

CONGRESO SOBRE TECNOLOGÍAS DE REFRIGERACIÓN

TECNOFRÍO '19

16 Y 17 DE OCTUBRE DE 2019

CO₂ BOMBEADO
Eficiencia energética
Consideraciones

José Enrique de Corral



Fundación de la Energía
de la Comunidad de Madrid



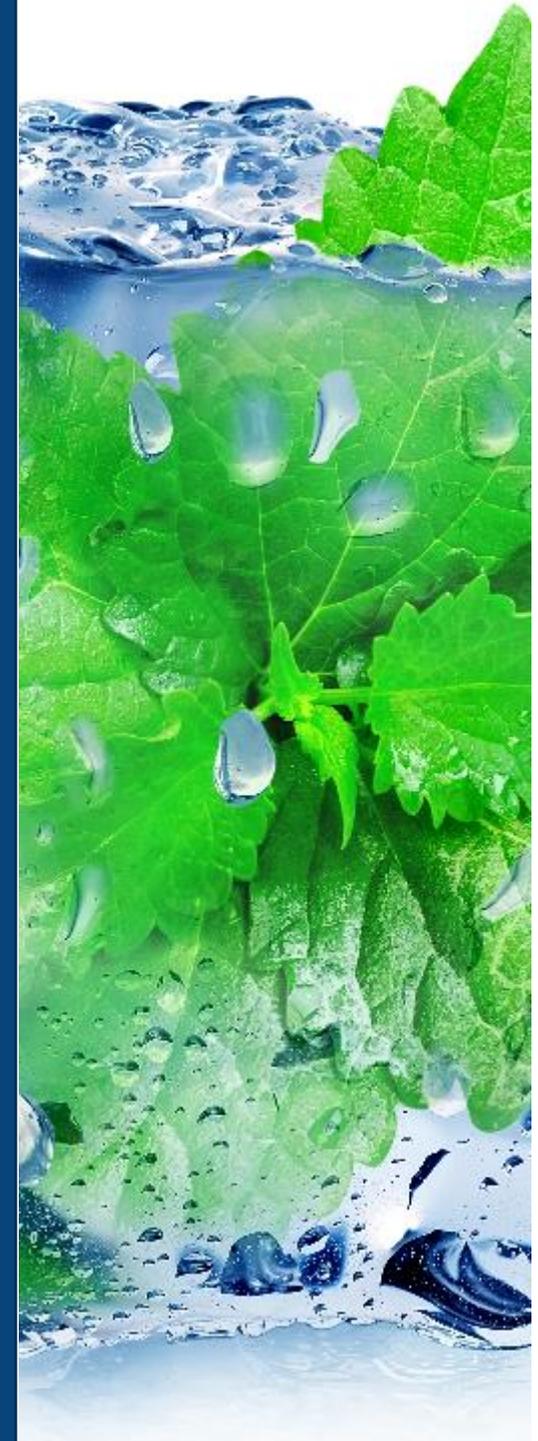
Asociación Técnica Española
de Climatización y Refrigeración



**Comunidad
de Madrid**

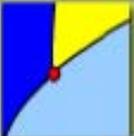
ÍNDICE:

- Principales características del CO₂
- Comparativa de sistemas
 - CO₂ transcrito
 - CO₂ bombeado
- CO₂ como refrigerante secundario
- Consideraciones de ahorro energético
 - Alto factor de transferencia de calor
 - Tamaño de las tuberías
 - Potencia de bombas
- Ejemplo de cálculo : Consumo de energía
- Ventajas del CO₂ utilizado como refrigerante secundario
- Comparativo de ahorro energético del CO₂ como refrigerante secundario vs. agua glicolada



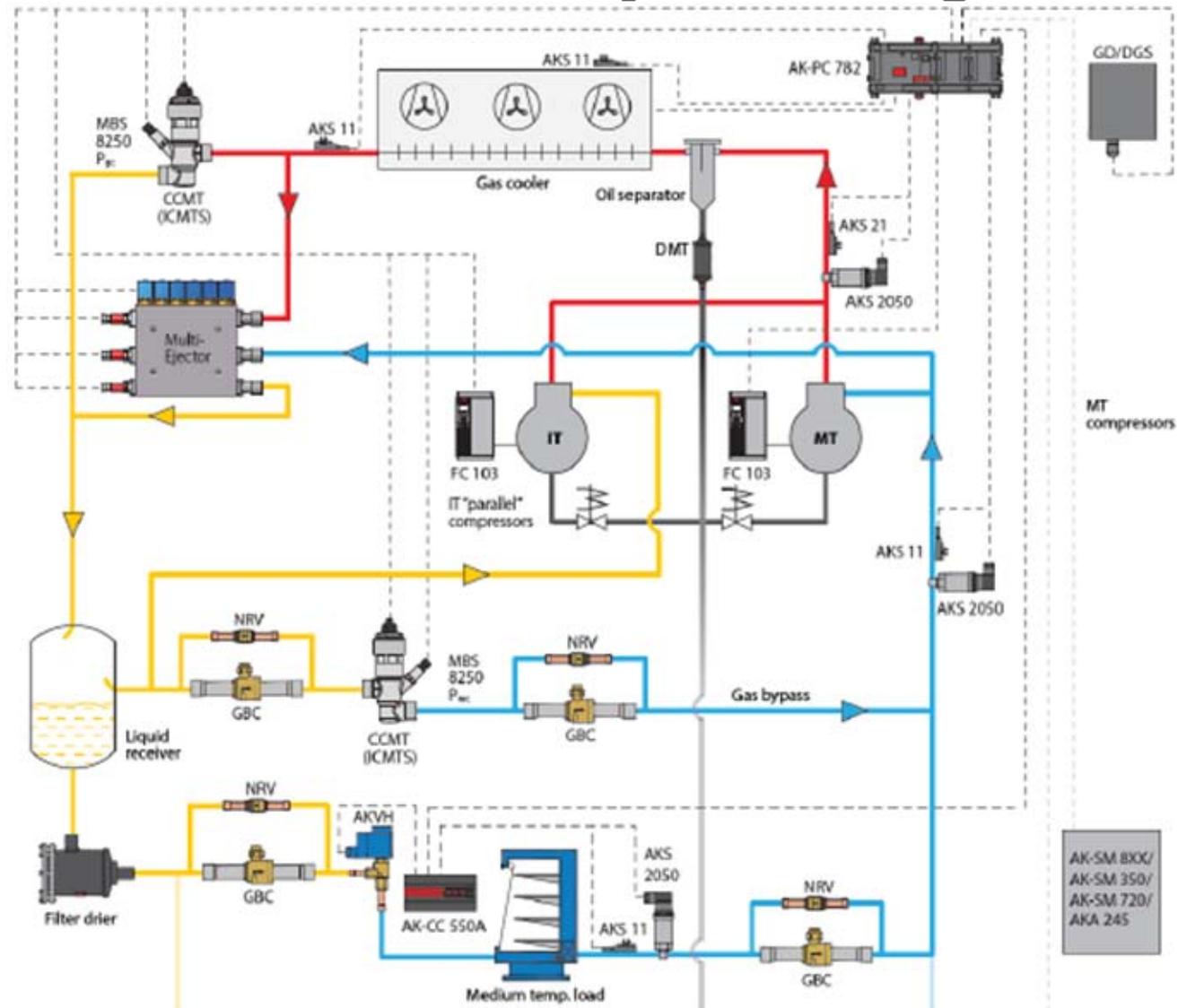


Principales características del CO₂

 GWP = 1 Potencial de calentamiento global	 ODP = 0 Potencial de agotamiento del Ozono								
 Punto triple elevado (-56,6 °C/5,18 bar)	 Baja temperatura crítica (31 °C/73,8 bar)								
 No tóxico (EN 378)	 No inflamable								
 Altas presiones 1 Kelvin = 1 bar El efecto de las pérdidas en línea es muy limitado	 Baja viscosidad								
Gas de alta densidad <ul style="list-style-type: none">Los intercambiadores de calor desarrollan una elevada eficienciaLa diferencia de temperatura entre el CO₂ y el aire es muy pequeña	Dimensiones relativas de las tuberías para proporcionar la misma capacidad: <table border="1"><thead><tr><th></th><th>R134a</th><th>R22</th><th>CO₂</th></tr></thead><tbody><tr><td>Línea de aspiración seca</td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table>		R134a	R22	CO ₂	Línea de aspiración seca			
	R134a	R22	CO ₂						
Línea de aspiración seca									

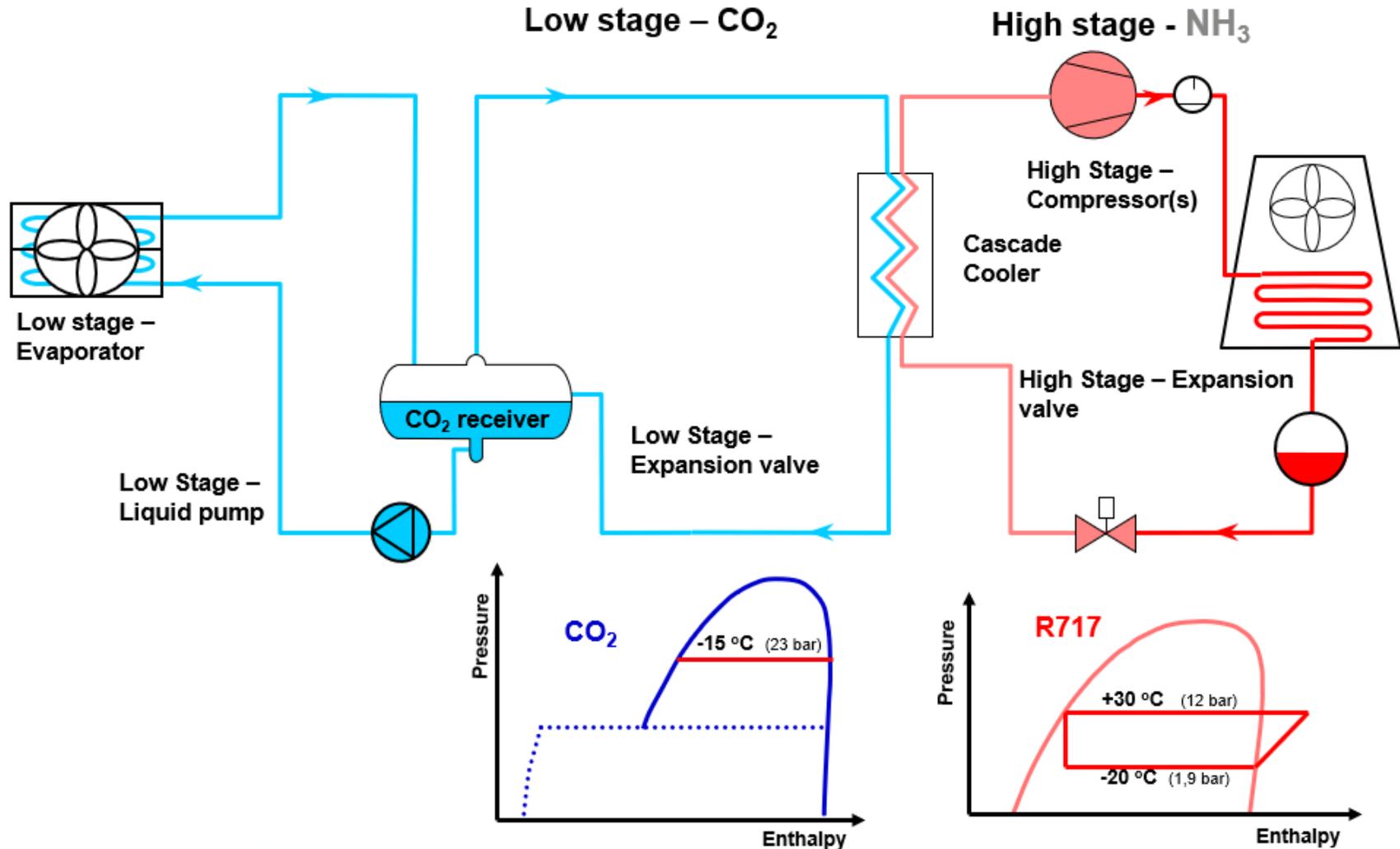


Sistema Booster + Eyector de gas



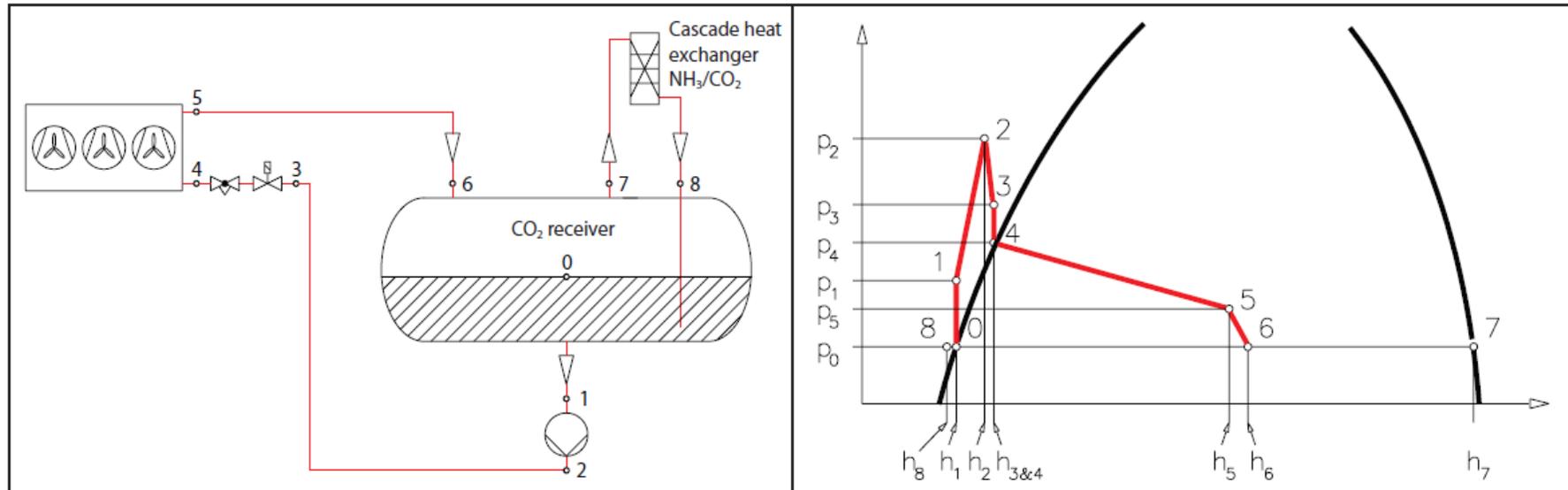


CO₂ – NH₃ - Sistema de “salmuera”





CO₂ como refrigerante secundario



Principle CO₂ secondary system and the process in log P-H diagram

- 1 Líquido CO₂, línea de succión de la bomba
- 2 Líquido CO₂, línea de impulsión de la bomba
- 3-4 Pérdida de carga de los distintos componentes
- 5 Salida del evaporador, mezcla de líquido/gas CO₂ (tasa de recirculación > 1)
- 6 Entrada de CO₂ al separador
- 7 Salida de vapor CO₂ al condensador (por ejemplo PHE)
- 8 Líquido condensado CO₂



Consideraciones de ahorro energético

Alto Factor de Transferencia de Calor

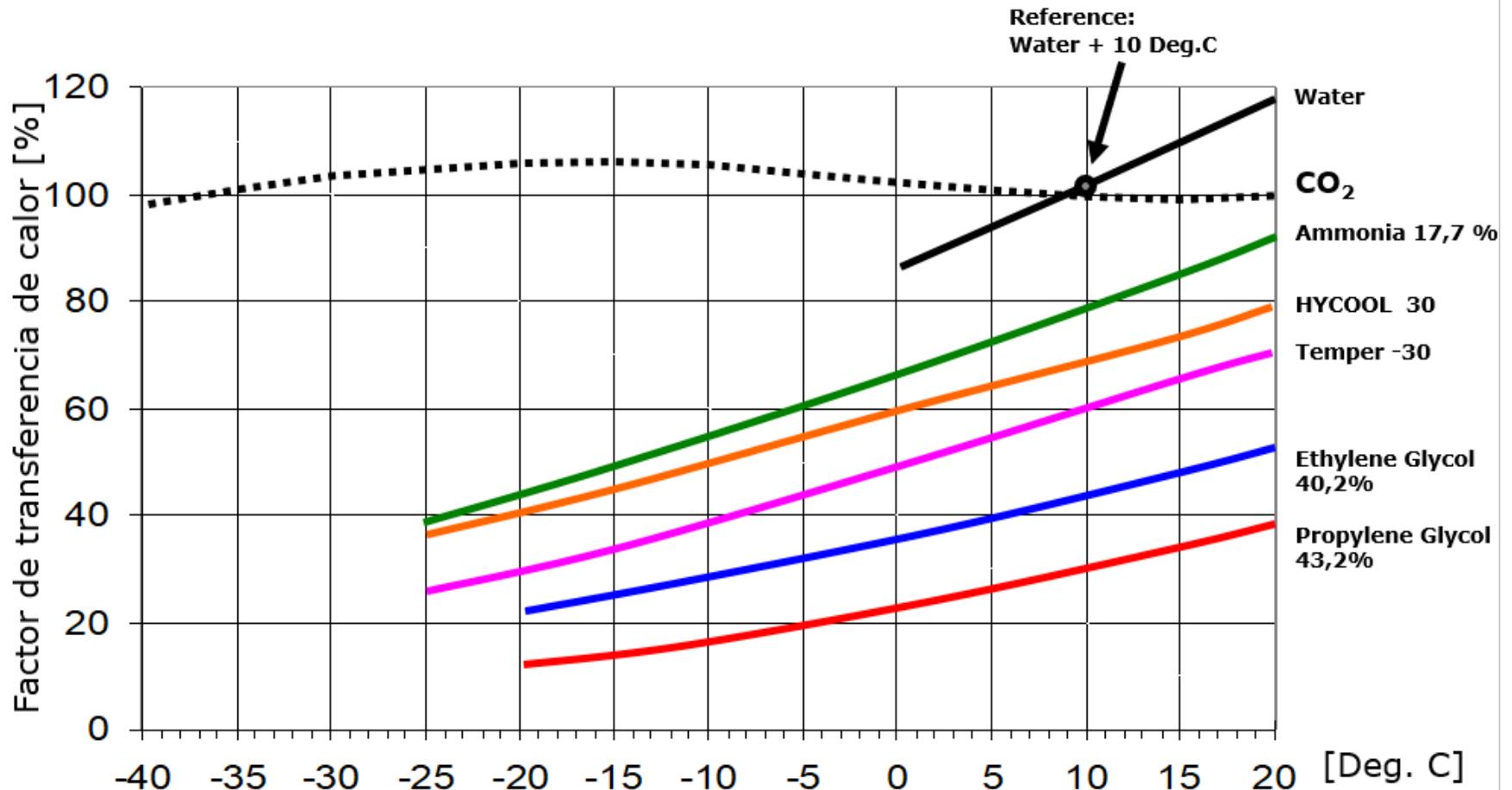


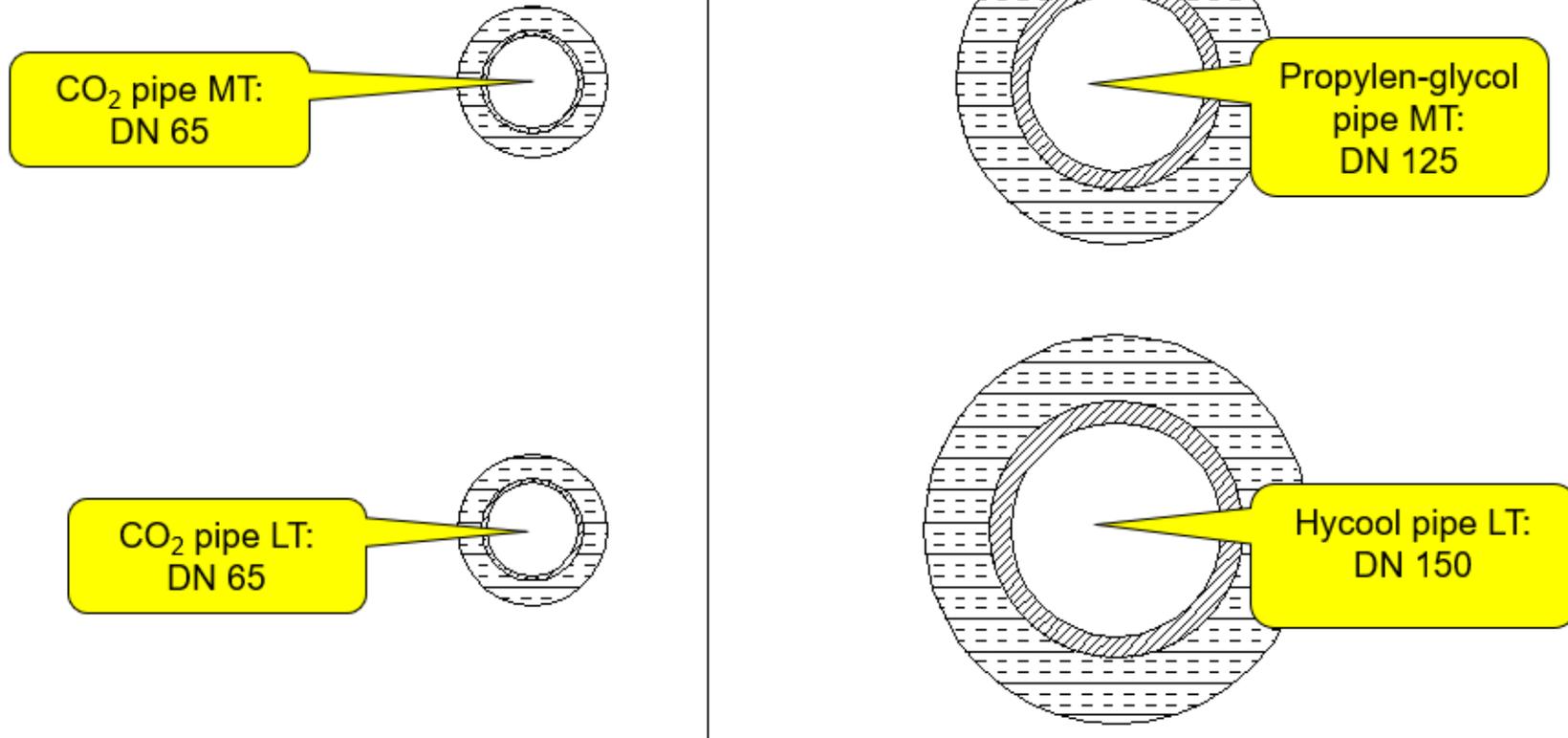
Fig 2.

El factor de transferencia de calor expresa la relación entre el coeficiente de transferencia de calor y la temperatura de refrigeración.



Consideraciones de ahorro energético

Reducción de tamaño de tuberías y aislamiento



- El tamaño reducido de las tuberías implica una menor radiación de calor al sistema



Consideraciones de ahorro energético

Ejemplo de comparativa de potencia de bombeo

	Power [kW]	
	-10°C	-20°C
Medium temperature		
CO2	0,97	0,85
CaCl2	13,34	14,22
Hycool	16,02	16,15
Ethylene Glycol	15,87	18,8
Propylene Glycol	14,03	16,68

Comparación de potencia de bombeo
(mismas condiciones de presión y de carga)



CO2 bombeado

Ejemplo de cálculo : Consumo de energía

	CO2	<u>Propylen Glycol</u>	CO2	<u>Hycool</u>	
Air temperature	0	0	-20	-20	°C
Qo	500	500	500	500	kW
to	-7,0	-9,5	-28,0	-32,0	°C
Additional heat gains, %	7%	10%	9%	12%	
Additional heat gains, kW	35	50	45	60	kW
P pumps	1	14	1	16	kW
Qo adjusted	536	564	546	576	kW
P compressors	130	140	251	306	kW
P pumps	1	14	1	16	kW
Total install (kW)	131	154	252	322	kW
CO2 saving, %	15%		22%		



Ventajas del CO₂ utilizado como refrigerante secundario

- Ahorro energético:
 - Reducción de la energía de bombeo
 - Incremento de la presión de aspiración en compresores
(menor diferencial de temperatura (dT) en los evaporadores de aire y en el intercambiador de calor de cascada)
 - Reducción de las pérdidas por radiación en las tuberías
- Ahorro de espacio
 - Tuberías más pequeñas
 - Recipientes más pequeños
- Mayor seguridad en la instalación y en los alimentos
 - No es tóxico
 - No es corrosivo
 - No es inflamable



Comparativo de ahorro energético del CO₂ como refrigerante secundario vs. agua glicolada

- La utilización del CO₂ como refrigerante secundario hace posible que la presión de aspiración del compresor de refrigerante primario (por ejemplo NH₃) se incremente entre 0,5 K y 4 K
- Las bombas de CO₂ ahorran aproximadamente un 90 % de energía en comparación con sistemas similares
- Basado en supuestos teóricos, el ahorro energético estimado en sistemas que utilizan el CO₂ como refrigerante secundario, puede estar en torno al 20-25 %
 - Dependiendo del tipo de Sistema utilizado, como aplicación, carga, tipo de desescarche, tipo de control utilizado, dimensionamiento de los evaporadores, nivel térmico, etc.

CONGRESO SOBRE TECNOLOGÍAS DE REFRIGERACIÓN

TECNOFRÍO'19

16 Y 17 DE OCTUBRE DE 2019

GRACIAS POR TU ATENCIÓN

joseenrique.decorral@danfoss.com



Interactúa en
RRSS con:
#Tecnofrío19

