CONGRESO SOBRE TECNOLOGÍAS DE REFRIGERACIÓN

TECNOFRÍO'18

19 Y 20 SEPTIEMBRE 2018

Efectos de F-gas y Ecodiseño en la fabricación de equipos y centrales frigoríficas de HFC.

Javier Cano, INTARCON

Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid

Atecyr
Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración

Comunidad de Madrid

ÍNDICE:

1. Introducción
2. Situación actual
3. Reducción de la carga de refrigerante
4. Reducción del riesgo de fugas
5. Ecodiseño de unidades condensadoras
6. Refrigerantes fluorados de bajo GWP
7. Comparación del efecto invernadero global
8. Conclusiones

Situación actual

Marco normativo

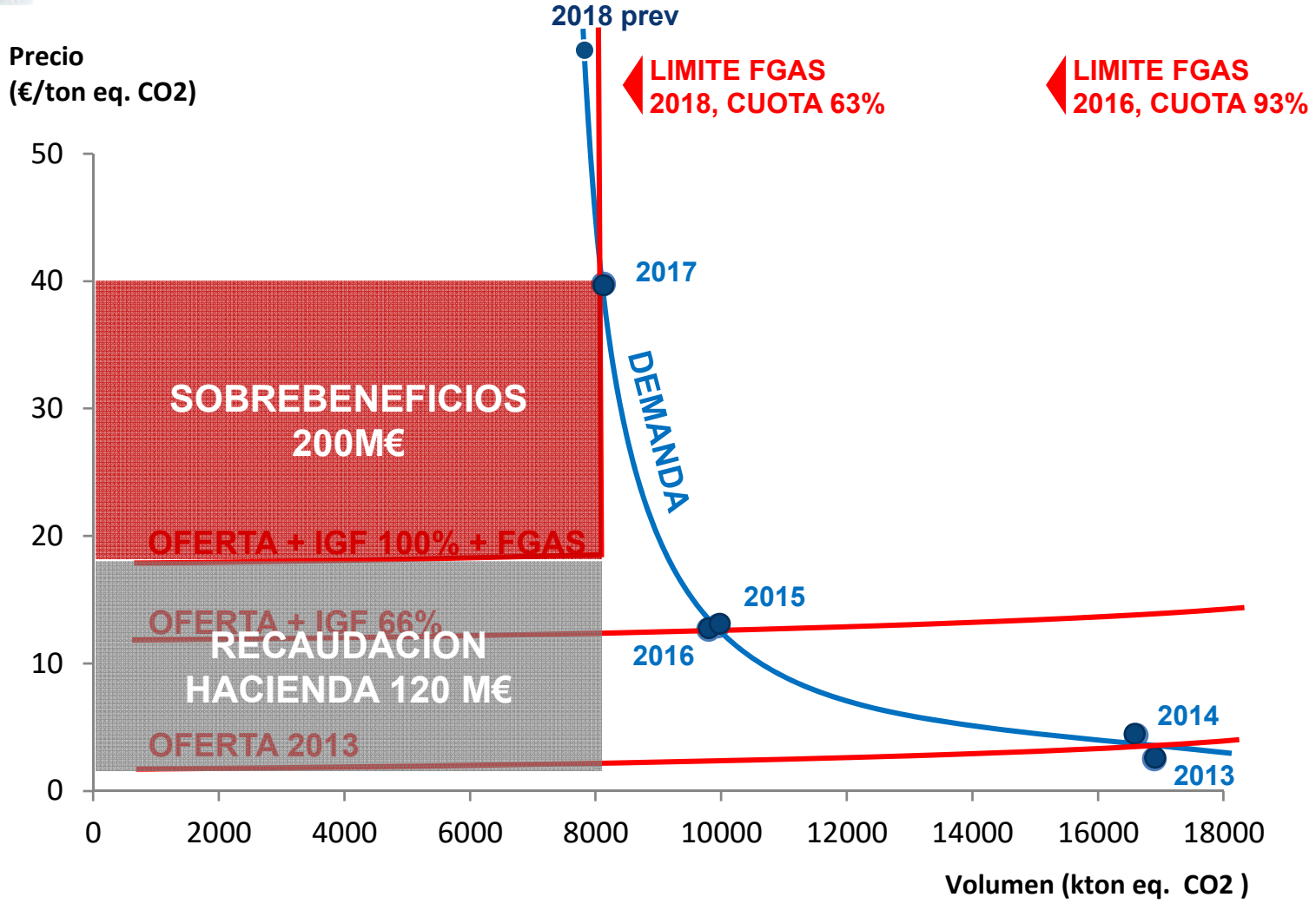
- **Reglamento de Seguridad (RD 138/2011), actualmente en revisión**
  - Instalaciones de nivel 1 hasta 30 kW de potencia eléctrica de compresores por circuito

- **Impuesto de gases fluorados en España (Ley 16/2013)**
  - Gravamen de 20 Eur/ton eq. CO_2, actualmente reducido al 75%.

- **Reglamento F-Gas 517/2014**
  - Límite de potencia frigorífica 40kW para centrales de expansión directa de HFC, a partir de 2022.
  - Sistema de cuotas de comercialización de refrigerantes en la UE.

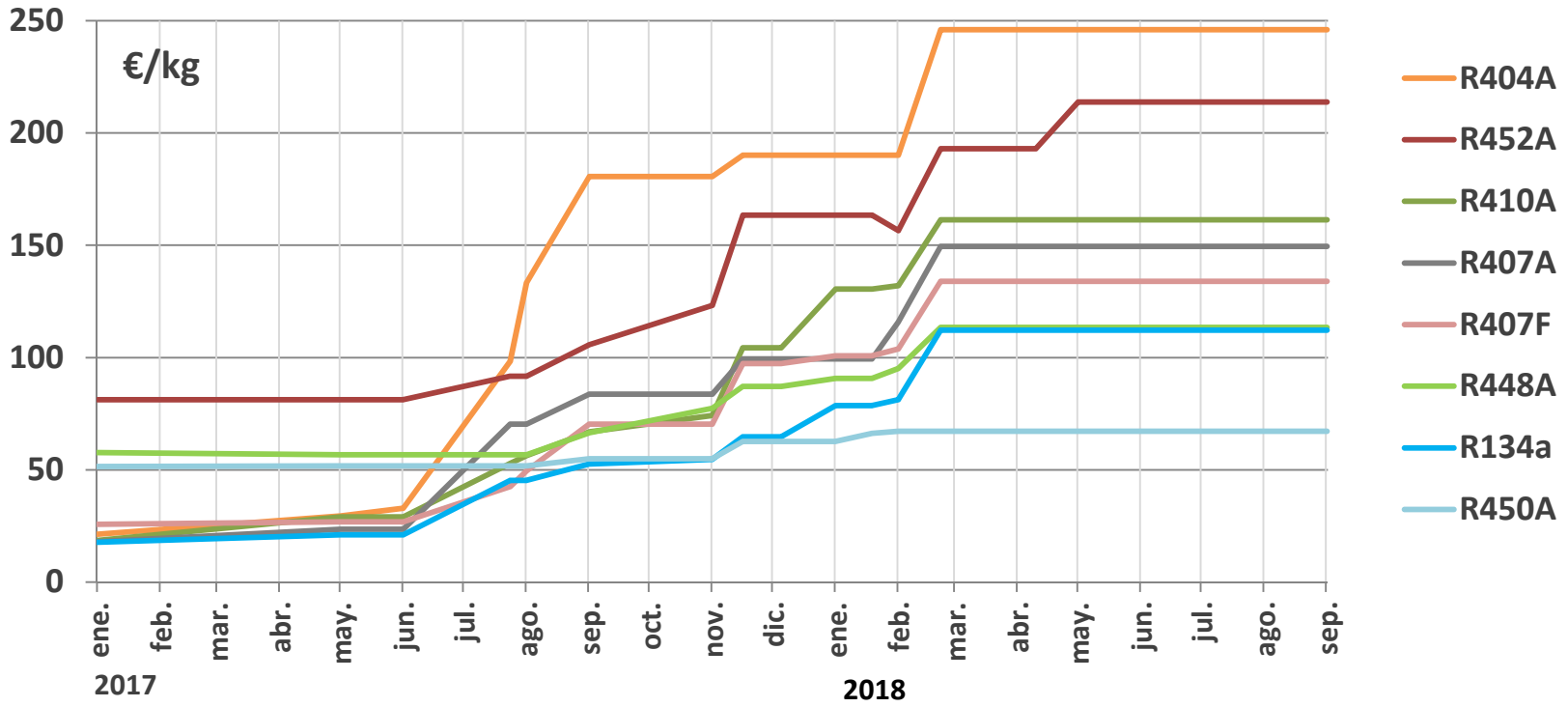
Situación actual

Equilibrio Oferta-Demanda de FGas, Mercado español



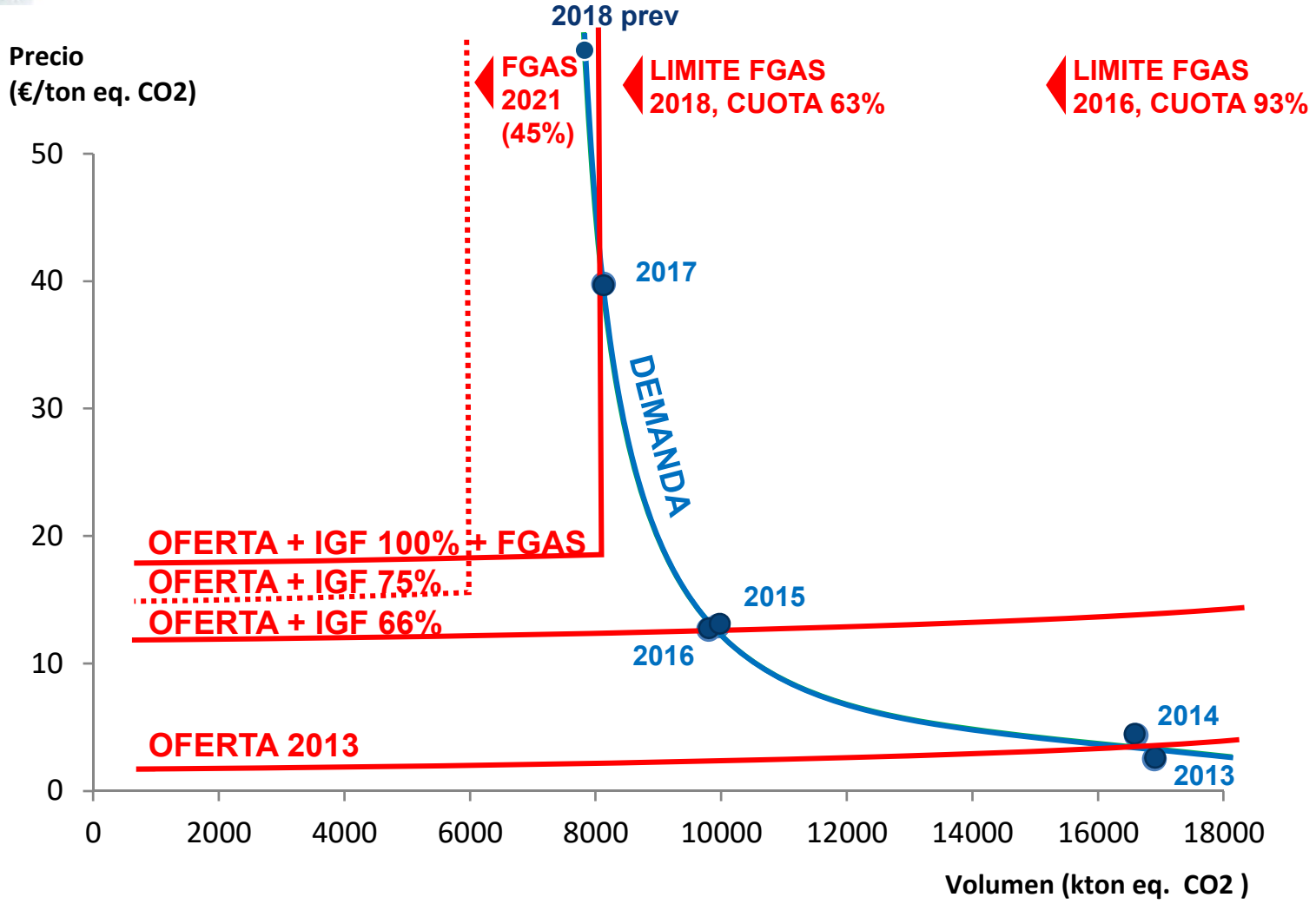
Situación actual

Evolución de precios de refrigerantes



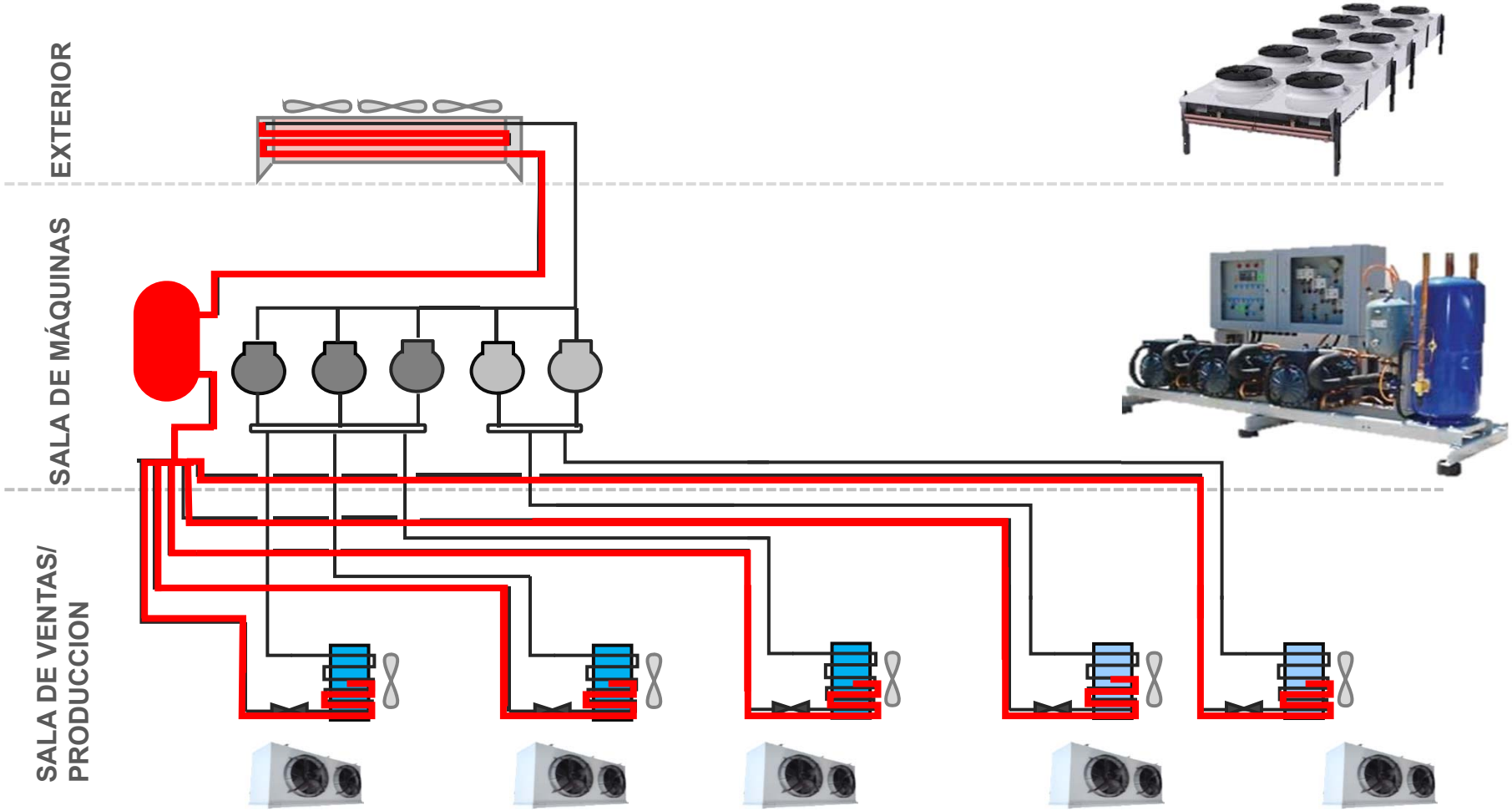
Situación actual

Equilibrio Oferta-Demanda de FGas, Mercado español



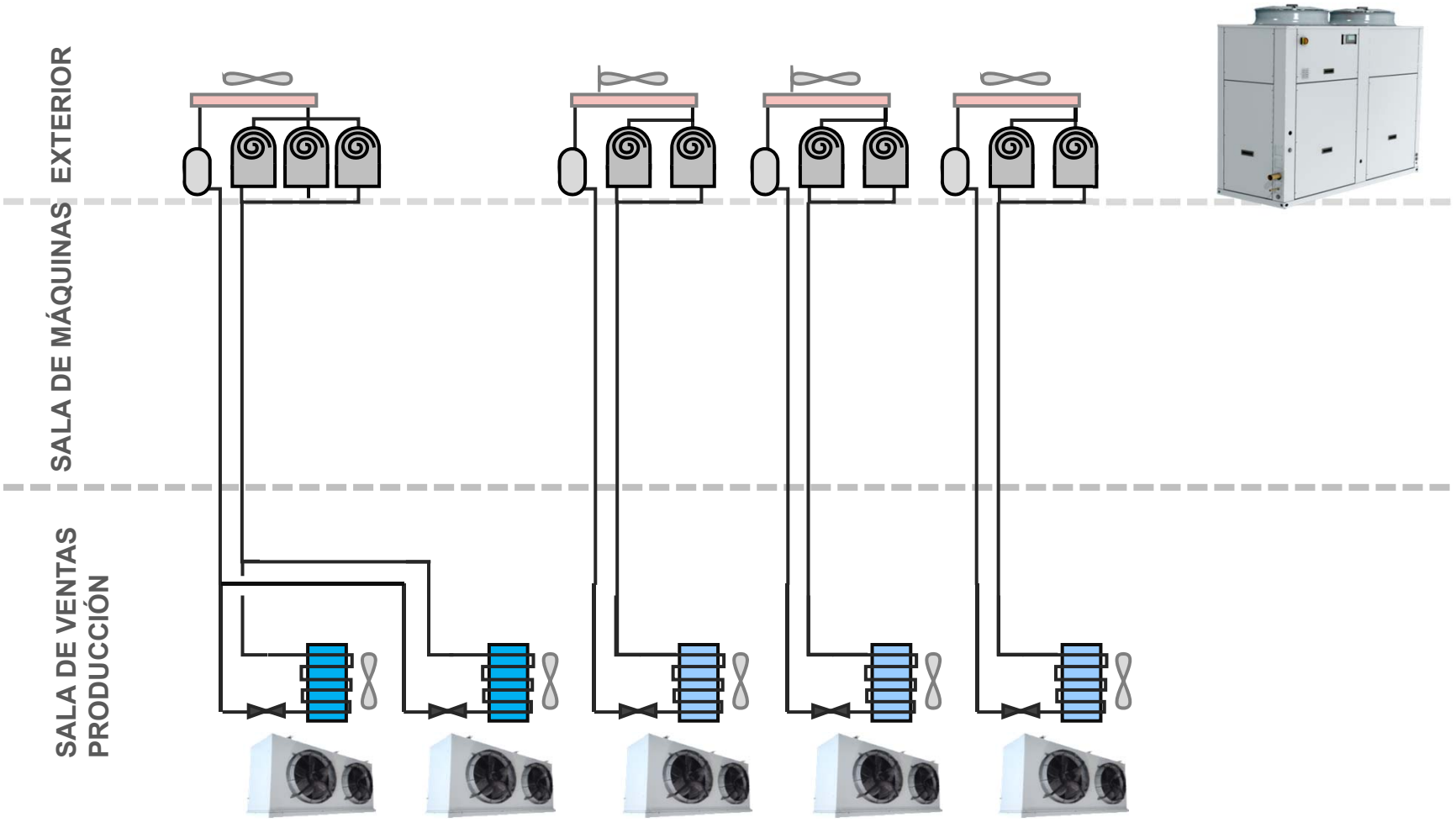
Reducción de carga de refrigerante

Sistema DX centralizado convencional



Sectorización de instalaciones

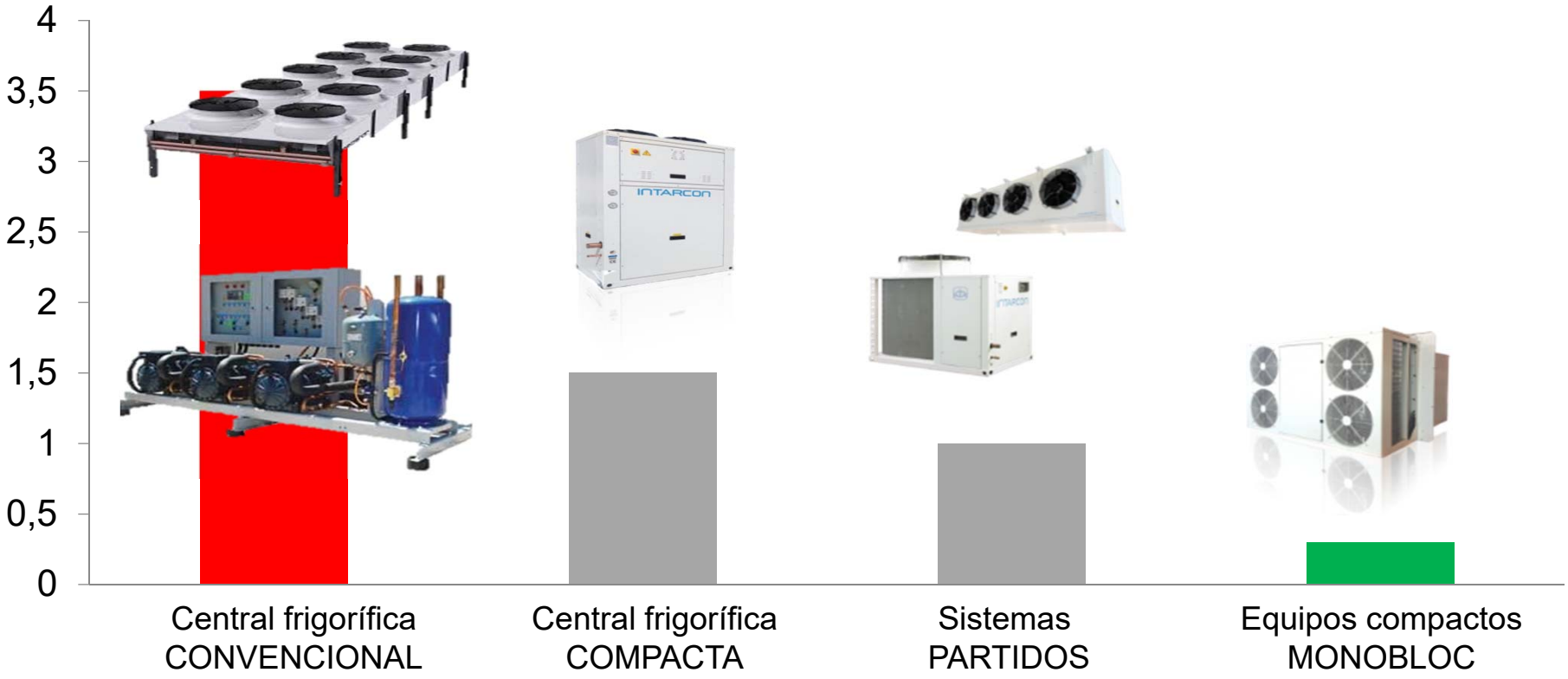
Sectorización de la instalación - Sistema distribuido



Reducción de carga de refrigerante

Comparativa

Carga específica de refrigerante en Kg/kW



Reducción del riesgo de fuga

Evaluación del riesgo

- **Sistema centralizado convencional:**

$$Riesgo_0 = Impacto\ x\ probabilidad = (Precio\ x\ Carga)x\ probabilidad$$

- **Sistema distribuido**

$$Riesgo = \left(Precio\ x \frac{Carga}{\mathbf{2\ x\ 5}}\right) x\ probabilidad$$

- **Sistema distribuido compacto**

$$Riesgo = \left(Precio\ x \frac{Carga}{\mathbf{10\ x\ 10}}\right) x \frac{probabilidad}{\mathbf{10}}$$

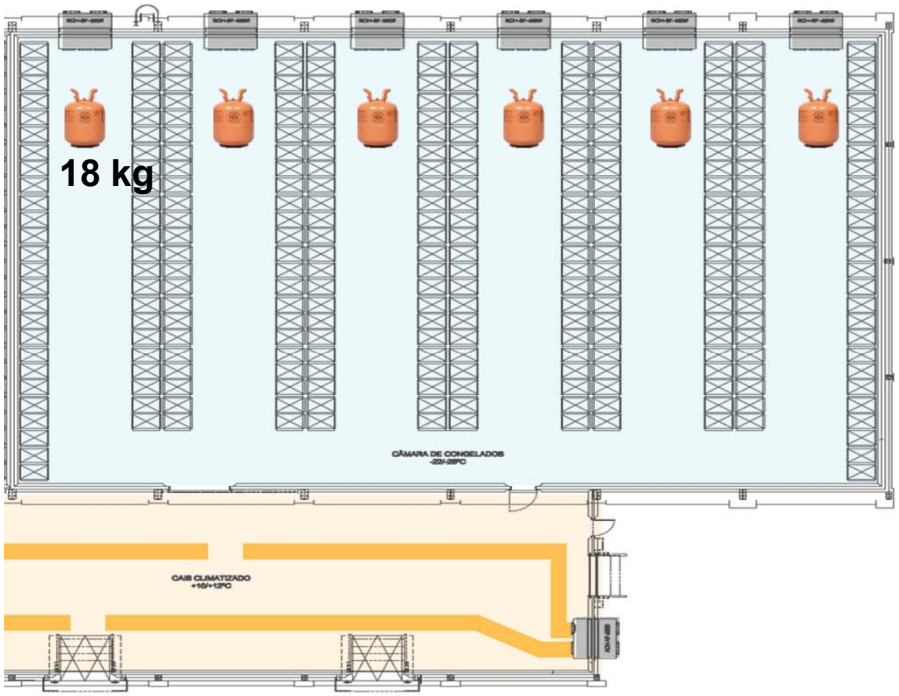
Reducción del riesgo de fuga

Ejemplo: Centros logísticos en Angola

Carga de refrigerante

- Sistemas compactos: 6x 18 kg
- Planta convencional: 1000 kg

CÁMARA DE CONGELADOS 6400m3, 180kW



0m3, 80kW)

Ecodiseño de unidades condensadoras

Exigencias en la UE de COP mínimo y rendimiento estacional SEPR.

Actualmente se aplica a

- Unidades condensadoras
- Centrales de compresores con condensador integrado
- Enfriadoras de procesos

Marco comparativo de rendimiento

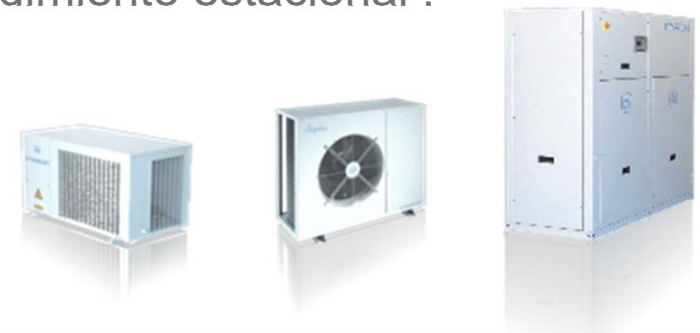
- Ejemplo para unidades condensadoras y centrales MT

SEPR (SH10K)	**2,45***	**2,85**	**3,80**	**4,10**	**4,40**

Ecodiseño de unidades condensadoras

Unidades condensadoras de uno o varios compresores con condensador de aire incorporado.

Requisitos de rendimiento COP o rendimiento estacional .



Temperatura	Potencia nominal PA	Factor	Jul 2016	Jul 2018
MEDIA **Tev -10°C** **Tamb +32°C**	0,2 kW ≤ PA ≤ 1 kW	COP	1,20	1,40
	1 kW < PA ≤ 5 kW	COP	1,40	1,60
	5 kW < PA ≤ 20 kW	SEPR	2,25	2,55
	20 kW < PA ≤ 50 kW	SEPR	2,35	2,65
BAJA **Tev -35°C** Tamb +32°C	0,1 kW ≤ PA ≤ 0,4 kW	COP	0,75	0,80
	0,4 kW < PA ≤ 2 kW	COP	0,85	0,95
	2 kW < PA ≤ 8 kW	SEPR	1,50	1,60
	8 kW < PA ≤ 20 kW	SEPR	1,60	1,70

Ecodiseño de unidades condensadoras

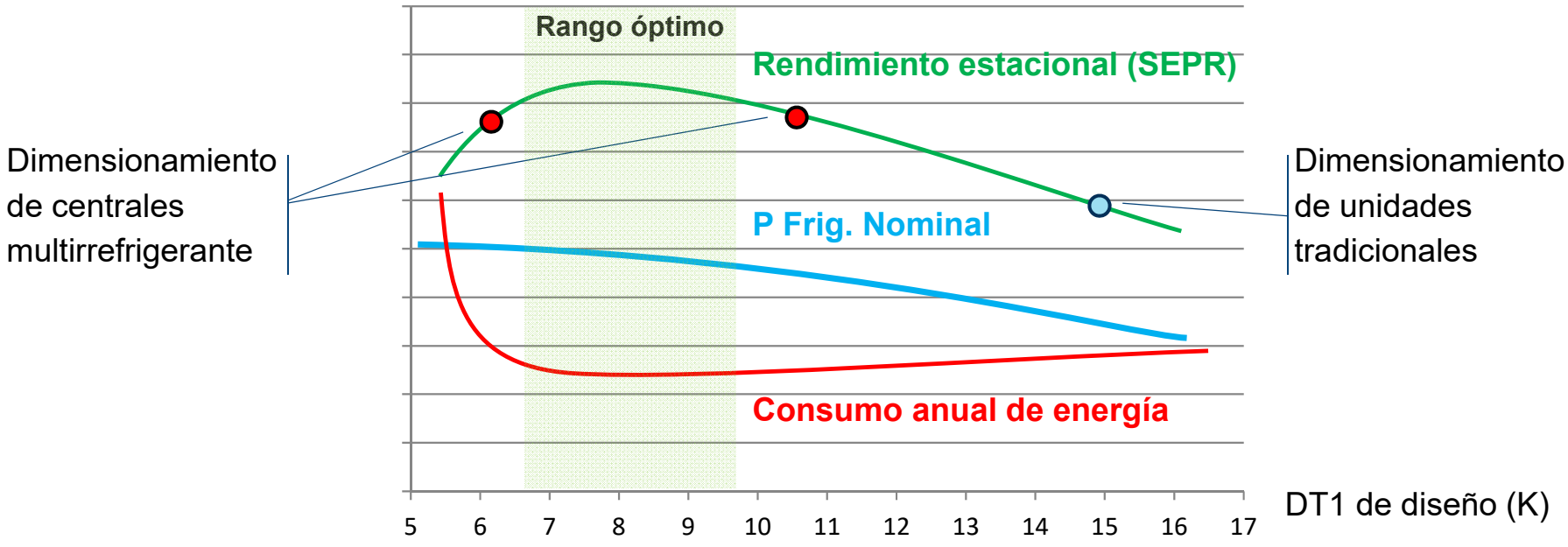
Medidas de ahorro energético

Medida de ahorro energético	Aumento eficiencia	Incremento de coste	Retorno inversión
Sobredimensionamiento de condensadores	+15%	+15%	1,5 años
Compresores de mayor eficiencia energética	+15%	+10%	1 año
Gas refrigerante alternativo	+5%	+5%	1,5 años
Control de condensación proporcional	+5%	+5%	1,5 años
Ventiladores EC (i/ control cond. prop.)	+7.5%	+12%	2.5 años
Inverter en compresor	+10%	+40%*	*
Parcialización: 1 a 2 compresores	+50%	+40%	1,25 años
Parcialización: de 2 a 3 compresores	+7.5%	+10%	1,25 años
Control progresivo de capacidad	+0%	+25%*	*
Control de condensación flotante	+5%	+3%	1 año
Inyección de vapor en compresores scroll BT	+15%	+10%	1 año
Intercambiador interno	+5%	+10%	3 años**

Consumo energético anual del equipo de referencia: 2400 kWh por kW de potencia frigorífica nominal
Coste de energía eléctrica: 0,15 Euros/kWh,. Precio de la unidad condensadora convencional de 500 Eur/kW

Ecodiseño de unidades condensadoras

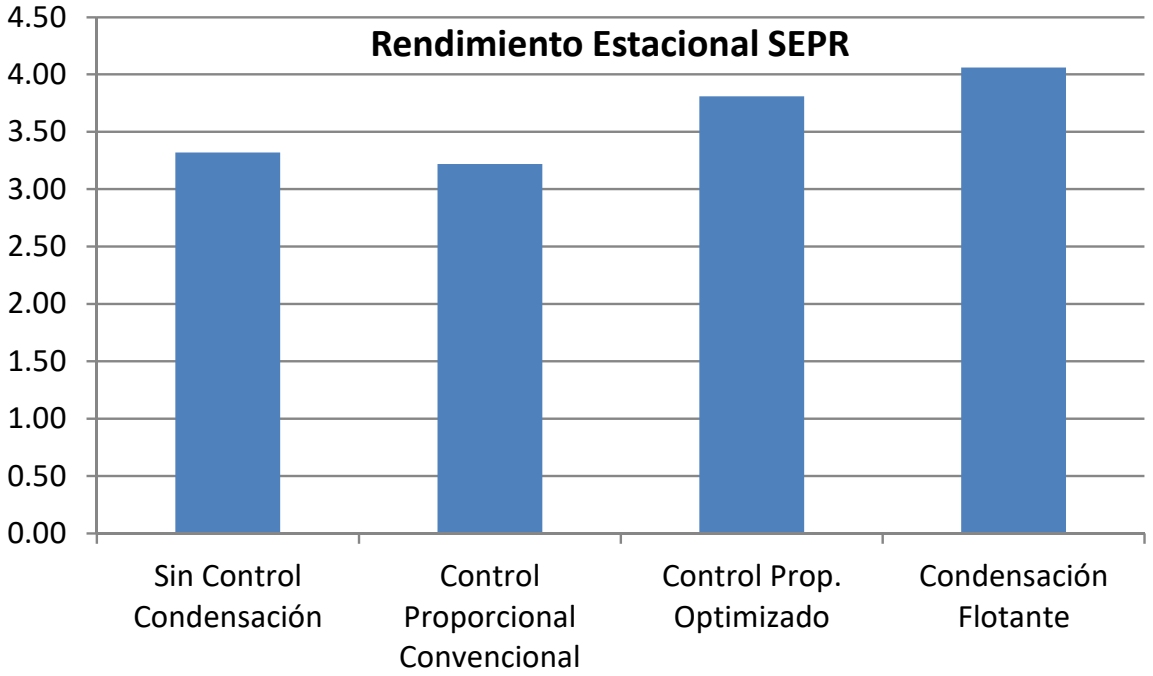
Dimensionamiento de condensadores



- **Dimensionamiento adecuado de condensadores para cada refrigerante**
- **DT1 óptimo de dimensionamiento entre 7 y 9 K**

Ecodiseño de unidades condensadoras

Control de condensación y consigna flotante.



- **Un buen control proporcional o de consigna flotante mejora la eficiencia**
- **Reduce el nivel de ruido y**
- **Extiende el rango de funcionamiento.**

Ecodiseño de unidades condensadoras

Inyección de vapor y subenfriamiento del líquido

EVI

Circuito frigorífico mejorado con subenfriamiento del líquido y recompresión de vapor desde presión intermedia.

Ventajas:

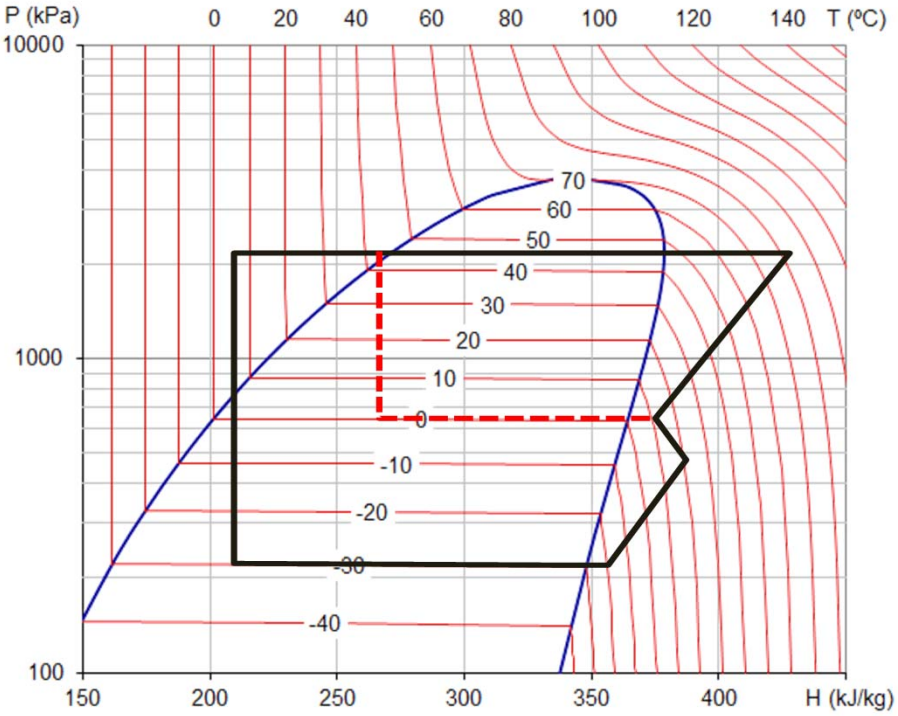
Compresión en 2 etapas

COP mejorado

Menor temperatura de descarga

Mayor capacidad frigorífica

Menor carga de refrigerante



Ecodiseño de unidades condensadoras

Sistema de variación de capacidad VRC Scroll

VRC Scroll

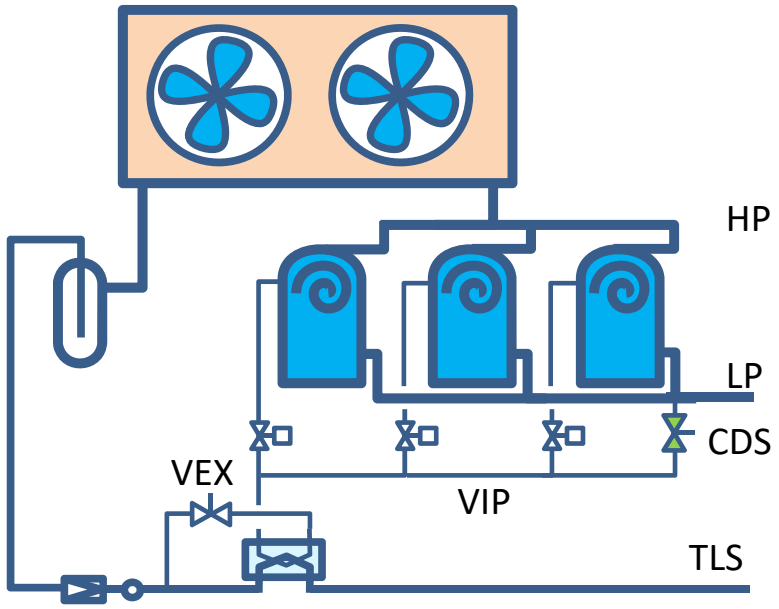
Sistema de variación de capacidad para compresores de inyección de vapor.

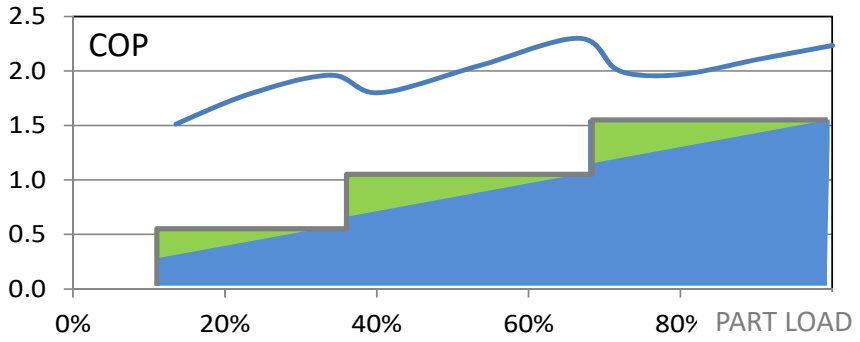
Variación de capacidad del 10% a 100%

Aplicable a conjuntos de 2 o 3 compresores.

Rotación de compresores.

Alto COP en todo el proceso





Ecodiseño de unidades condensadoras

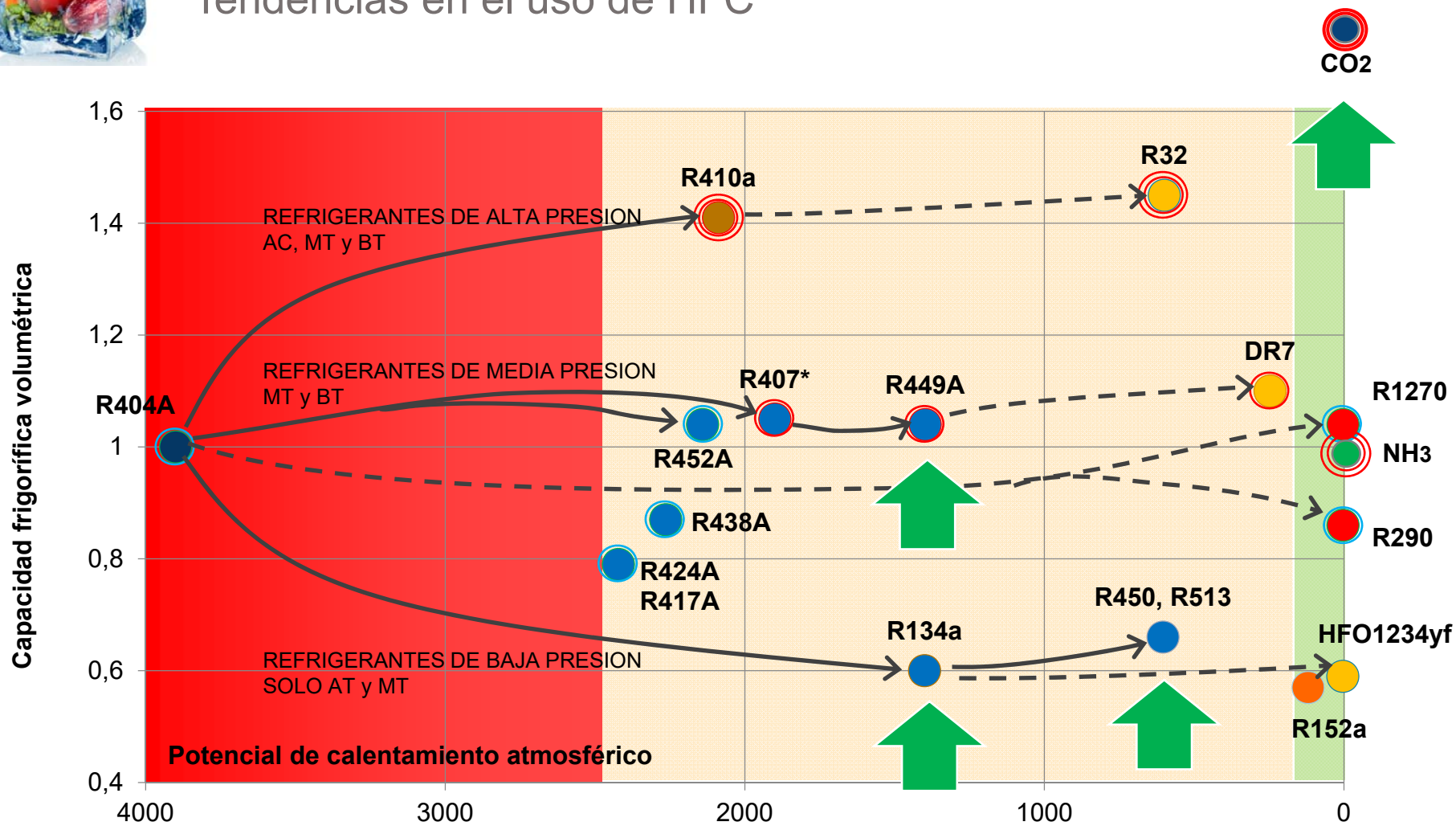
Medidas constructivas

- Construcción para intemperie
- 2 o 3 compresores scroll
- Inyección de vapor en BT.
- Duplicidad de componentes
- Condensador incorporado
- Volúmenes de aire independientes
- Cuadro eléctrico incorporado
- Protecciones eléctricas individuales (magnetotérmico y diferencial)
- Centralita electrónica
- Maniobra de emergencia
- Bajo nivel de ruido
- Potencia 10 - 40kW

INTARCON
INTARCON
INTARCON
INTARCON

Refrigerantes fluorados de bajo GWP

Tendencias en el uso de HFC



Clase: A1 A2L A2 A3 B2L Alta temp. descarga

Basado en NEDO Conference, Japón, 2010

Refrigerantes fluorados de bajo GWP

Consideraciones de ecodiseño

- **Algunos refrigerantes implican una mayor eficiencia energética:**
  - El R134A por ejemplo mejora en más de un 5% en SEPR
  - Las mezclas con deslizamiento se ven desfavorecidas por criterios de Ecodiseño
  - El CO2 por ejemplo implica una reducción del SEPR superior al 15%.

- **El reglamento de Ecodiseño admite un 10% de menor eficiencia con refrigerantes ecológicos (GWP < 150)**
  - Un 10% de menor eficiencia en una central frigorífica equivale a…

    un consumo adicional de 150 kWh al año para el bombeo de cada kg de refrigerante.

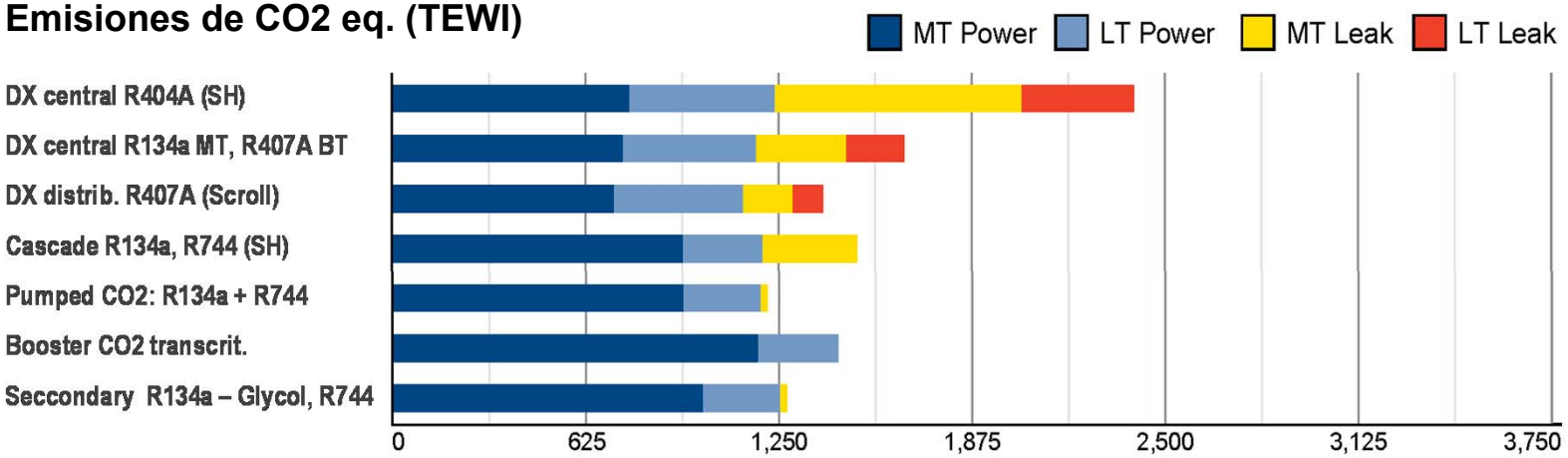
    500 ton eq. CO2 por kg de refrigerante en un horizonte de 10 años.

    “El PCA indirecto de un kg de refrigerante CO2 es del orden de 500”

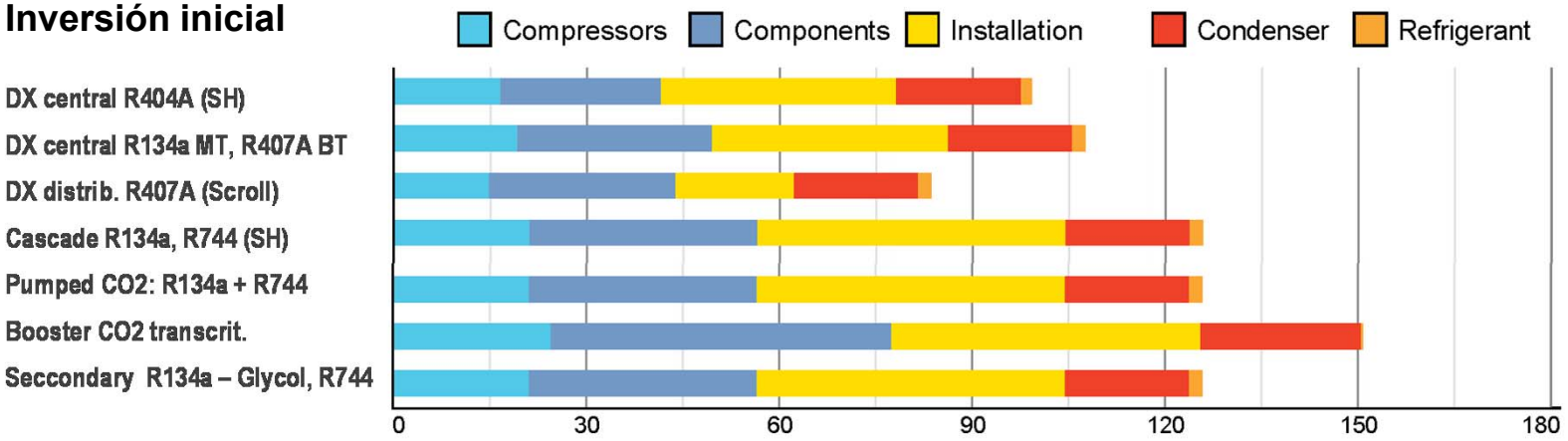
Comparación del efecto invernadero total

Gráfico comparativo de distintos sistemas

Emisiones de CO2 eq. (TEWI)



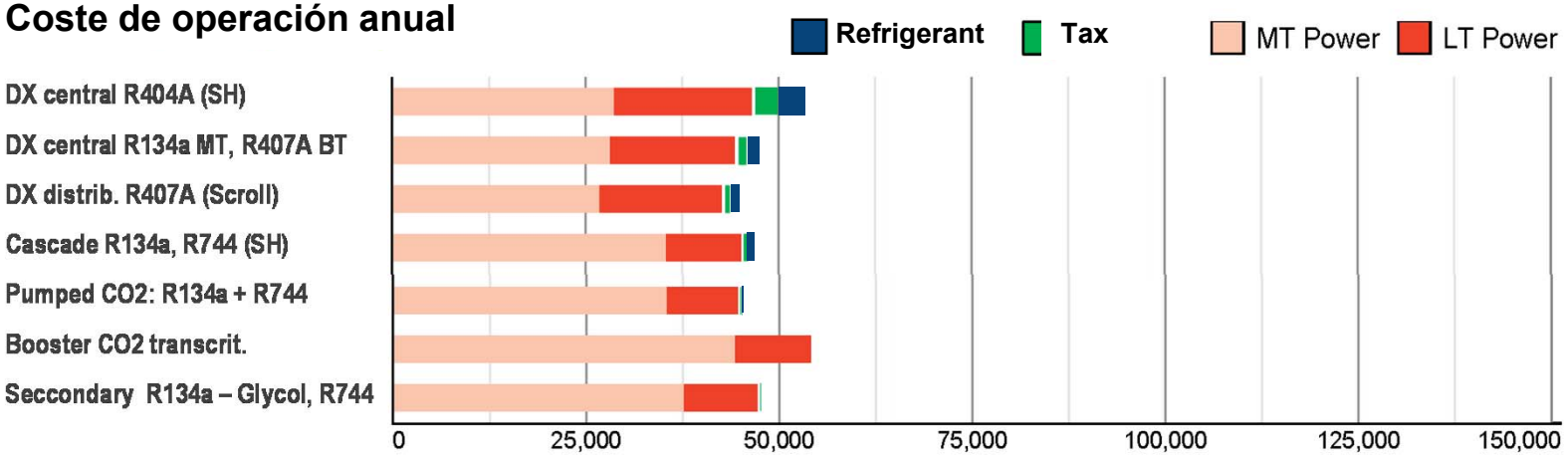
Inversión inicial



Comparación del efecto invernadero total

Gráfico comparativo de distintos sistemas

Coste de operación anual



Source: The Right Balance Calculator, Emerson Climate Technologies.

http://www.emersonclimate.com/europe/en-eu/Resources/Software_Tools/The_Right_Balance_Calculator/Pages/Calculator.aspx

50kW MT, 15kW BT, Southern Europe, 0.4 kgCO2/kWh, 0.15€/kWh,

Leakage rate: DX central: 15%, DX distrib. 10%, Second. 2%.

Conclusiones

- La expansión directa distribuida de refrigerantes HFC (134A, R449A y R448A) es hoy en día la opción de menor coste de inversión y mantenimiento en instalaciones de refrigeración comercial.
- Es también la opción energéticamente más eficiente, con un excelente índice TEWI.
- El coste del refrigerante fluorado sigue siendo una pequeñisima parte de los costes de operación.
- Los nuevos equipos compactos y centrales compactas de HFC han alcanzado un alto grado de evolución tecnológica sin precedentes.

CONGRESO SOBRE TECNOLOGÍAS DE REFRIGERACIÓN

TECNOFRÍO'18

19 Y 20 SEPTIEMBRE 2018

GRACIAS POR TU ATENCIÓN

jcano@intarcon.com

INTARCON