

SUSTITUCIÓN R-22 por R-427A (Forane® FX100)

1 INTRODUCCIÓN.

El R427A (Forane® FX100) es un refrigerante HFC sencillo de utilizar, no perjudicial para la capa de ozono y diseñado originalmente para sustituir al R22 en sistemas de aire acondicionado fijos de expansión directa y sistemas de refrigeración de alta temperatura. Las ventajas teóricas de este refrigerante son las siguientes:

- Sustitución sencilla, rápida y económica
- No perjudicial para la capa de ozono
- Cambio de lubricante no necesario en algunos casos concretos.
- Permite prolongar la vida útil de equipos existentes

A lo largo del estudio, veremos que este no es un refrigerante "drop-in" al uso, como eran los muy conocidos FX10 y FX56 (R408A y R409A) que sustituyeron en su momento a los CFCs R502 y R12.

El R427A (Forane® FX100) no puede usarse con el mismo aceite que el R22, es necesaria la utilización de un aceite POE siendo un porcentaje residual del 10-15% de aceite mineral o AB de origen aceptable. En la mayoría de las aplicaciones, debido a las generalmente elevadas pérdidas de rendimiento con respecto al R22 que tiene este refrigerante, veremos que serán necesarias modificaciones en la instalación lo que, sumado al elevado precio de este refrigerante y su elevado glide haría plantearse una sustitución a otro tipo de gases (p.e. R407C, R404A o R507A)

2 DIFERENCIAS DE R427A (Forane® FX100) CON R-22.

Las diferencias entre el R-22 y su posible sustituto R427A (Forane® FX100) son las que fundamentan las acciones que deben realizarse para la sustitución del refrigerante en una instalación frigorífica o aire acondicionado de cualquier tipo.

A continuación vamos a analizar cuales son estas diferencias y las acciones que motivan:

2.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA.

R427A (Forane® FX100) es un refrigerante de la familia HFC, por tanto libres de cloro. El R-22 es un HCFC, por tanto, el reglamento europeo 2037/2000 impone la prohibición de uso a partir del 1 de Enero del 2010 (como gas nuevo, y 2015 como gas reciclado o regenerado). Es, por tanto, la causa que mueve a la sustitución de este refrigerante, ampliamente utilizado en refrigeración y aire acondicionado.

2.2. ACEITES LUBRICANTES

El R-22 se ha venido usando con aceite minerales (SUNISO 3GS y otros), aceites semisintéticos (mezcla de aceites minerales y sintéticos alquilbencénicos: Bitzer B5.2, Shell SD), así como con aceite sintéticos alquilbencénicos puros.

R427A (Forane® FX100) sólo es miscible con los aceites polioleéster (POE). Por esta razón en la sustitución del R-22 por este gas se impone el cambio de aceite a POE, aceptando este gas un residuo de aceite mineral del 15% (según el fabricante ARKEMA).

2.3. COMPRESORES.

Varios aspectos deben ser tenidos en cuenta:

2.3.1. POTENCIA FRIGORÍFICA

A igualdad de compresor utilizado (al realizar la sustitución en una instalación existente) la potencia frigorífica obtenida con R427A (Forane® FX100) en relación al R-22 es:

2.3.1.1. Potencia frigorífica del compresor:

Corresponde a la potencia frigorífica total entregada por el compresor, incluido el recalentamiento total de aspiración, que en realidad no es totalmente útil porque es una potencia entregada parcialmente fuera de los recintos frigoríficos.

Potencia frigorífica compresor		R-22	R427A
Tª evap	Tª cond	(Forane® FX100)	
+5	+45°C	100	95
-10	+45°C	100	90
-30	+45°C	100	74



Ciclo utilizado: T evaporación y T condensación indicadas

Subenfriamiento : 3 K
Recalentamiento total: 15 K
Software de cálculo: Bitzer 5.0
R22 tomado como referencia = 100

2.3.1.2. Potencia frigorífica en evaporador:

Corresponde a la potencia frigorífica efectiva que recibe la instalación en los evaporadores, ya que sólo se toma en cuenta la parte de potencia frigorífica asociada al recalentamiento útil que es aquel que se produce dentro del recinto frigorífico y, por tanto, que es aprovechada.

Potencia frigorífica compresor		R-22	R427A
Tª evap	Tª cond	(Forane® FX100)	
+5	+45°C	100	93
-10	+45°C	100	89
-30	+45°C	100	73

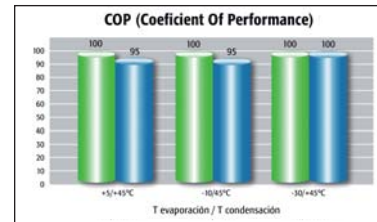


Ciclo utilizado: T evaporación y T condensación indicadas

Subenfriamiento: 3 K
Recalentamiento total: 15 K
Recalentamiento útil: 5K
Software de cálculo: Bitzer 5.0
R22 tomado como referencia = 100

2.3.2. COP (Coeficiente Of Performance)

Potencia frigorífica compresor		R-22	R427A
Tª evap	Tª cond	(Forane® FX100)	
+5	+45°C	100	95
-10	+45°C	100	95
-30	+45°C	100	100



2.3.3. MATERIALES EMPLEADOS EN LA FABRICACIÓN DE COMPRESORES.

La mayoría de compresores semiherméticos y abiertos con fechas de fabricación posteriores a 1996 están fabricados con componentes compatibles tanto con R-22 como con R427A (Forane® FX100)

Los compresores con fechas de fabricación anteriores pueden presentar algunos problemas con las juntas elastoméricas, por lo que se recomienda consultar con el fabricante del compresor.

2.3.4. ACEITE LUBRICANTES PARA COMPRESORES

Este tema se ha comentado ya previamente.

2.3.5. MOTORES ELÉCTRICOS DE COMPRESORES.

La potencia de accionamiento necesaria para R427A (Forane® FX100) es igual o inferior a la necesaria para el R22, por lo que los motores existentes se adaptan sin problemas a este nuevo refrigerante, en lo tocante a la potencia.

2.4. CONDENSADORES

2.4.1. Instalaciones con compresores a pistón:

A igualdad de compresor, las necesidades de disipación de calor en el condensador aumentan al pasar una instalación de R427A (Forane® FX100)

Delta T del condensador	R-22	R427A
	(Forane® FX100)	
+5/+45°C	1 K pasa a	→ 0,96 K (*)
-10/+45°C	1 K pasa a	→ 0,92 K (*)
-30/+45°C	1 K pasa a	→ 0,74 K (*)

(*) Valores promedio

Por ejemplo, una instalación de media temperatura de evaporación, con un condensador que con R-22 fue seleccionado con $\Delta T = 10$ K, pasaría a tener con R427A (Forane® FX100) un $\Delta T = 9,2$ K.

2.5. TUBERÍAS DE LA INSTALACION

Distinguiremos entre aplicación de alta temperatura de evaporación (+5/+45°C), media temperatura de evaporación (-10/+45°C) y aplicación de baja temperatura (-30/+45°C). La comparativa se realiza para el mismo desplazamiento de compresor (mismo compresor), que es lo habitual cuando se sustituye el refrigerante, dejando el mismo compresor en la instalación. Los valores para R-22 y R427A (Forane® FX100) se indican para el mismo diámetro de tubería.

2.5.1. Línea de líquido:

- Alta temperatura (+5/+45°C)

	R-22	R-427A
	(Forane® FX100)	
Velocidad	1 m/s pasa a	→ 1,05 m/s
Pérdida de carga en temperatura equivalente	1 K pasa a	→ 1,95 K
Pérdida de carga en presión	0,1 bar pasa a	→ 0,1 bar

- Media temperatura (-10/+45°C)

	R-22	R-427A
	(Forane® FX100)	
Velocidad	1 m/s pasa a	→ 1,02 m/s
Pérdida de carga en temperatura equivalente	1 K pasa a	→ 0,89 K
Pérdida de carga en presión	0,1 bar pasa a	→ 0,1 bar

- Baja temperatura (-30/+45°C)

	R-22	R-427A
	(Forane® FX100)	
Velocidad	1 m/s pasa a	→ 0,86 m/s
Pérdida de carga en temperatura equivalente	1 K pasa a	→ 0,65 K
Pérdida de carga en presión	0,1 bar pasa a	→ 0,07 bar

RECOMENDACIÓN:
LA LINEA DE LÍQUIDO PUEDE SER MANTENIDA AL SUSTITUIR EL R-22 POR EL R427A (Forane® FX100)

2.5.2. Línea de aspiración:

- Alta temperatura (+5/+45°C)

	R-22	R-427A
	(Forane® FX100)	
Velocidad	1 m/s pasa a	→ 0,97 m/s
Pérdida de carga en temperatura equivalente	1 K pasa a	→ 0,94 K
Pérdida de carga en presión	0,1 bar pasa a	→ 0,1 bar

- Media temperatura (-10/+45°C)

	R-22	R-427A
	(Forane® FX100)	
Velocidad	1 m/s pasa a	→ 0,98 m/s
Pérdida de carga en temperatura equivalente	1 K pasa a	→ 0,95 K
Pérdida de carga en presión	0,1 bar pasa a	→ 0,1 bar

- Baja temperatura (-30/+45°C)

	R-22	R-427A
		(Forane® FX100)
Velocidad	1 m/s pasa a	→ 0,87 m/s
Pérdida de carga en temperatura equivalente	1 K pasa a	→ 0,77 K
Pérdida de carga en presión	0,1 bar pasa a	→ 0,07 bar

RECOMENDACIÓN:
LA LINEA DE ASPIRACIÓN PUEDE SER MANTENIDA AL SUSTITUIR EL R-22 POR EL R427A (Forane® FX100).
Verificar la velocidad del refrigerante para garantizar el retorno de aceite.

2.5.3. Línea de descarga / gas caliente:

- Alta temperatura (+5/+45°C)

	R-22	R-427A
		(Forane® FX100)
Velocidad	1 m/s pasa a	→ 0,85 m/s
Pérdida de carga en temperatura equivalente	1 K pasa a	→ 0,77 K
Pérdida de carga en presión	0,1 bar pasa a	→ 0,08 bar

- Media temperatura (-10/+45°C)

	R-22	R-427A
		(Forane® FX100)
Velocidad	1 m/s pasa a	→ 0,81 m/s
Pérdida de carga en temperatura equivalente	1 K pasa a	→ 0,71 K
Pérdida de carga en presión	0,1 bar pasa a	→ 0,08 bar

- Baja temperatura (-30/+45°C)

	R-22	R-427A
		(Forane® FX100)
Velocidad	1 m/s pasa a	→ 0,65 m/s
Pérdida de carga en temperatura equivalente	1 K pasa a	→ 0,48 K
Pérdida de carga en presión	0,1 bar pasa a	→ 0,05 bar

RECOMENDACIÓN:
la línea de descarga / gas caliente puede ser mantenida al sustituir el R-22 por el R427A (Forane® FX100). Verificar la velocidad del refrigerante para garantizar el retorno de aceite.

2.6. EVAPORADORES

Varios aspectos deben ser tenidos en cuenta en los evaporadores cuando se sustituye el R-22 por R427A (Forane® FX100)

2.6.1. Potencia frigorífica.

Debido al deslizamiento de temperatura (7,2 K) del R427A (Forane® FX100), es esperable una disminución de las prestaciones de los evaporadores.

En los evaporadores optimizados para R404A-R507A el menor caudal máxico del 427A con respecto a estos gases tenderá a disminuir todavía más el rendimiento del evaporador. Este punto deberá ser cotejado con el funcionamiento concreto de cada instalación.

2.7. VÁLVULAS DE EXPANSIÓN:

Para un correcto funcionamiento de una válvula de expansión la curva de presión del gas del bulbo ha de ser muy similar a la del gas a controlar. Habida cuenta de que el R427A tiene una presión muy similar al R22, el uso de válvulas termostáticas para R22 con R427A obtendrá buenos resultados.

No obstante, se necesitará la regulación del recalentamiento para compensar el efecto del elevado deslizamiento de temperatura del R427A.

2.8. CALDERERÍA.

En esta categoría se incluyen: Separadores de aceite, recipientes de líquido, separadores de aspiración, etc.. El primer aspecto a tener en cuenta es la presión de timbre, ya que mucha calderería que se utilizaba con R-22 tenía presiones de timbre de 24,5 kg/cm2, ya que las válvulas de seguridad utilizadas también tenían esa presión de tarado. El R427A (Forane® FX100), al tener unas presiones de trabajo muy similares a las del R22 puede mantener las mismas presiones de timbre.

Otro aspecto relevante es que la normativa sobre aparatos a presión, fue modificada en el año 1999, pasando del Reglamento de Aparatos a Presión de 1979 a la Directiva Europea de Aparatos a Presión (PED). Los aparatos con la antigua placa de industria deberían pasar una nueva aprobación bajo el prisma de la PED, ya que el cambio de refrigerante implica una nueva legalización de las instalaciones en las Consejerías de Industria de cada Comunidad Autónoma.

En la mayoría de los casos, no es posible una aprobación PED de la antigua calderería, con lo que lo más habitual y práctico consiste en la sustitución de dicha calderería. Si la calderería está marcada CE respecto de la PED y tiene la presión de servicio superior a 24,5 kg/cm2, dicha calderería puede mantenerse en la sustitución del R-22 por R427A (Forane® FX100)

2.9. FILTROS DESHIDRATADORES

Los filtros deshidratadores para R427A (Forane® FX100) que contienen tamiz molecular deben ser obligatoriamente del tamaño de 3^o.

Algunos filtros deshidratadores para R-22 son del tamaño 4^o, que no son convenientes para R427A (Forane® FX100) Por otro lado, los filtros que contienen alumina activa, si bien están aprobados para su uso con HFC, algunos fabricantes recomiendan filtros deshidratadores totalmente de tamiz molecular, ya que la alumina activa podría llegar a reaccionar con algunos aditivos de los aceites éster.

2.10. OBUSES

Los obuses (válvulas Schrader) tienen una junta en su interior para garantizar su estanqueidad. Algunos obuses con juntas no compatibles con HFC pueden presentar fugas tras algunas horas de funcionamiento. Por lo que se recomienda la sustitución por obuses con juntas compatibles. Basta con sustituir el elemento interior del obús, que es el que tiene la junta.

3 PROCEDIMIENTO DE RECONVERSIÓN DE R-22 a R427A (Forane® FX100)

1.- Comprobar el buen estado de la instalación que funciona con R-22 (fugas, humedad, acidez, temperaturas, etc...).

2.- El lubricante de origen debe ser sustituido por aceite

polioléster. El R427A admite, según el fabricante, un residuo de aceite mineral del 15%.

3.- Recuperar la carga de R-22

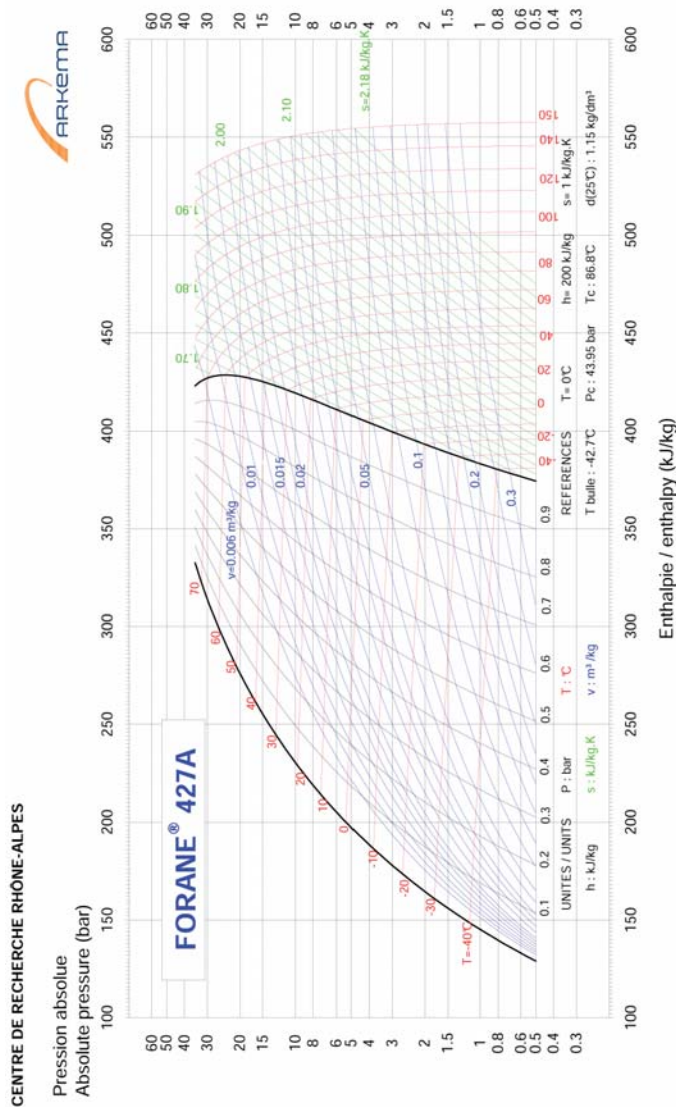
4.- Cambiar el filtro deshidratador, los materiales y las tuberías no compatibles con el R427A (Forane® FX100), según lo indicado en los puntos anteriores.

5.- Hacer vacío a la instalación.

6.- Cargar con R427A (Forane® FX100) 95% de carga respecto al R22.

7.- Poner etiqueta identificando el refrigerante y aceite de la instalación.

FIN DE LA RECONVERSIÓN.



CENTRE DE RECHERCHE RHONE-ALPES