CONGRESO SOBRE TECNOLOGÍAS DE REFRIGERACIÓN

TECNOFRÍO'18

19 Y 20 SEPTIEMBRE 2018

La lubricación de compresores. Buscando la eficiencia en circuitos que operan con gases naturales.

Carlos Mena

KLÜBER LUBRICATION

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 Presentación de Klüber Lubrication

2 Tribología, el tribosistema y los estados de fricción

3 El aceite como variable en el rendimiento de una instalación frigorífica.
Las diferentes bases de aceites existentes en el mercado.

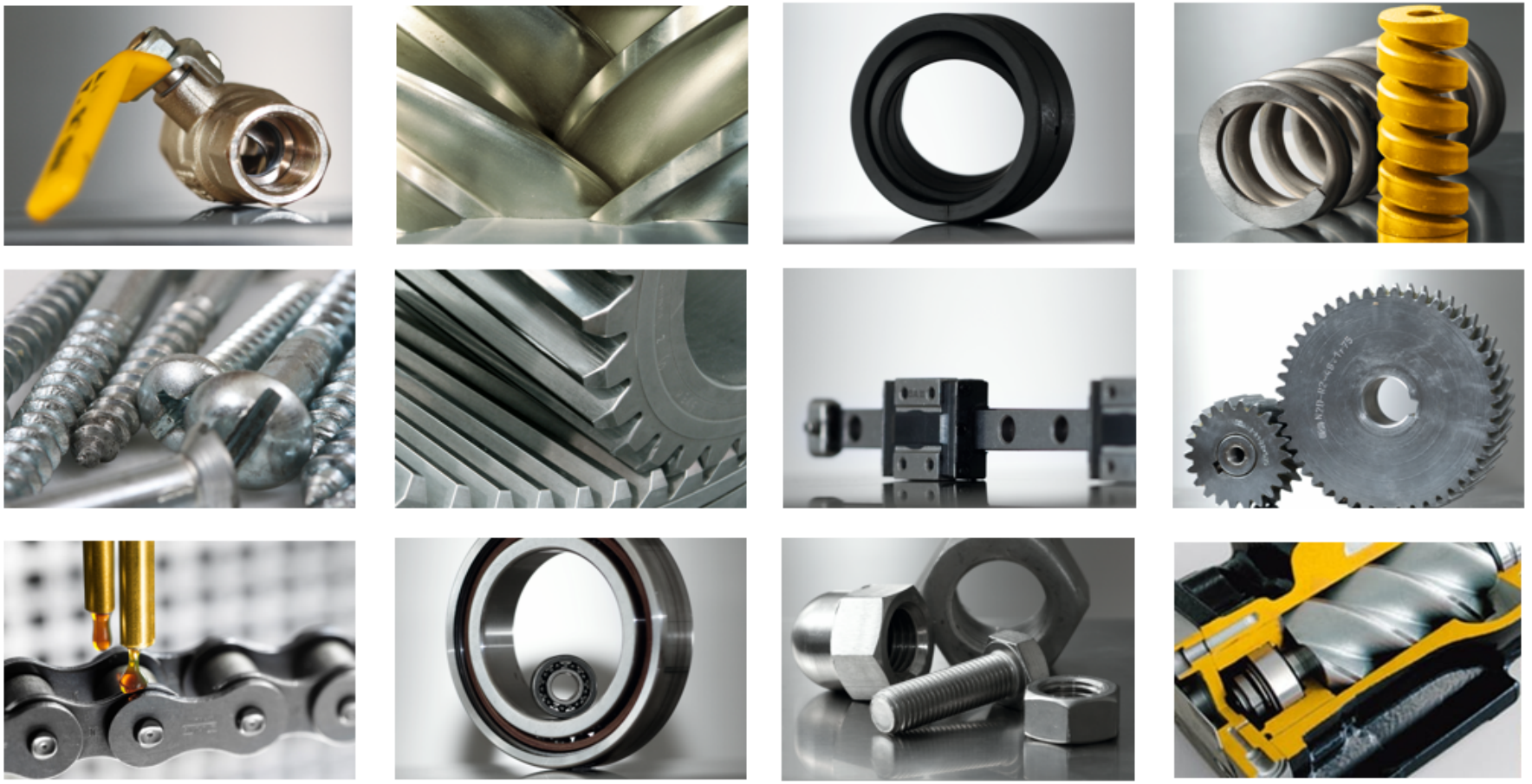
4 Diferenciación de diferentes aceite de una misma base.
La selección correcta de un aceite comercial.

5 Conclusiones.

Pionera en Lubricantes especiales desde 1929
KLÜBER LUBRICATION
Fundada por Theodor Klüber
Parte del grupo Freudenberg desde1966
Nuestra Vision
Ser empresa de referencia
Proveer productos de calidad superior y valor a nuestros clientes
Desarrollar soluciones innovadoras que posibiliten ahorrar energía y recursos
Ser reconocidad por nuestros valores

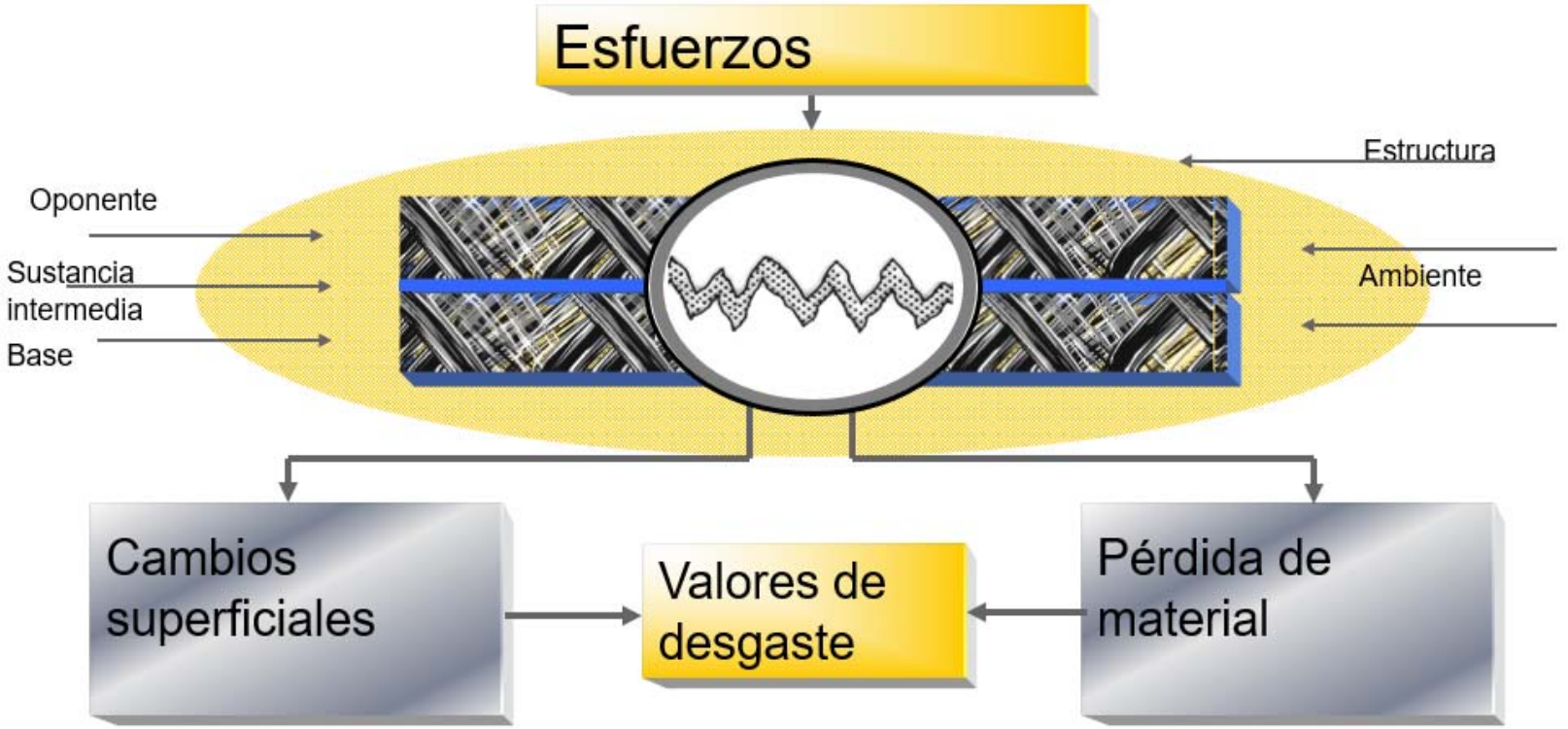
Nuestra firma: Klüber Lubrication.
Lubricantes especiales para todo tipo de componentes

KLÜBER LUBRICATION

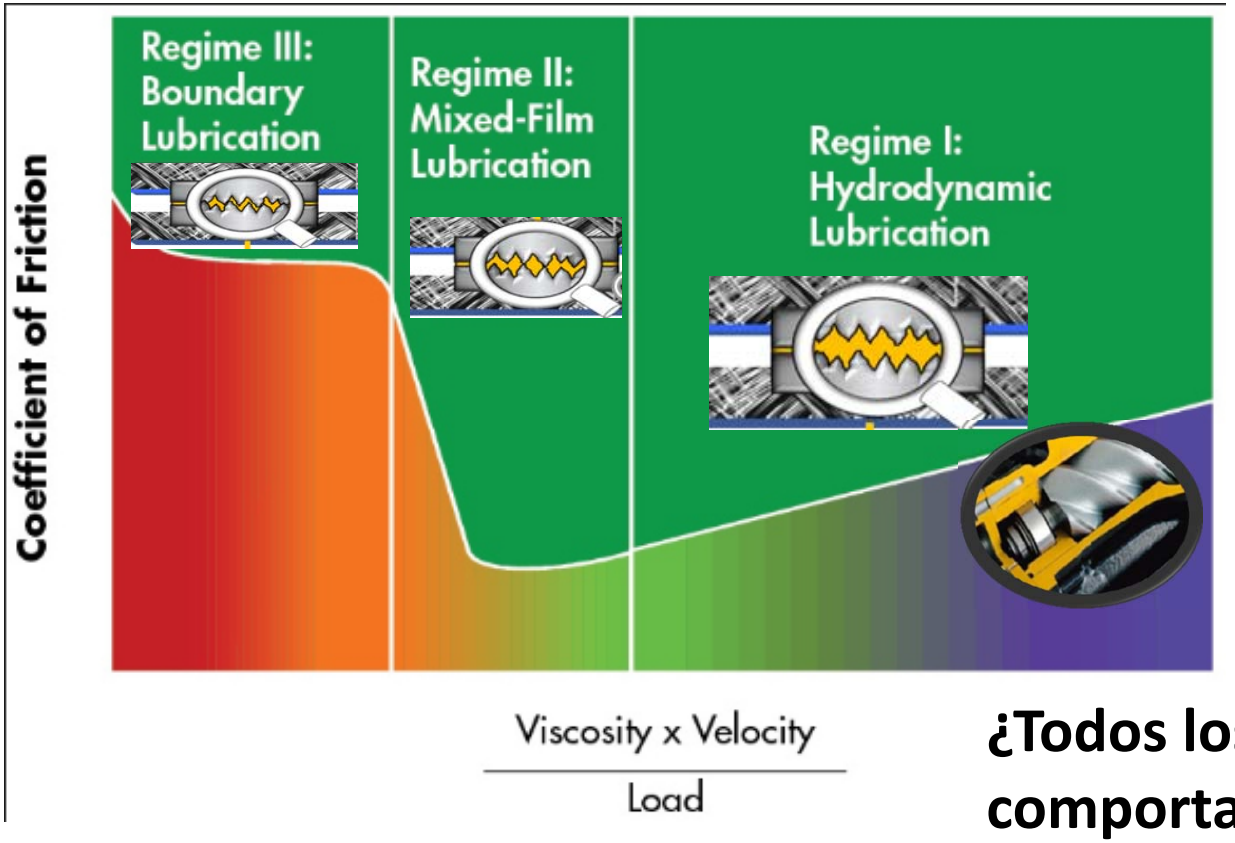


Tribología: Es la ciencia que estudia la fricción, el desgaste y la lubricación que tienen lugar durante el contacto entre superficies sólidas en movimiento.

Tribosistema: Analiza todas las posibles variables que inciden sobre el posible desgaste de dos cuerpos en movimiento relativo: Rugosidad, esfuerzos, velocidad, ambiente, lubricante,…

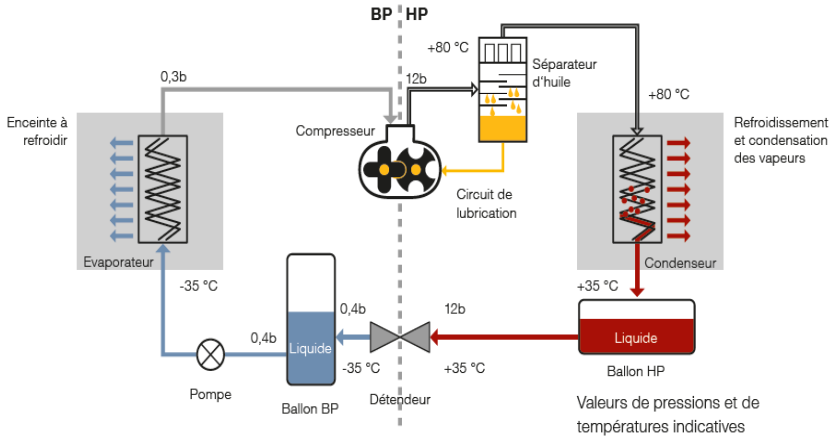


Estados de la fricción:



¿Todos los aceites se comportan por igual?

¿los aceites de misma base se comportan por igual?



De un aceite adecuado se espera que:

- Ayude a la compresión (sellante).
- Que evacue calor
- Evite desgastes de elementos mecánicos
- **No interfiera en el circuito de refrigeración.**
- Solución duradera en el tiempo.

Lo garantizaremos si:

Utilizamos una base de aceite que presente una miscibilidad adecuada en función del diseño del circuito: Inundado o DX, y los dispositivos de recirculación de aceite o purgas de eliminación.

Utilizamos una base y aditivos que controlen la dilución que implica el equilibrio entre el aceite líquido y el gas refrigerante. De forma que la viscosidad no caiga por debajo de valores que garanticen una lubricación fluida.

Una presencia mínima de aceite que impacte sobre los rendimientos de los evaporadores. Conseguible por rendimientos altos de separadores de aceites, miscibilidad acertada, y conducción del aceite a los canales diseñados.

Selección de aceites para gases naturales (NH3, CO2, HCs)

Gas	Tipo de aceite	Ventajas (+)	Limitaciones (-)	Rating ef. Energética
NH3 (inundado)	Aceite Mineral.	- Disponibilidad. - Precio adquisición - **Compatibilidad juntas** - Solución contrastada	- **A bajas temperaturas, no fluye.** - Reacciona con NH3/H2O. - **Duración limitada.** - Nivel medio de reposición.	
	Aceite Min HT (Grupo II)	- **Arrastre aceite reducido** - **Compatibilidad juntas** - Buena separación L/L	- **Limitado a temperaturas >-40ºC.** - Reacciona con NH3/H2O a Tª altas (HP). - Arrastre alto a tempraturas altas (HP)	3
	Alquilbenceno (AB)	- **Excelente estabilidad química**. - Solución duradera. - **Limpieza del circuito**	- **Alta dilución** - **Impacto en juntas.** - Nivel de arrastre medio/alto.	2
	Polialfaolefina (PAO)	- **Excelente estabilidad química**. - Solución duradera. - **mínima solubilidad y miscibilidad.**	- **Impacto en juntas.** - Interpretación difícil de anaísis de aceites en servicio.	4
NH3 (DX)	Polialfaolefina (PAO)	- **Miscible con NH3 (l)** - **retorno de aceite por sifón**	- **Higroscópico** - Dilución de gas en el aceite.	1
CO2 (DX)	Poliolester (POE)	- Disponibilidad. - **Gran miscibilidad y retorno**	- **Alto arrastre aceite** - Problemas con presencia de agua - **Alta dilución. Desgastes vs temperaturas mínimas**	1
	Polialfaolefina (PAO)	- **Arrastre aceite reducido** - Mímima dilución - **Grado aliemnatrio H1**	- **Limitada solubilidad.** - Interpretación difícil de anaísis de aceites en servicio.	3

Propiedades de coexistencia ACEITE-REFRIGERANTE

KLÜBER LUBRICATION

Variables a conocer:

SOLUBILIDAD: Capacidad de una sustancia (GAS REFRIGERANTE) o un cuerpo para disolverse al mezclarse con un líquido (ACEITE).

MISCIBILIDAD: Propiedad de algunos líquidos (GAS REFRIGERANTE LÍQUIDO y ACEITE) para mezclarse en cualquier proporción, formando una disolución.

Observaciones:

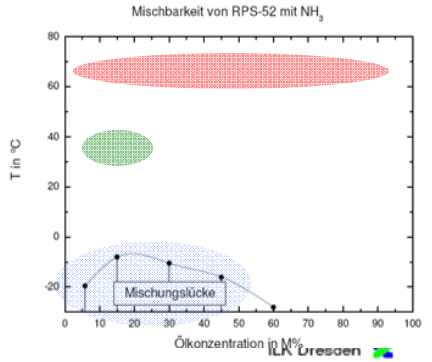
- En función de la presión y temperatura de equilibrio, estas variables pueden cambiar
- En función del diseño de la instalación (inundado o expansión seca) y del gas refrigerante utilizado (NH3, CO2, HFC,..), podremos necesitar distintas miscibilidades

a brand of FREUDENBERG

Existen en mercado mezclas de bases (semi-sintéticos, PAO/AB, MIN/AB,.MIN/PAO..) que en general **NO SE ACONSEJAN** por la imposibilidad de asegurar el ratio de mezcla permanezca constante en el tiempo y en todos los puntos

La correcta selección de un aceite comercial para un proyecto concreto:

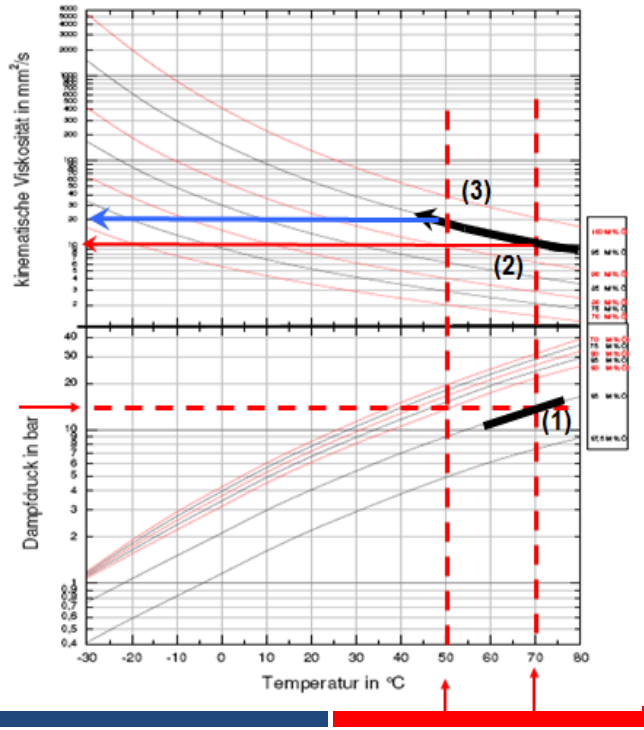
4.1 Selección de la base de aceite: en función del diseño del circuito y el refrigerante, buscaremos que en las condiciones de baja temperatura presenten miscibilidad o inmiscibilidad.



4.2 Selección de la viscosidad (ISO VG) del aceite.

4.2.1 Verificaremos que el **punto de congelación** del aceite no sea superior a la temperatura mínima del circuito.
Información disponible en la Información de Producto.

4.2.2 Comprobaremos que se cumplen la viscosidad mínima y máxima que preconiza en fabricante del elemento compresor. Esto es muy relevante especialmente si existe dilución.

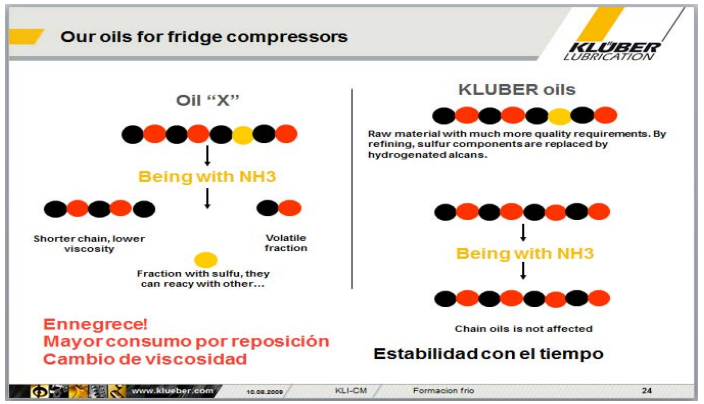


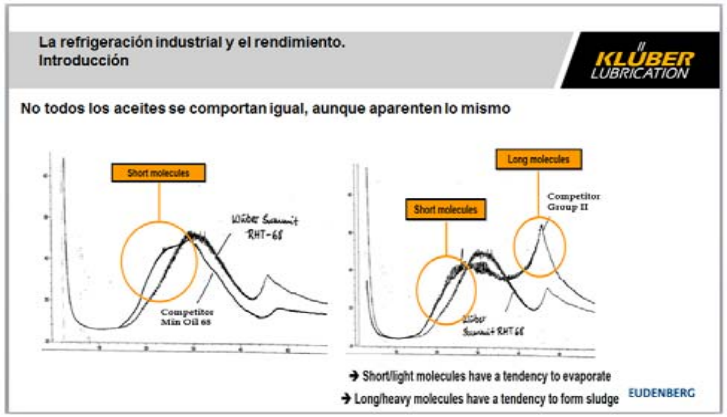
Gráficos DANIEL. De aceite con gas

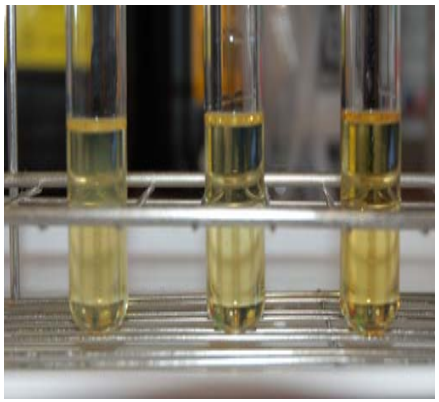
La correcta selección de un aceite comercial para un proyecto concreto:

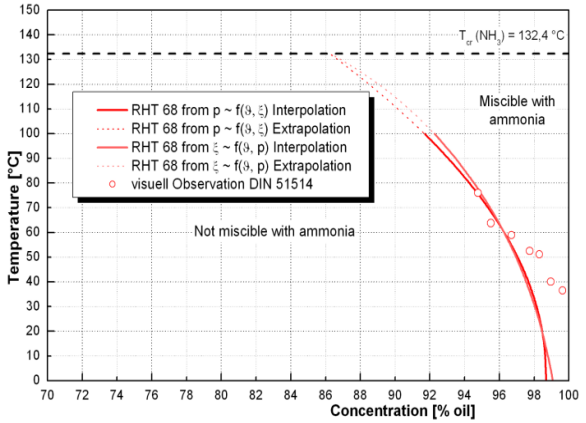
4.3 Mínimo arrastre de aceite: Miraremos de verificar que el rendimiento del separador de aceite es óptimo y no se evapora aceite.
Mediante:

- Limpieza del circuito / pureza del aceite.
- Moléculas de igual tamaño
- Peso molecular alto.
- Mínima dilución.









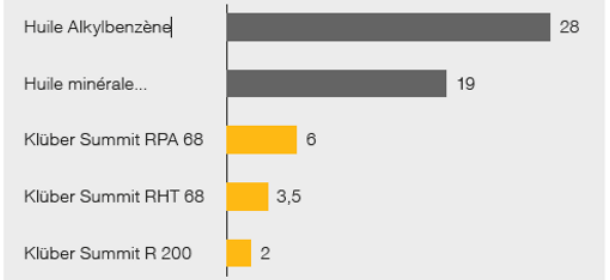
A mayores temperaturas de compresión, presencia de impurezas y agua, se agudiza el problema. A problemas mayores, peores consecuencias a bajas temperaturas.

La presencia de partículas pequeñas (gotas de menor volumen) arrastrarán con mayor facilidad.
Partículas pesadas, reaccionan generando partículas más pequeñas y residuos.
Un aceite sucio (oscuro), castiga los filtros de retención de aceite y merman su rendimiento.

-> Ojo con las mezclas y con aceites de calidad de viscosidad de margen poco estrecho.

(Fuente Grasso AD)

Fig. 2 – Test de volatilité NOACK % d'évaporation (perte de poids) à +150 °C pendant 3 heures



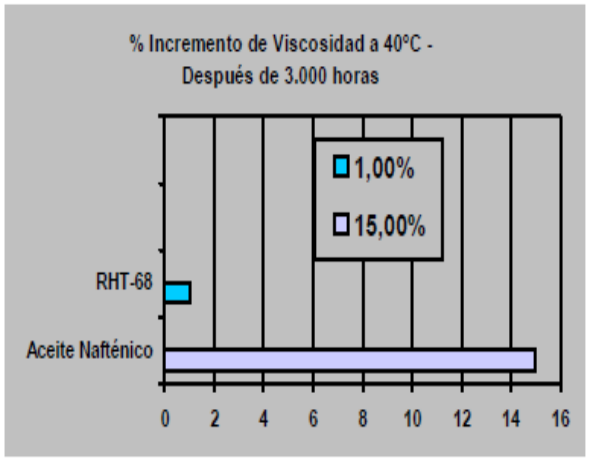
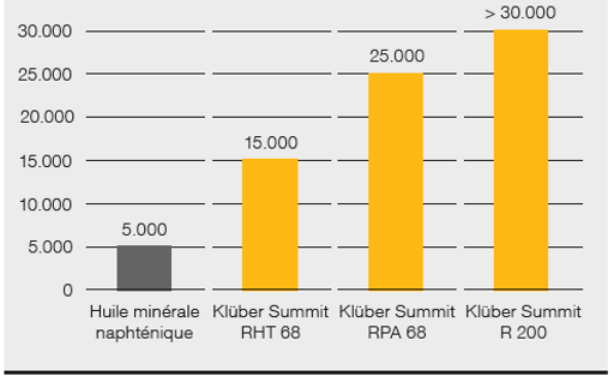


Fig. 1 – Durée de vie des huiles (h)

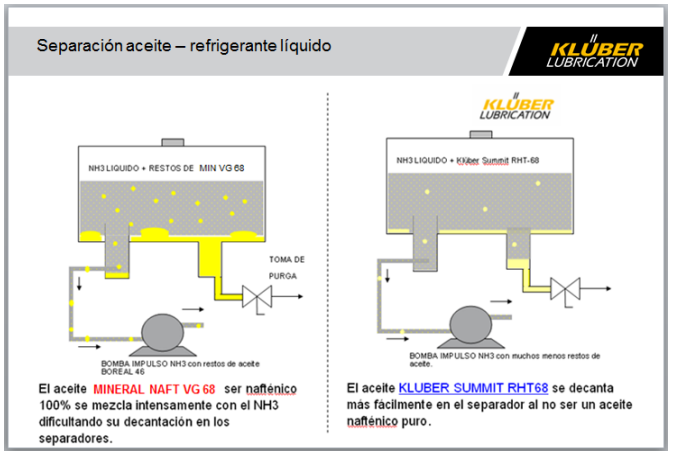


4.4 Optima separación L/L entre el refrigerante y el aceite en el depósito separador de líquido.:

El poco (óptimo) aceite arrastrado desde el compresor dependiendo del sistema:

Inundado: interesa que se separare al máximo y de la forma más rápida. Condiciéndolo hacia las purgas diseñadas.

El objeto es poder tener los evaporadores libres de acumulación de aceite que incide sobre el intercambio frigorífico.

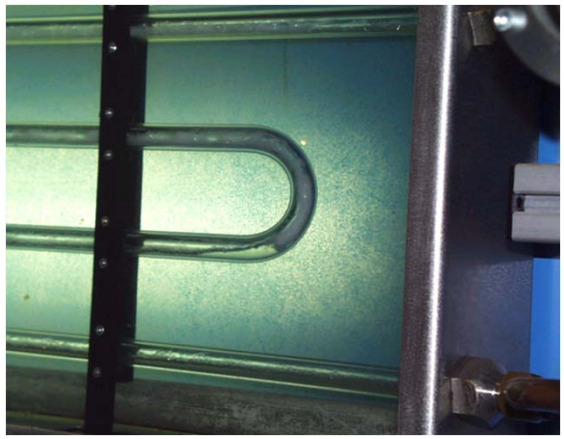


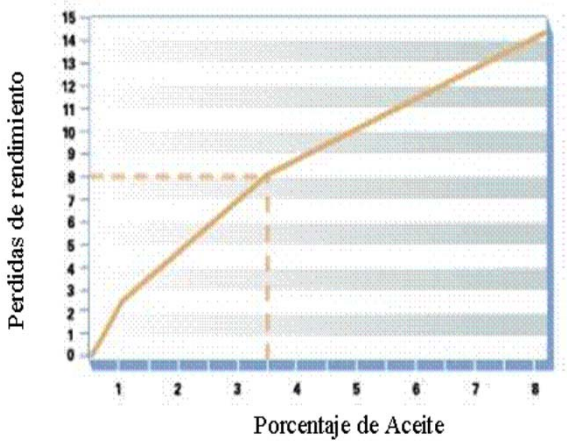
La espuma en la toma de muestra, es un indicativo de la dilución, y con ello de la miscibilidad.

Con gas NH3, los aceites son recuperables por separación física por gravedad. La cantidad a recuperar debe ser despreciable, y no tiene sentido recircularla al compresor.

Con gas CO2, el aceite flotaría, y requeriría de sistemas distintos de recuperación de aceite.

Expansión Seca (DX): interesa que se mezcle en las condiciones de temperatura y presión del depósito/evaporador, de forma que retorne directamente a la admisión del compresor, ayudado por sistemas sifón en función del diseño.





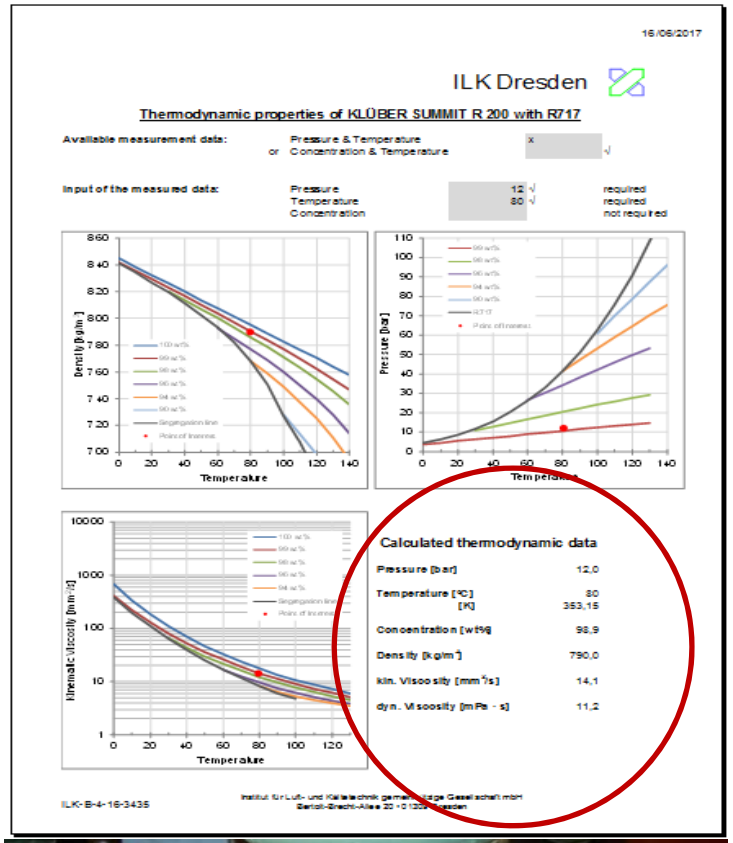
Con relación al refrigerante en circulación, la presencia de un 1 % de aceite atrapado en el circuito de refrigeración, puede causar decrementos de hasta un 10% en el rendimiento frigorífico.

Conclusiones:

1. **El mejor aceite es aquel que permanece en el compresor, evita desgastes y no influye en el intercambio frigorífico.**

2. **El partner o proveedor del lubricante, debe asesorar en:**
   - Aceite base: Según necesidad de retorno o separación de aceite para un refrigerante. Curvas de miscibilidad.
   - Punto de fluencia a baja temperatura. Éste debe ser inferior a la temperatura del evaporador.
   - Recomendación de grado de viscosidad y posible impacto de la dilución.
   - Presión de vapor del aceite, y la posible presencia de mezcla de aceites.
   - Curva Daniel de impacto de la dilución en la viscosidad resultante para verificar que estamos en el intervalo aceptable por el fabricante.
   - Orientación de vida en servicio del aceite.

   - SERVICIO de ANALISIS & INTERPRETACIÓN.



CONGRESO SOBRE TECNOLOGÍAS DE REFRIGERACIÓN

TECNOFRÍO'18

19 Y 20 SEPTIEMBRE 2018

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

KLÜBER LUBRICATION

Carlos Mena
Carlos.mena@es.klueber.com

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