CONGRESO SOBRE TECNOLOGÍAS DE REFRIGERACIÓN

TECNOFRÍO'18

19 Y 20 SEPTIEMBRE 2018

EL PAPEL DEL LUBRICANTE EN LA APLICACIÓN DE R-744 EN CLIMAS CÁLIDOS.

Manuel Muñoz Alonso

Shrieve

Atecyr
Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración
www.atecyr.org

Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid
www.fenercom.com

Comunidad de Madrid

Índice

1 INTRODUCCIÓN.

Miscibilidad relativa.
Solubilidad del gas en el refrigerante.
Estabilidad química.
Estabilidad Térmica.

2 QUÍMICAS DISPONIBLES PARA LUBRICANTES CON R-744

- POE. Poli-Ol-Ester.
- PAG. Poli-Alquil-Glicol.

3 MEDIDAS DE PRESIÓN-VISCOSIDAD-TEMPERATURA. DIAGRAMAS DE DANIEL.

4 CIRCUITO FRIGORÍFICO USADO COMO EJEMPLO.

5 COMPORTAMIENTO PRESIÓN-TEMPERATURA.

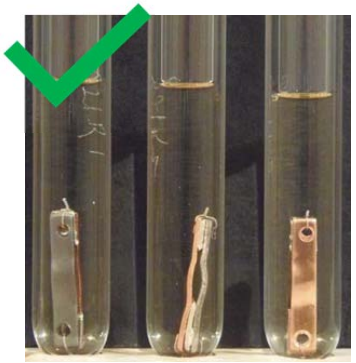
6 CONCLUSIONES.

INTRODUCCIÓN: Propiedades necesarias en un lubricante frigorífico

Miscibilidad relativa: Si la instalación se diseña para trabajar con lubricantes miscibles, y que retornen por aspiración, en el caso del R-744 quedan excluidos los hidrocarburos: MO, AB, PAO (Mineral, Alquilbencénico, Polialfaolefina). Para usar uno de estos tipos la instalación debe diseñarse exprofeso con separadores de aceite adecuados.

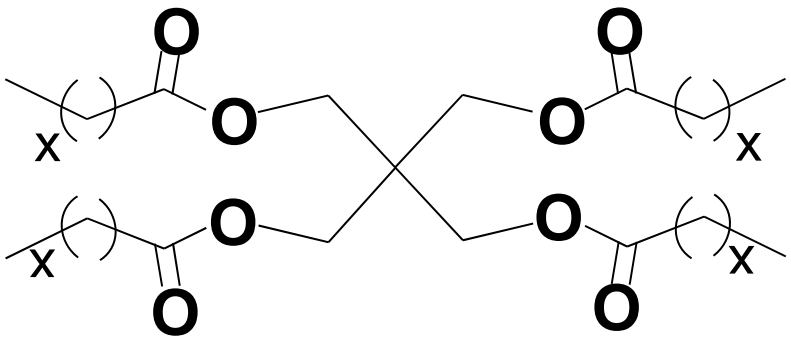
Solubilidad Gas/Refrigerante: Debe ser equilibrada. Deseable alta para buen retorno, y baja para mantener una viscosidad adecuada que proteja el compresor.

Estabilidad química y térmica: El lubricante no debe degradarse, ni reaccionar con los componentes de la instalación (elastómeros, juntas, metales, refrigerante). Ni tampoco romperse (cracking) a las temperaturas que encontrará en el circuito (descarga).

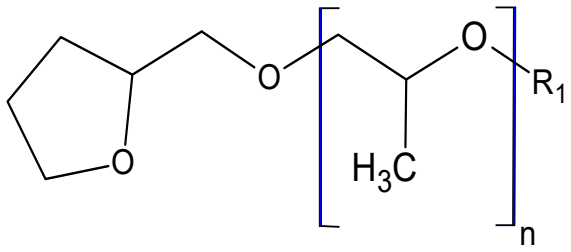


QUÍMICA DE LUBRICANTES DISPONIBLES PARA R-744

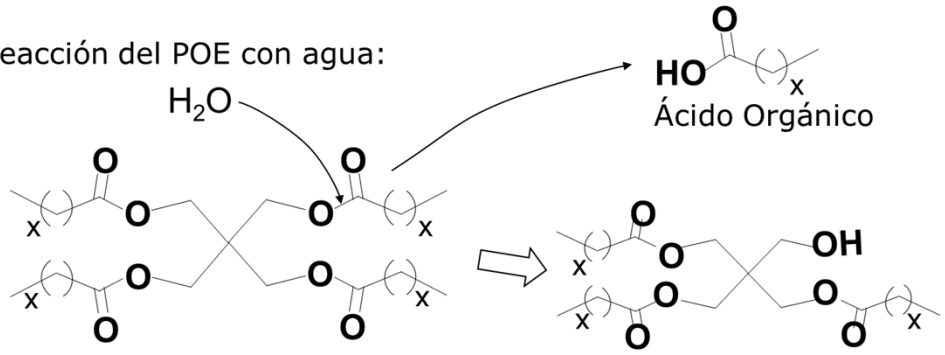
POE – Poli-Ol-Éster



PAG – Poli-Alquil-Glicol (Asimétrico)

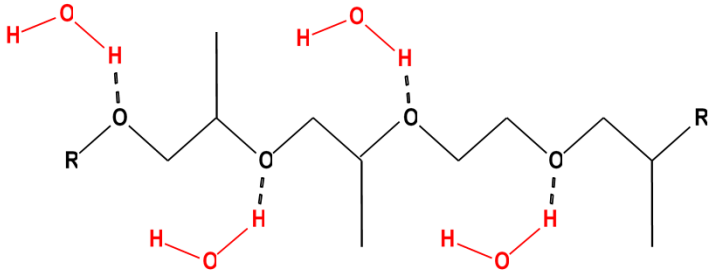


Reacción del POE con agua:

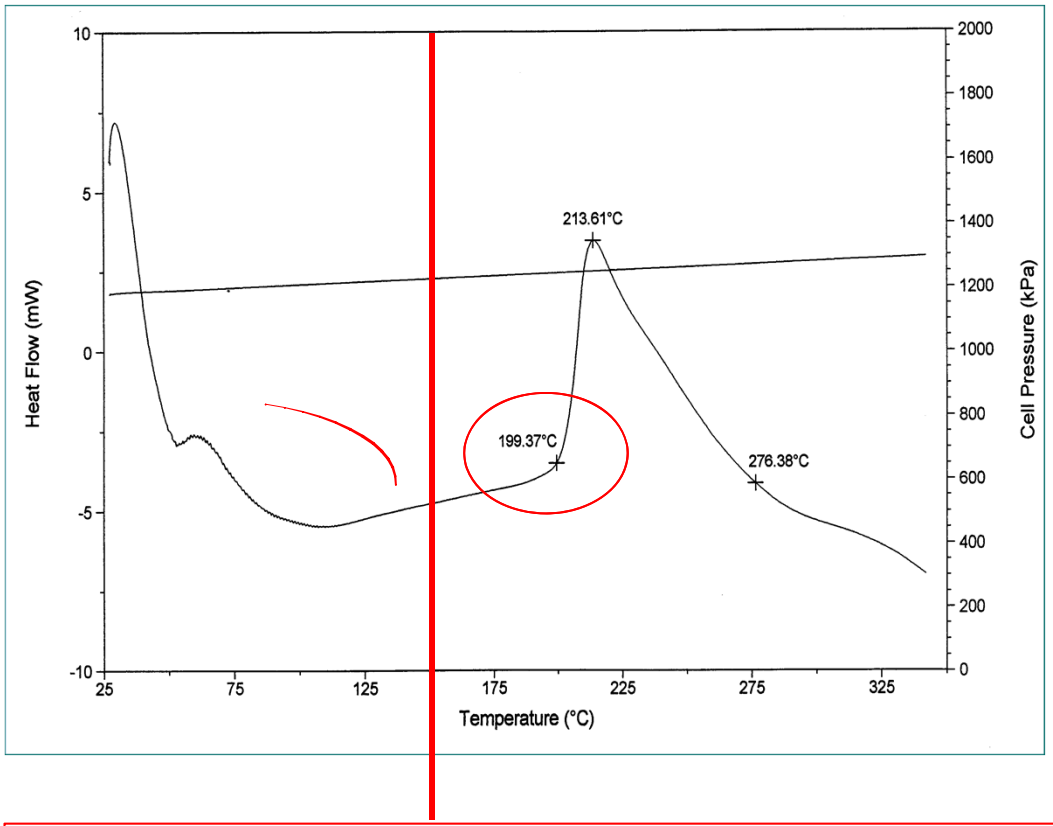


Agua adherida a una cadena de PAG.

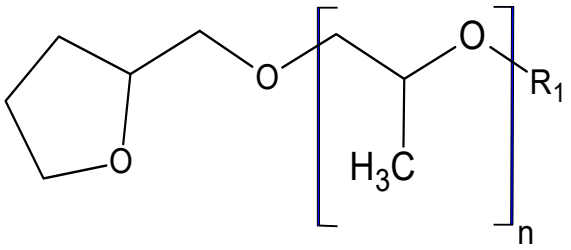
Sin reacción química.



QUÍMICA DE LUBRICANTES DISPONIBLES PARA R-744.

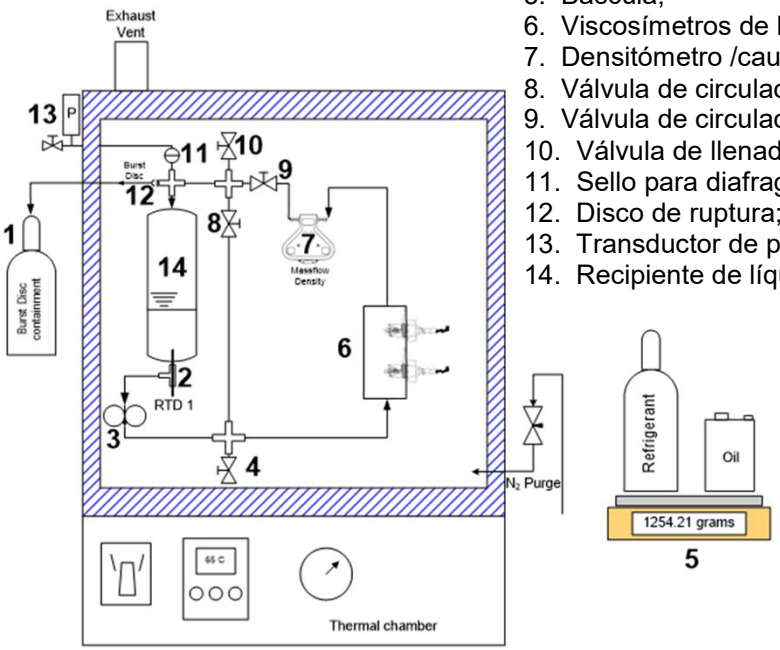


Escáner Calorimétrico Diferencial a alta presión (High Pressure Differential Scanning Calorimetry) para PAG ISO VG68 y R-744 (1100 kPa).
Punto de ruptura: 199 °C.
Fuente: Dixon, L. (2012).



El límite máximo de temperatura en cualquier parte externa de un compresor, según EN 12693, es 150 °C. El límite ya no es la resistencia térmica del lubricante…

MEDIDAS PRESIÓN-VISCOSIDAD-TEMPERATURA.

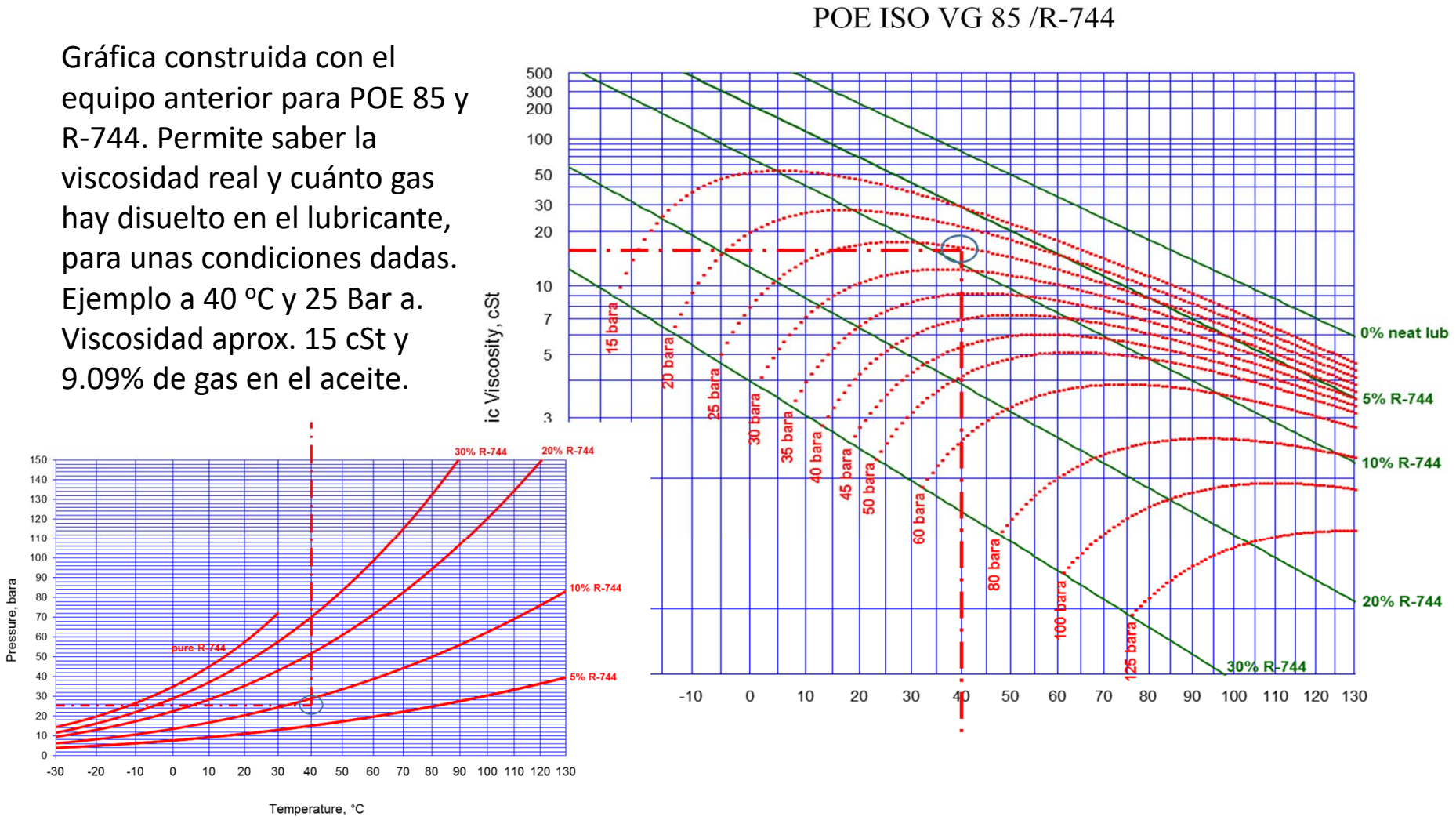


Leyenda:

1. Botella de almacenamiento. Disco de ruptura.
2. RTD recipiente de líquido;
3. Bomba de engranajes de velocidad variable;
4. Válvula de llenado de líquido;
5. Báscula;
6. Viscosímetros de líquido de pistón oscilante;
7. Densitómetro /caudalímetro másico de tubo vibrante;
8. Válvula de circulación;
9. Válvula de circulación;
10. Válvula de llenado de gas;
11. Sello para diafragma de presión;
12. Disco de ruptura;
13. Transductor de presión;
14. Recipiente de líquido;

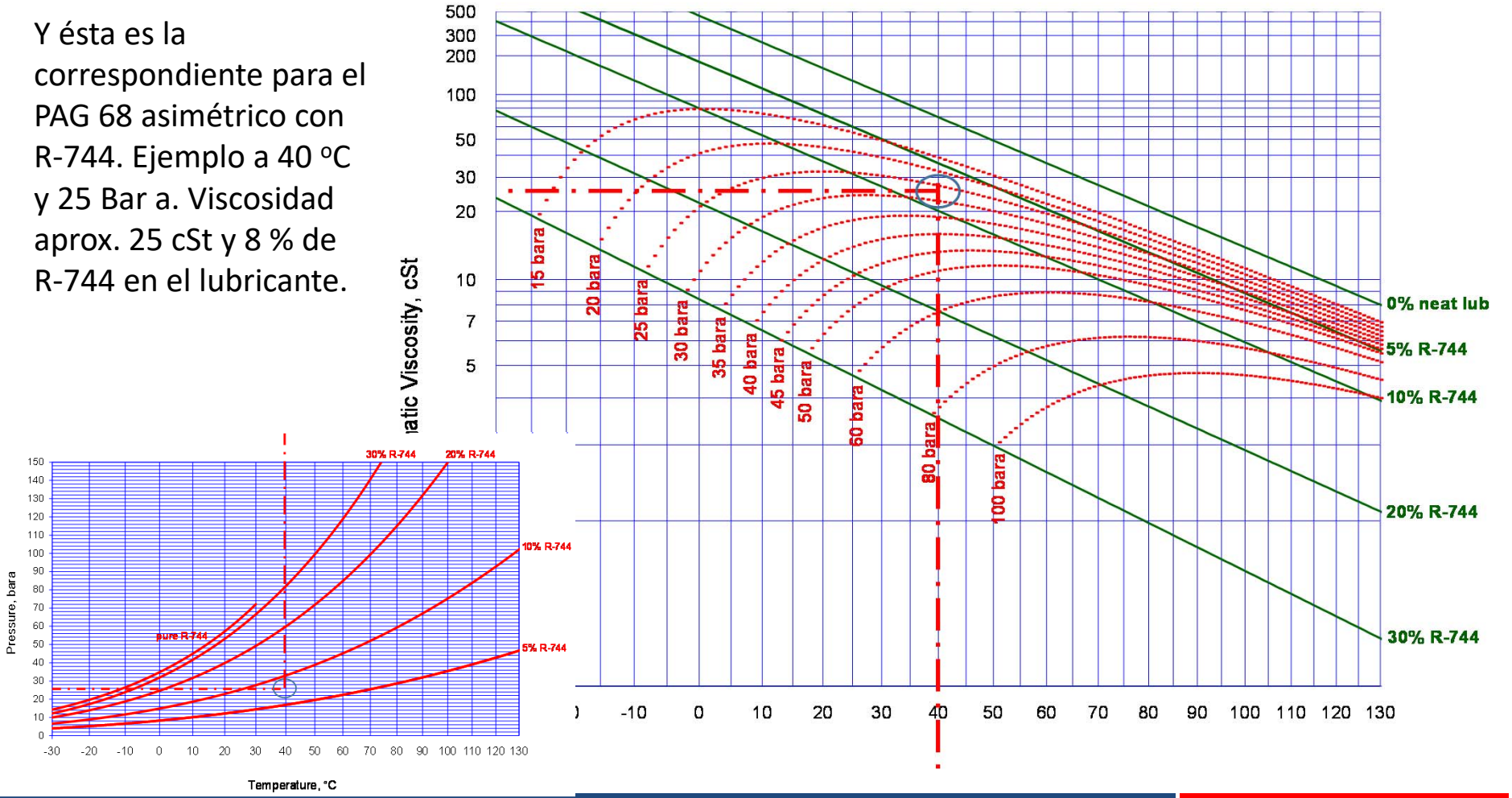
MEDIDAS PVT: POE 85

Gráfica construida con el equipo anterior para POE 85 y R-744. Permite saber la viscosidad real y cuánto gas hay disuelto en el lubricante, para unas condiciones dadas. Ejemplo a 40 ºC y 25 Bar a. Viscosidad aprox. 15 cSt y 9.09% de gas en el aceite.

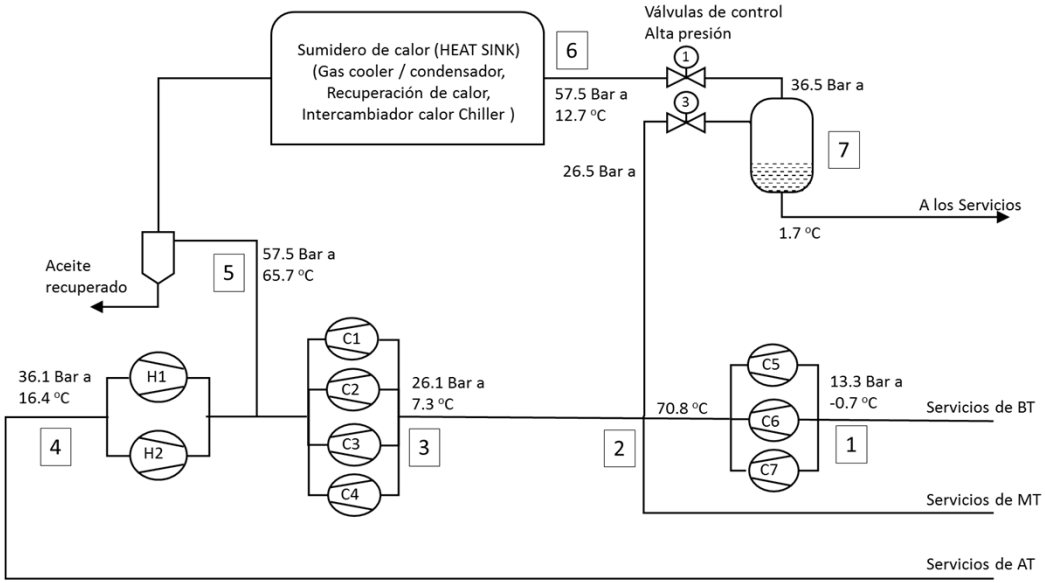


MEDIDAS PVT: PAG 68

Y ésta es la correspondiente para el PAG 68 asimétrico con R-744. Ejemplo a 40 ºC y 25 Bar a. Viscosidad aprox. 25 cSt y 8 % de R-744 en el lubricante.

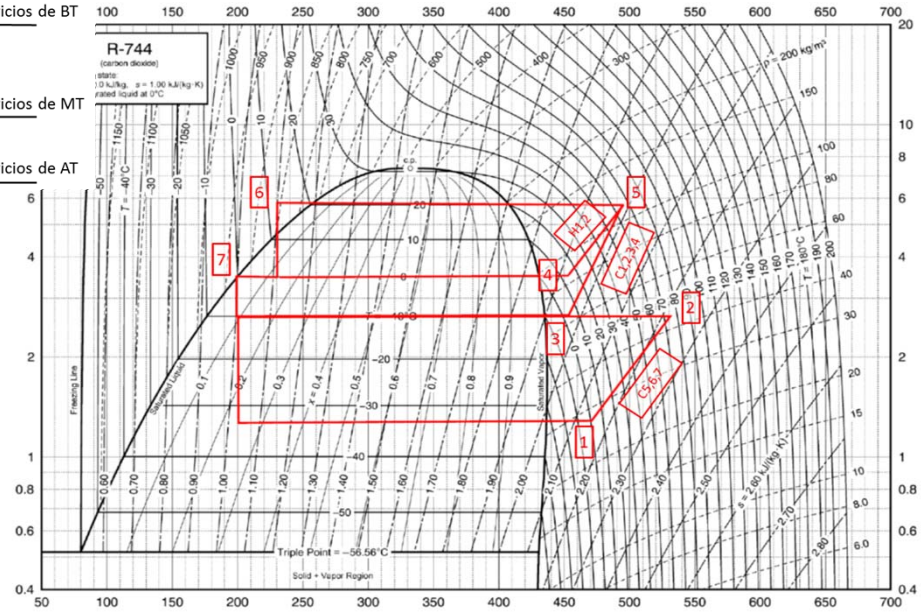


CIRCUITO FRIGORÍFICO USADO COMO EJEMPLO.

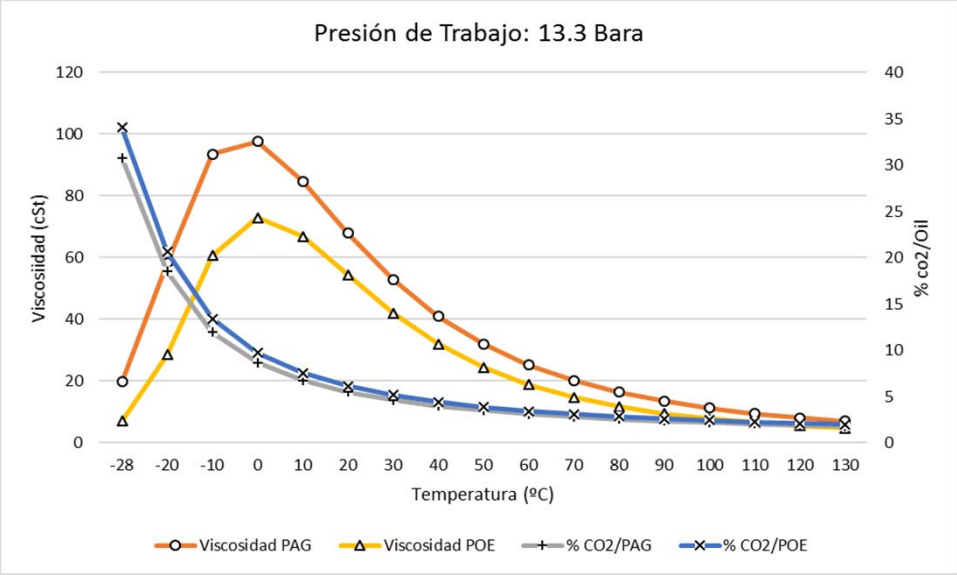


Usando los parámetros de funcionamiento de un circuito real, veamos qué propiedades tienen en los puntos seleccionados los lubricantes en cuestión.

En el texto de la ponencia se encuentra una tabla completa con las propiedades de ambos lubricantes en cada punto seleccionado.

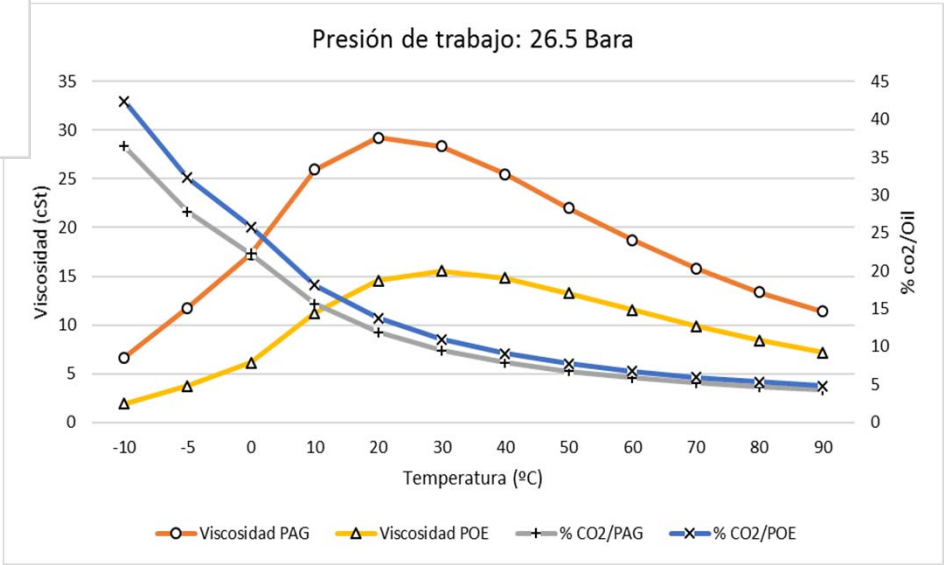


COMPORTAMIENTO PRESIÓN-TEMPERATURA I

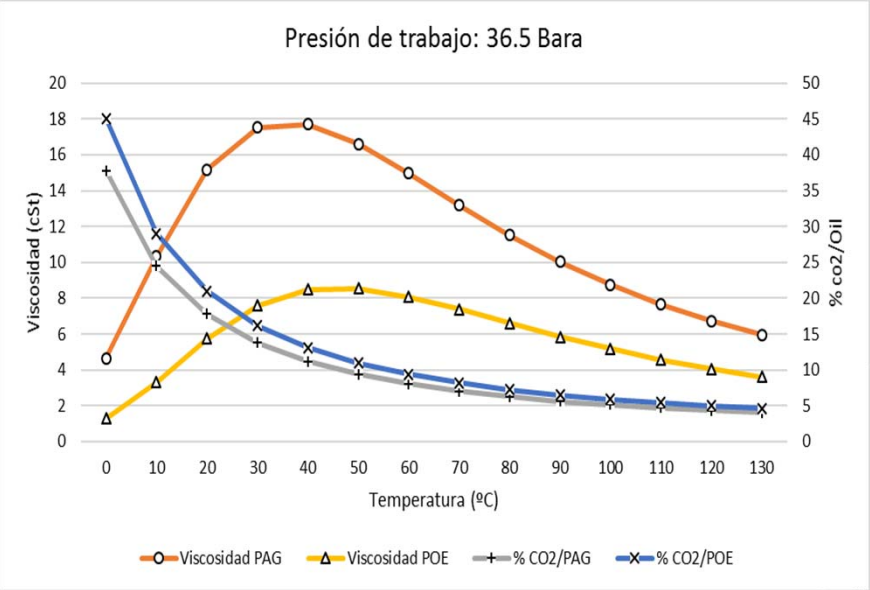


Perfil de viscosidad – temperatura a 13.3 Bar a, aspiración C5 a C7.

Perfil de viscosidad – temperatura a 26.6 Bar a, aspiración C1 a C4, y descarga de C5 a C7.

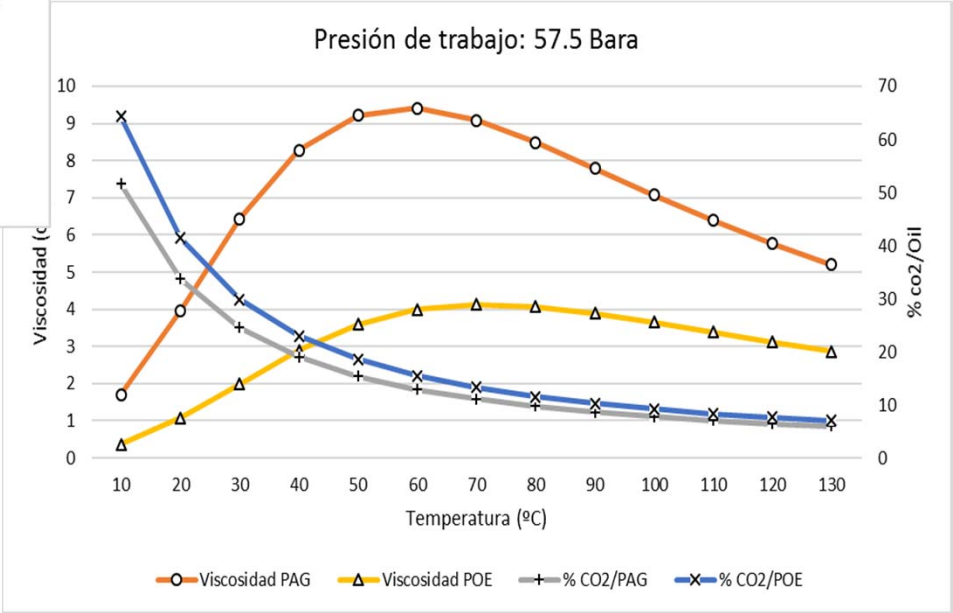


COMPORTAMIENTO PRESIÓN-TEMPERATURA II

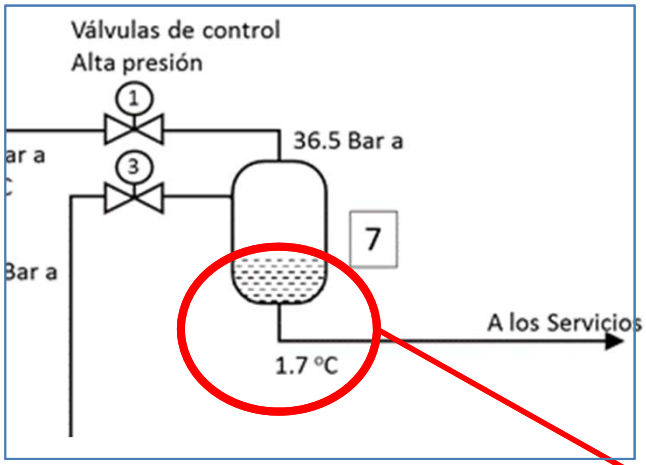


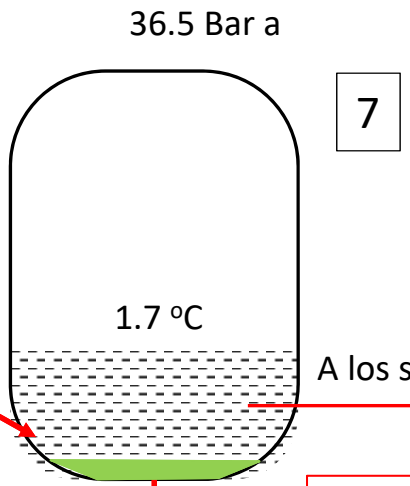
Perfil de viscosidad – temperatura a 36.5 Bar a, aspiración H1 y H2.

Perfil de viscosidad – temperatura a 57.5 Bar a, sector de alta.



REDISEÑO DEL DEPÓSITO DE LÍQUIDO





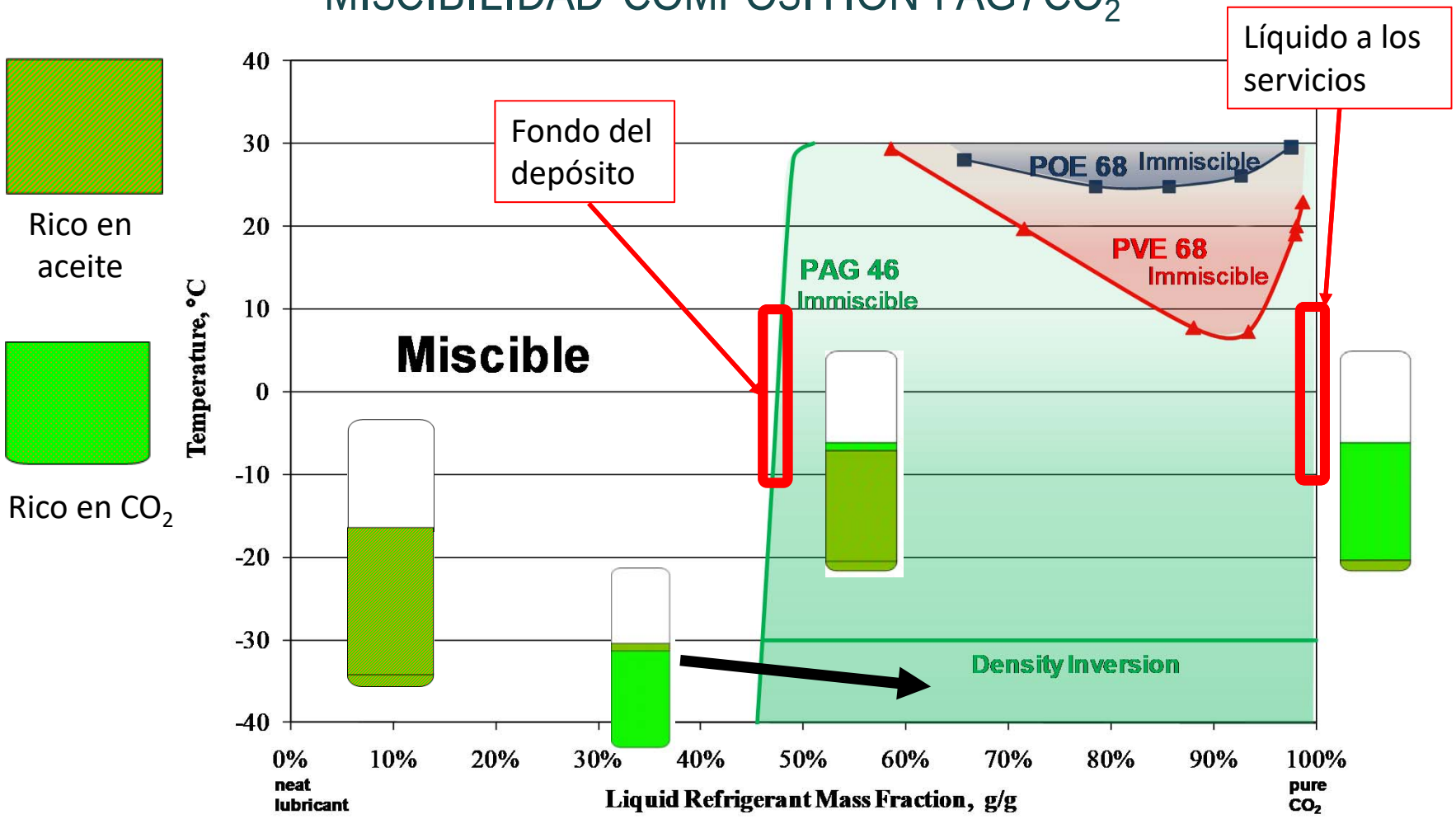
A los servicios: ~100% CO_2

En los servicios hará CO_2 puro, con lo que mejorará la transferencia de calor. El aceite se queda en la sala de máquinas, como máximo en el sector de alta.

Al compresor temporizado o con indicador de nivel.

~50/50 aceite/CO_2

MISCIBILIDAD-COMPOSITIÓN PAG/CO_2



Fuente: Seeton, 2010

CONCLUSIONES

No hay un lubricante perfecto que cumpla todos los requerimientos de lubricidad y miscibilidad completamente. Hay que decidir qué parámetros valoramos en cada instalación.

POE: buena miscibilidad con R-744, lo que capacita un buen retorno de aceite con **menos problemas en el diseño de tuberías en instalaciones grandes**. Pero **puede llevar a una falta de la viscosidad mínima** para proteger las partes del compresor expuestas a rozamiento. Menos higroscópico, pero **la reacción del agua con el POE genera especies ácidas** en los circuitos.

PAG: miscibilidad suficiente para un buen retorno de aceite, pero hay condiciones de trabajo donde puede verse reducido, por lo que **los evaporadores o su circuito deben calcularse a propósito** para evitar esas condiciones. Se evita con un diseño adecuado del separador de líquido. **Mayor viscosidad de trabajo,** que nos permitirá una mayor fiabilidad y longevidad del equipo, optimizándolo para la mayor eficiencia.

Resistencia térmica: La molécula de PAG empleada en este trabajo (asimétrica) tiene una resistencia térmica suficientemente alta para soportar las duras condiciones de trabajo en instalaciones transcríticas y bombas de calor, incluso en climas cálidos como el de España. Como se ha demostrado**, el límite ya no es la ruptura térmica del lubricante, sino la propia norma EN 12693. Tenemos en nuestras manos la posibilidad de bajar hacia el sur el "ecuador CO_2".**

Humedad: No reacciona con el PAG, sólo se queda adherida sin estar libre en el circuito para crear problemas. Es extraída en cada cambio de aceite.

CONGRESO SOBRE TECNOLOGÍAS DE REFRIGERACIÓN

TECNOFRÍO'18

19 Y 20 SEPTIEMBRE 2018

Manuel Muñoz Alonso
Ingeniero Senior de Aplicaciones
Shrieve Products International Ltd.
Tf.: +34 646 982 938
mmunoz@shrieve.com
www.shrieve.com

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Shrieve

Atecyr
Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración
www.atecyr.org

Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid
www.fenercom.com

Comunidad de Madrid