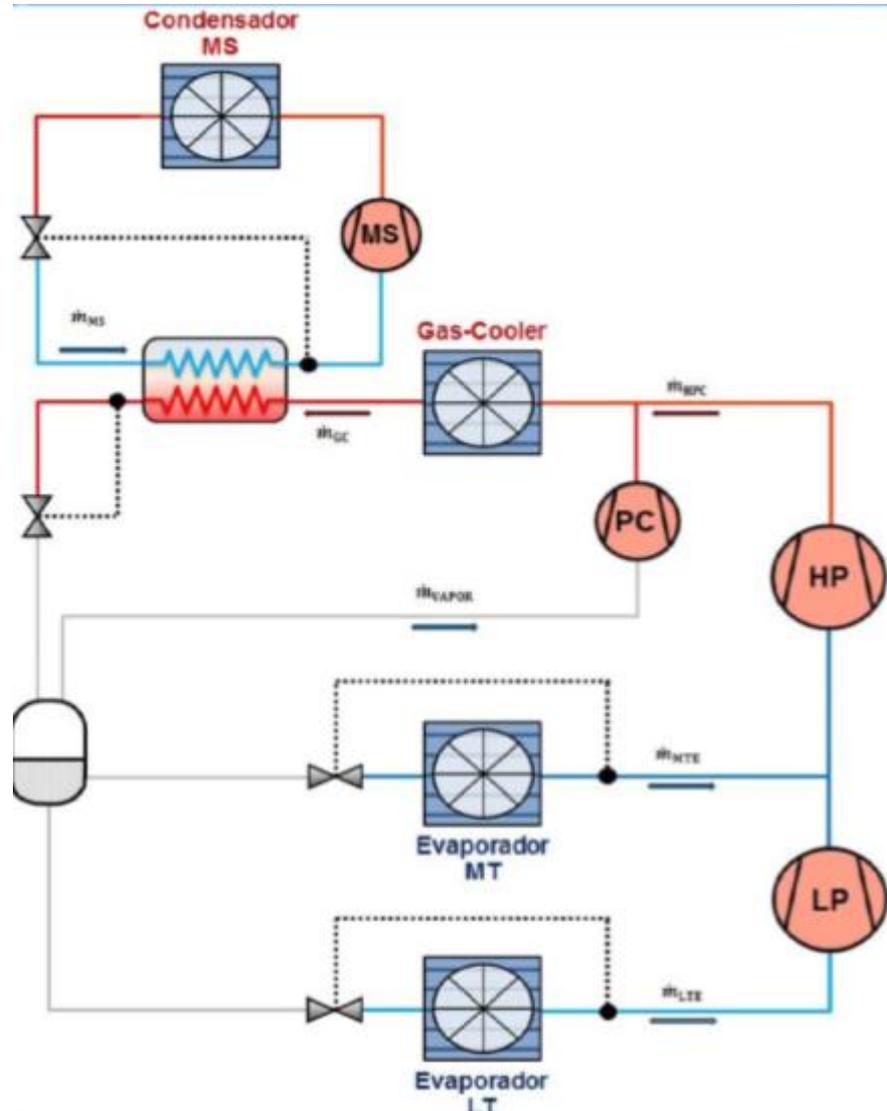
R744 (CO₂): Booster

Compresión paralela



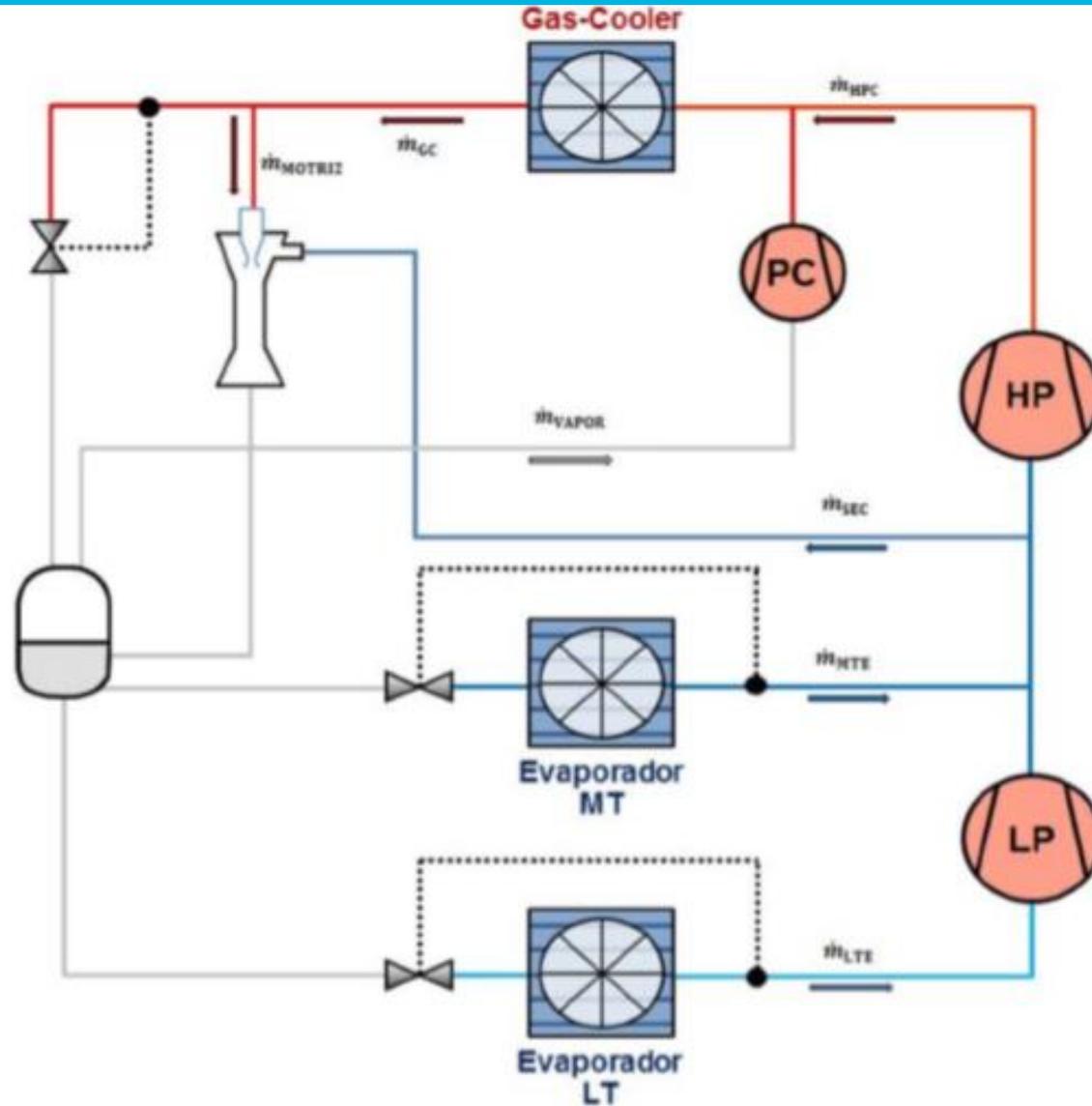
R744 (CO₂): Booster

Subenfriamiento
mecánico + CP

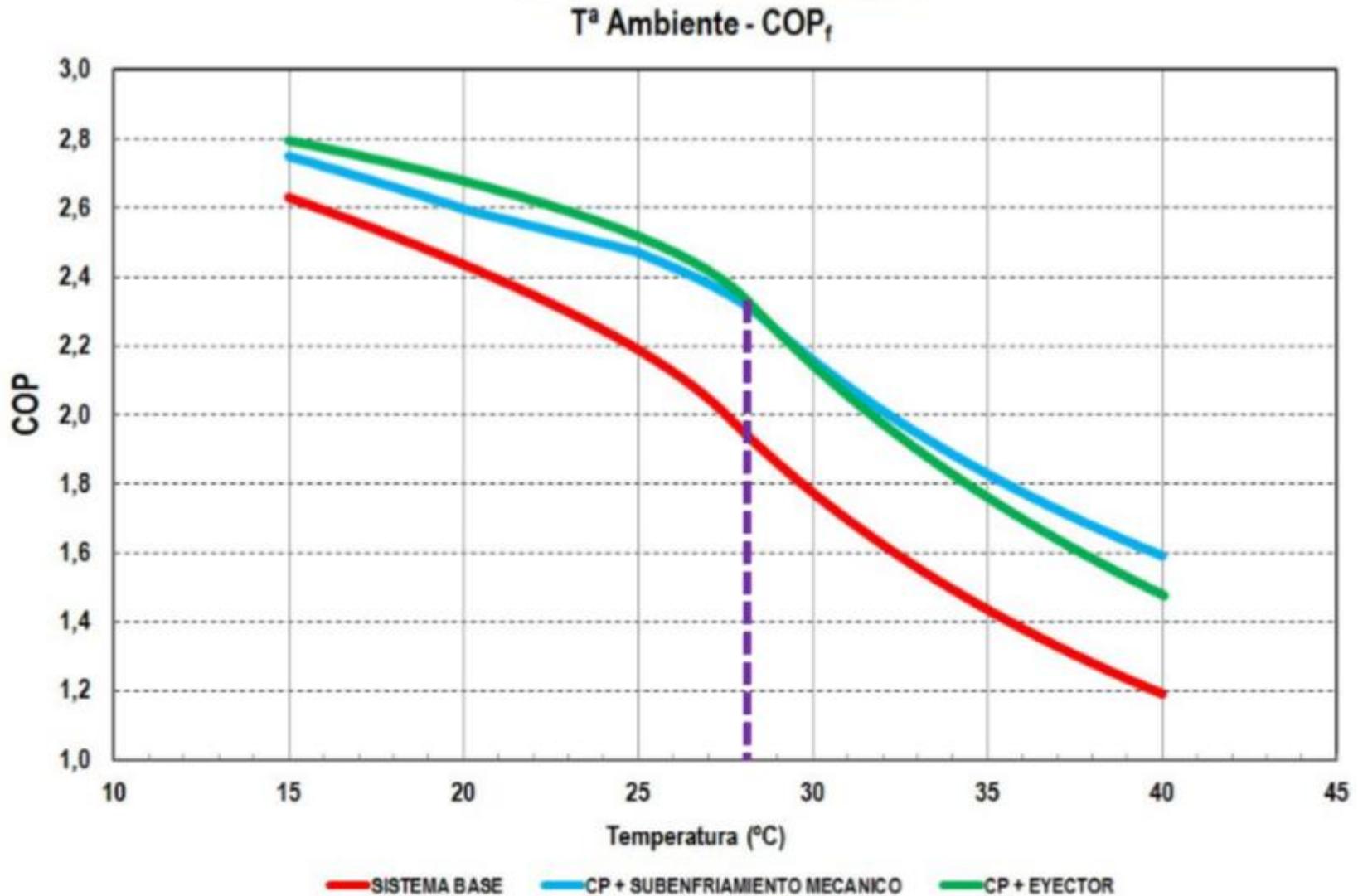


R744 (CO₂): Booster

Ejector+ CP



R744 (CO₂): Booster



R744 (CO₂): Booster

- **Sistema booster transcritoico con CO2 competitivo en climas cálidos.**
- **Muy recomendable el subenfriamiento mecánico para climas cálidos, así como la compresión paralela.**
- **Uso del eyector en cualquier tipo de clima.**
- **Necesidad de eyectores con capacidad variable.**

Gracias por su
atención

