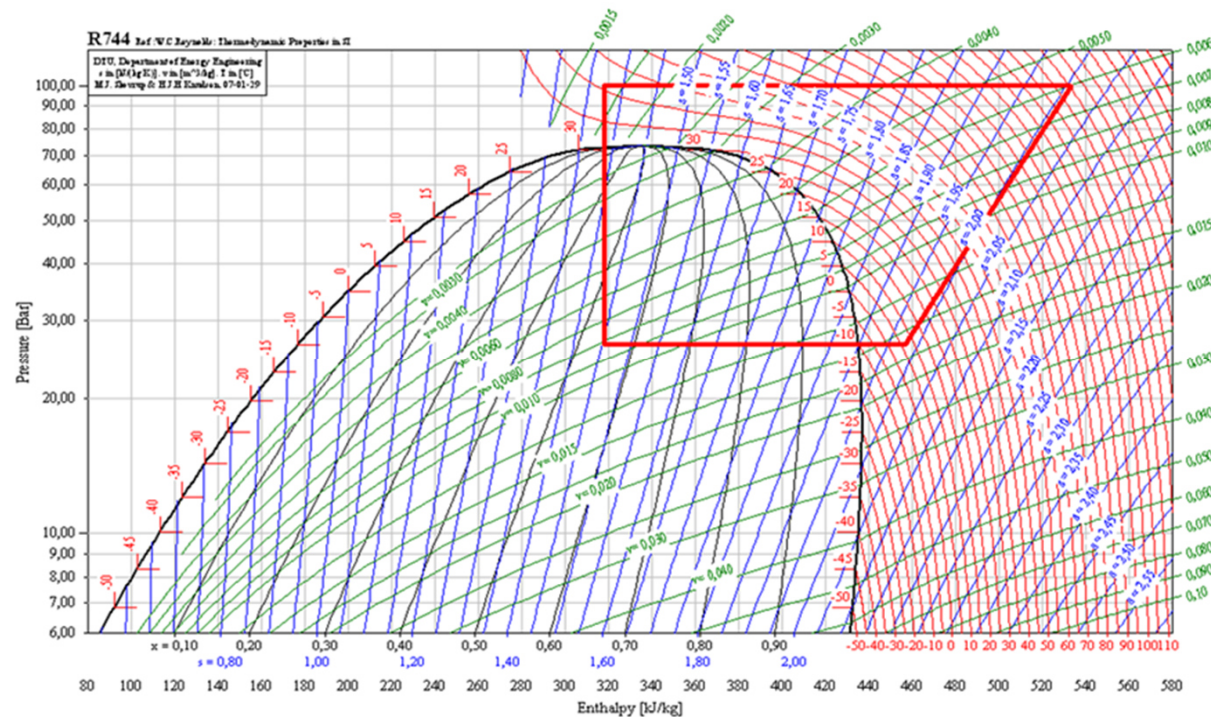


Soluciones tecnológicas para sistemas de refrigeración con CO₂ transcrito en los diferentes climas de la Península Ibérica

Autor: Albert Albert

Empresa: COLDSulting

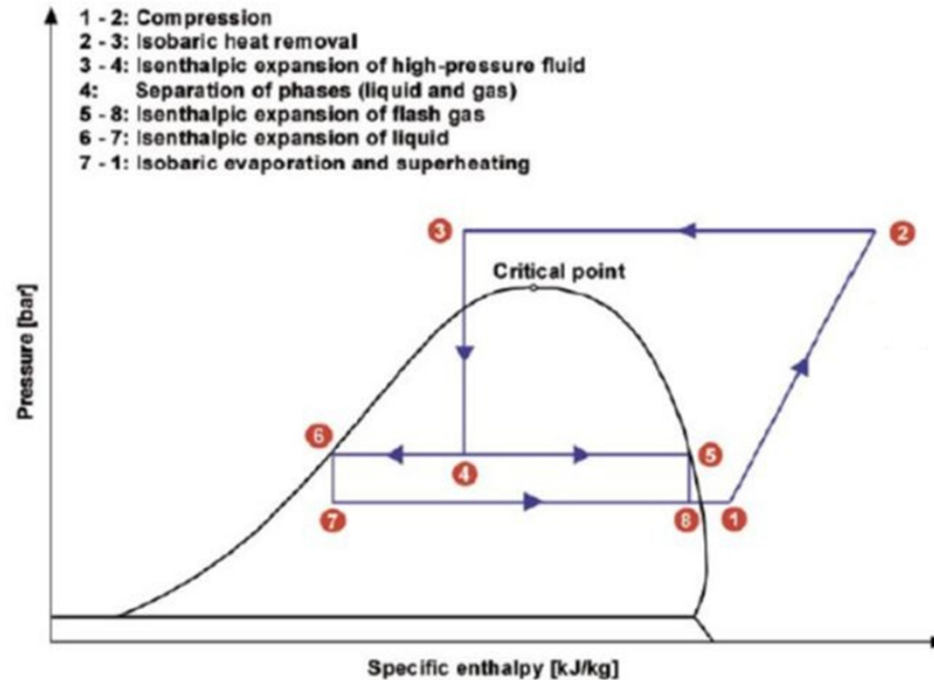
Descripción básica de un ciclo de CO2 transcrito



Transcrito: quiere decir que “atraviesa” el punto crítico.

Por tanto, transcurre por encima del punto crítico (31°C, 73.6 bar) en fase supercrítica y luego lo atraviesa, formado entonces líquido y vapor

Descripción básica de un ciclo de CO2 transcrito

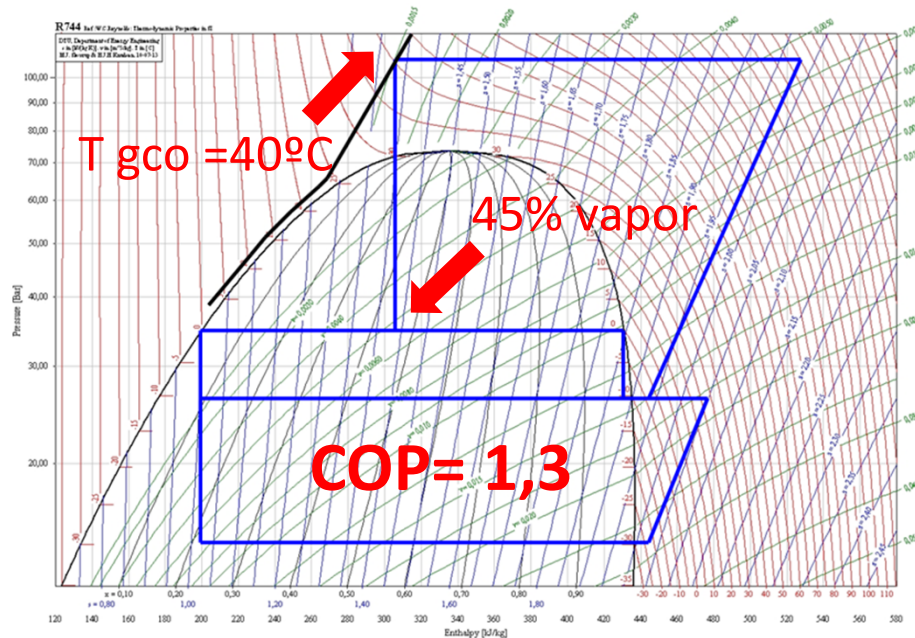


Ciclo transcrito con by-pass de flash-gas.

En este ciclo, se realiza una primera expansión para atravesar el punto crítico y crear líquido y vapor. El líquido se recoge en un recipiente de líquido y el vapor se saca del recipiente, enviándolo de nuevo a la aspiración del compresor, mediante una válvula para reducir su presión.

El compresor dedica una parte de su trabajo a “marear” gas sin efecto frigorífico.

Problemática energética de las máquinas de CO2 transcriticals en climas cálidos.



Una máquina frigorífica de CO2 transcritical trabaja en 2 modos:

- Subcrítico
- Transcricico

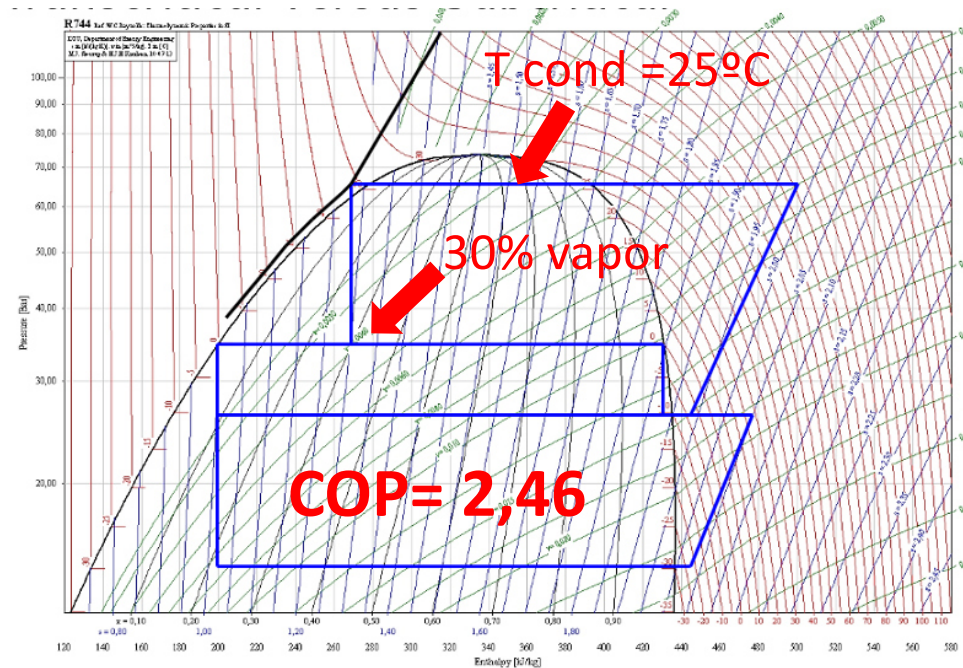
En función de la temperatura ambiente exterior.

En el clima del norte de Europa, funcionan prácticamente todo el año en modo subcrítico y sólo unas pocas horas al año en transcritical.

En el sur de Europa, como es el caso de la península ibérica, la climatología llevará a funcionamientos en transcritical durante largos periodos,

En estas circunstancias, la cantidad de vapor generado por la primera expansión del ciclo con by-pass de flash gas es muy importante.

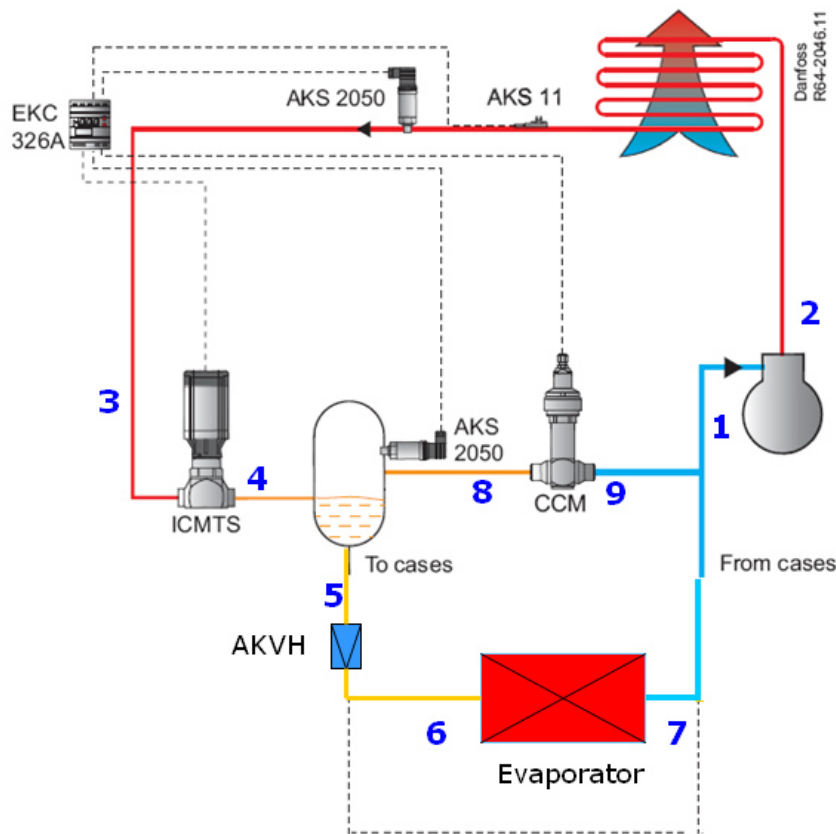
Problemática energética de las máquinas de CO2 transcriticals en climas cálidos.



Por tanto, el sistema de by-pass de flash gas para climas cálidos tiene limitaciones, ya que su COP con temperaturas elevadas se deteriora rápidamente.

De esta forma, para cualquier sistema de CO2 transcritical, el COP debe evaluarse de forma anualizada, ya que depende altamente del modo de funcionamiento (transcritical o subcritical) y, por tanto, va ligado a la curva anual de temperatura exterior.

Soluciones tecnológicas para CO2 transcrito en climas cálidos.



Las modificaciones del ciclo de by-pass de flash gas necesarias para el sur de Europa deben conseguir:

- disminuir el porcentaje generado en la primera expansión, o bien
- gestionar el vapor generado de manera más eficiente.

En esta línea, 3 soluciones tecnológicas posibles son:

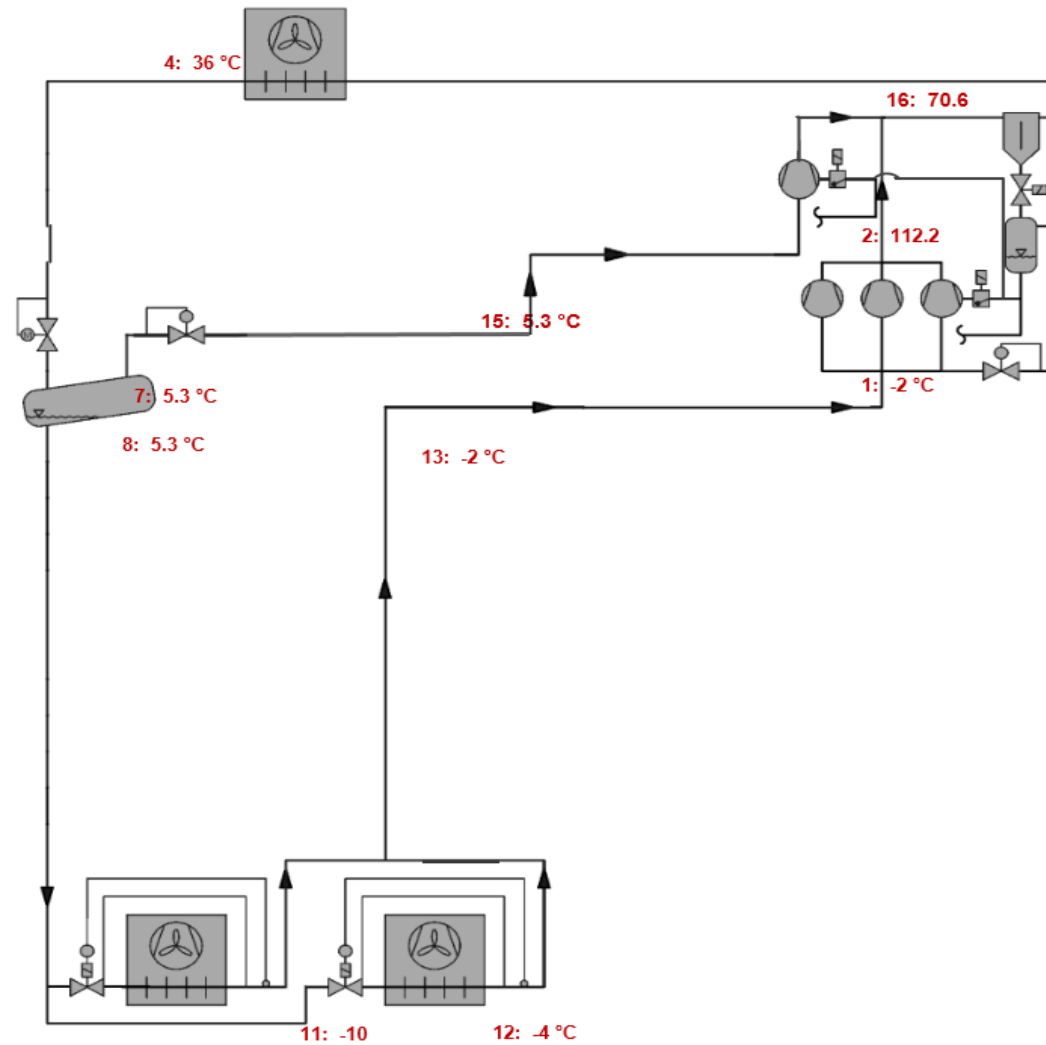
Soluciones tecnológicas para CO2 transcrito en climas cálidos.

1) El **uso de un subcooler** para enfriar el gas que sale del gas cooler: esta solución disminuye el porcentaje de vapor generado en la primera expansión transcrito. Puede hacerse con una enfriadora externa o compresores “dedicados” en la misma máquina de CO2.

2) El **uso de compresores específicos (llamados compresores “paralelos”)** para aspirar los vapores generados por la expansión transcrito. Estos compresores aspiran a la presión del recipiente, presión superior a la de los compresores de “refrigeración”, para aumentar el COP al cual se gestionan dichos vapores.

3) El **uso de dispositivos** que aprovechan una parte de la energía de la expansión transcrito, **como los eyectores** (en sus versiones de gas y líquido). Los eyectores permiten pre-comprimir una parte del caudal de CO2 que viene de los servicios gracias a la energía de la expansión transcrito, aumentando el COP global del sistema.

Soluciones tecnológicas para CO₂ transcrito en climas cálidos.



Sistema transcrito con compresor “paralelo”

Diferentes climas de la Península Ibérica

Las principales tipologías de clima presentes en la península ibérica son:

- **Clima oceánico:**

- con temperaturas generalmente suaves todo el año, y precipitaciones frecuentes.
- Predomina en Galicia, la costa cantábrica y parte oeste de los Pirineos.
- La media anual de temperatura oscila entre los 15°C en las zonas costeras y 10-12°C en zonas más interiores.

- **Clima mediterráneo-continental:**

- con temperaturas extremas, muy bajas en invierno y altas en verano.
- Precipitaciones escasas, aunque algo más abundantes en primavera y en otoño.
- Predomina en la Meseta, la depresión del Ebro y parte de Andalucía y Cataluña.
- La media anual de temperatura oscila entre los 10 y los 15°C, ya que aumenta cuando nos desplazamos hacia el sur.

Diferentes climas de la Península Ibérica

- **Clima mediterráneo:**
 - con temperaturas suaves en invierno y altas en verano.
 - Precipitaciones escasas y desigualmente repartidas a lo largo del año.
 - Predomina en la zona mediterránea, las islas Baleares y la mayor parte de Andalucía.
 - La media anual de temperatura oscila entre los 17°C de la costa mediterránea del Levante y los 20°C en el interior de Andalucía.

Diferentes climas de la Península Ibérica



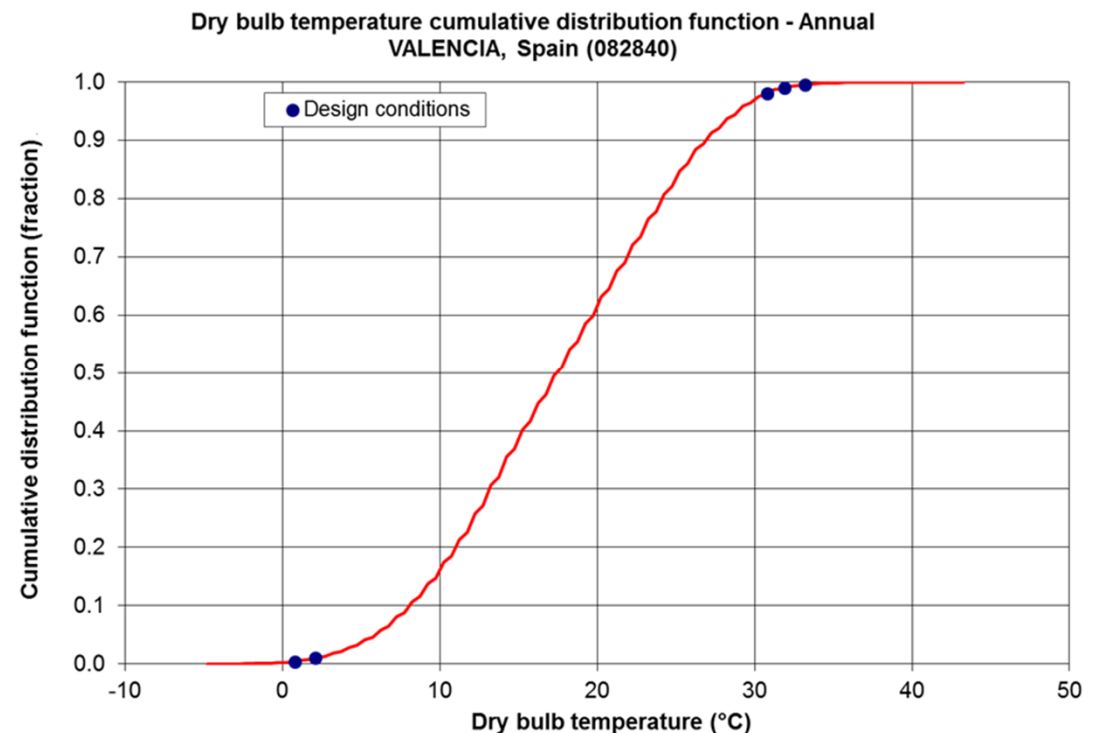
Soluciones transcriticals más adecuadas para los distintos climas de la península ibérica.

1) Clima mediterráneo:

- La mejor opción, por lo general, será el **Sistema de CO₂ transcritical con compresores paralelo y eyectores.**
- En este clima, el 40% de las horas anuales se sitúa por encima de 20°C y el 30% por encima de 23°C.

Por lo que el funcionamiento del sistema frigorífico estará en modo transcritical en la misma proporción anual.

- La temperatura de diseño para proyectos frigoríficos se sitúa en 33,2°C (Valencia)



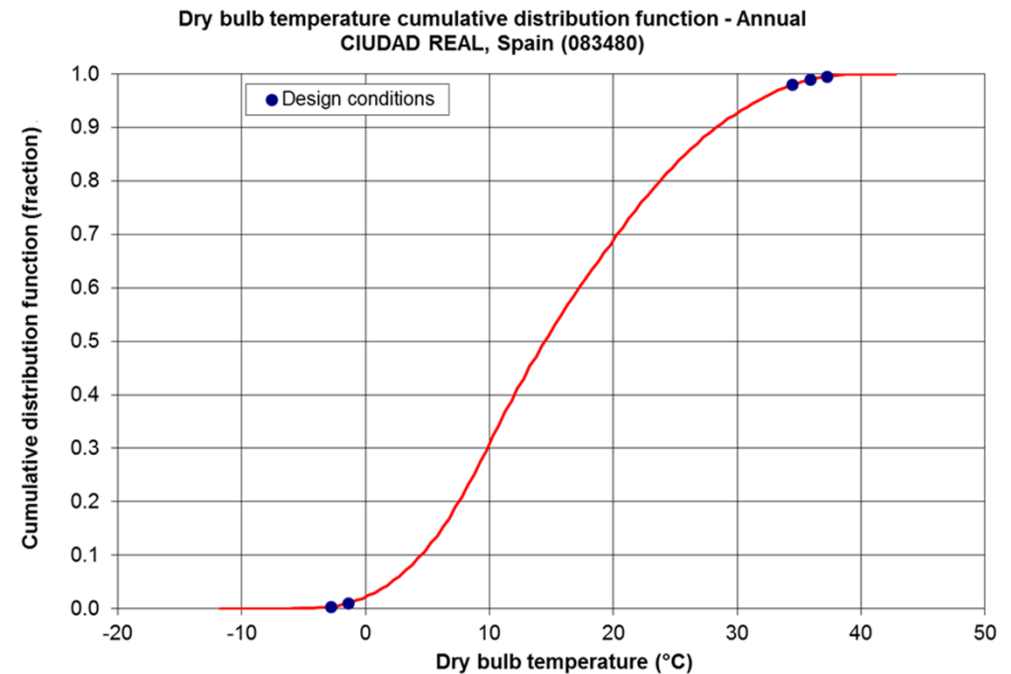
Soluciones transcriticals más adecuadas para los distintos climas de la península ibérica.

2) Clima mediterráneo-continental:

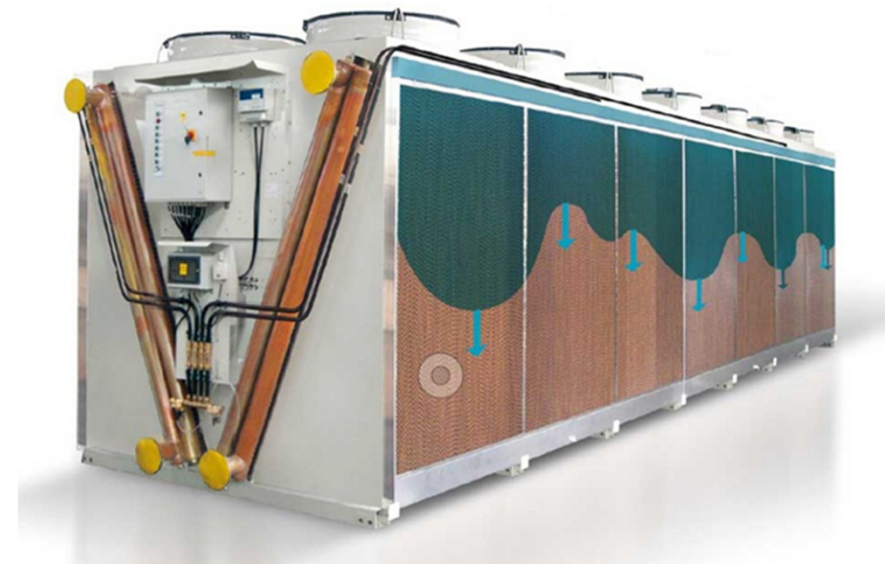
- El Sistema de CO₂ transcritical con compresores paralelos y eyectores también da excelentes resultados. En este clima, los valores de COP anual obtenidos son, en media, un 10% mejores a los obtenidos en el clima mediterráneo.

- Efectivamente, se obtiene ventaja de las bajas temperaturas invernales, lo que mejora el COP anual. En este clima, aproximadamente el 30% de las horas anuales se sitúa por debajo de 10°C, mientras que en el mediterráneo el porcentaje desciende al 15% de las horas. Por otro lado, en el mediterráneo-continental, sólo el 30% de las horas anuales está por encima de 20°C y el 25% por encima de los 23°C. Este hecho disminuye la proporción de funcionamiento anual en modo transcritical, aumentando el funcionamiento en modo subcritical.

- La temperatura de diseño para proyectos frigorificos se sitúa en 37,2°C (Albacete)



- Una **variante interesante** para el clima mediterráneo-continental es la posibilidad de utilizar **sistemas adiabáticos para el gas cooler/condensador**.
- Un sistema adiabático toma como referencia para enfriar/condensar la temperatura húmeda del aire, lo que en los casos en que la diferencia con la temperatura seca es notable, se puede pasar de funcionar en transcrítico a funcionar en subcrítico, obteniendo una mejora muy interesante del COP anual.
- Por tanto, **un diseño de instalación frigorífica con apoyo adiabático y compresores paralelos puede entregar COP anuales muy interesantes**.



Soluciones transcriticals más adecuadas para los distintos climas de la península ibérica.

3) Clima oceánico:

- En este clima, incluso un **Sistema de by-pass de flash gas** puede superar los COP anuales obtenidos con sistemas de gases fluorados. Si a este hecho le añadimos que puede existir la necesidad de recuperación de calor, el sistema de by-pass de flash gas puede ser suficiente para garantizar un rápido retorno de inversión.
- Sólo el 20% de las horas anuales está por encima de 20°C y el 10% por encima de los 23°C. El funcionamiento en modo transcritical se produce durante muy pocas al año.
- No obstante, el **uso de compresores paralelos aumentará el COP anual de forma interesante** y también pueden utilizarse **sistemas adiabáticos para momentos puntuales**.

En próximas entregas...

Las Islas Canarias: transcrito en clima subtropical

- Los sistemas transcríticos son perfectamente posibles y funcionales en las Islas Canarias siempre que sean correctamente adaptados a su clima.
- El clima subtropical propio de las Islas Canarias presenta características específicas que merecen un análisis detallado. Además, existen algunas diferencias entre las distintas islas del archipiélago que deben ser tenidas en cuenta en el diseño del sistema transcrítico.



Ingeniería / Consultoría en Refrigeración

ofrece:

- Proyectos Ejecutivos de refrigeración
- BIM (Building Information Modeling) aplicado a proyectos de refrigeración
- Direcciones de obra
- Asistencia a la puesta en marcha
- Resolución de problemas en instalaciones frigoríficas
- Legalizaciones
- Cursos de formación específicos
- Cálculo de consumo energético anual de instalaciones frigoríficas existentes / en proyecto para cálculo de OPEX: software propio **COLDergy**.

Gracias por su atención