

“Tecnologías y sustancias alternativas a las SAO en el sector de refrigeración y aire acondicionado”

San José, 05 de abril de 2017

Rodolfo Elizondo Hernández



Al servicio
de las personas
y las naciones

“Tecnologías y sustancias alternativas a las SAO en el sector de refrigeración y aire acondicionado”

Principios básicos de refrigeración

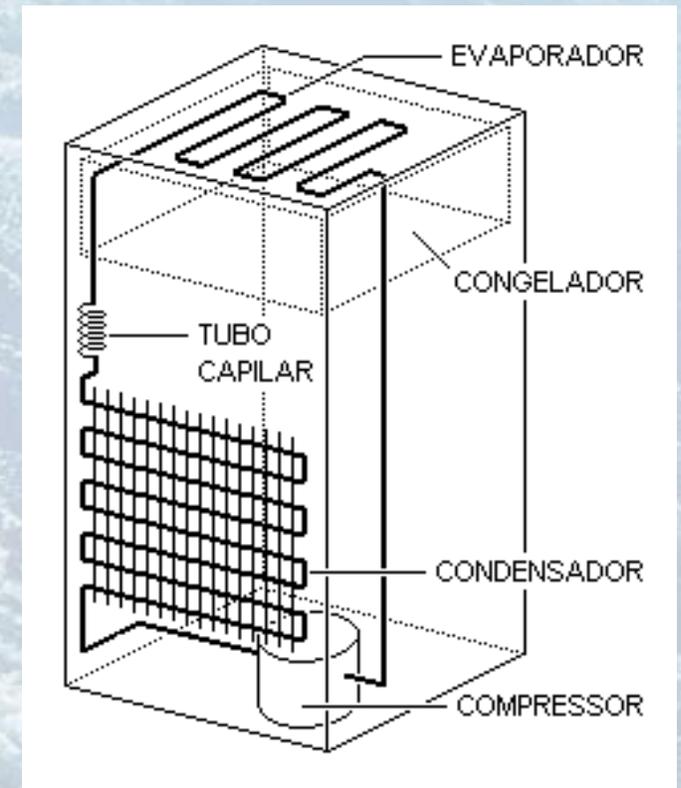
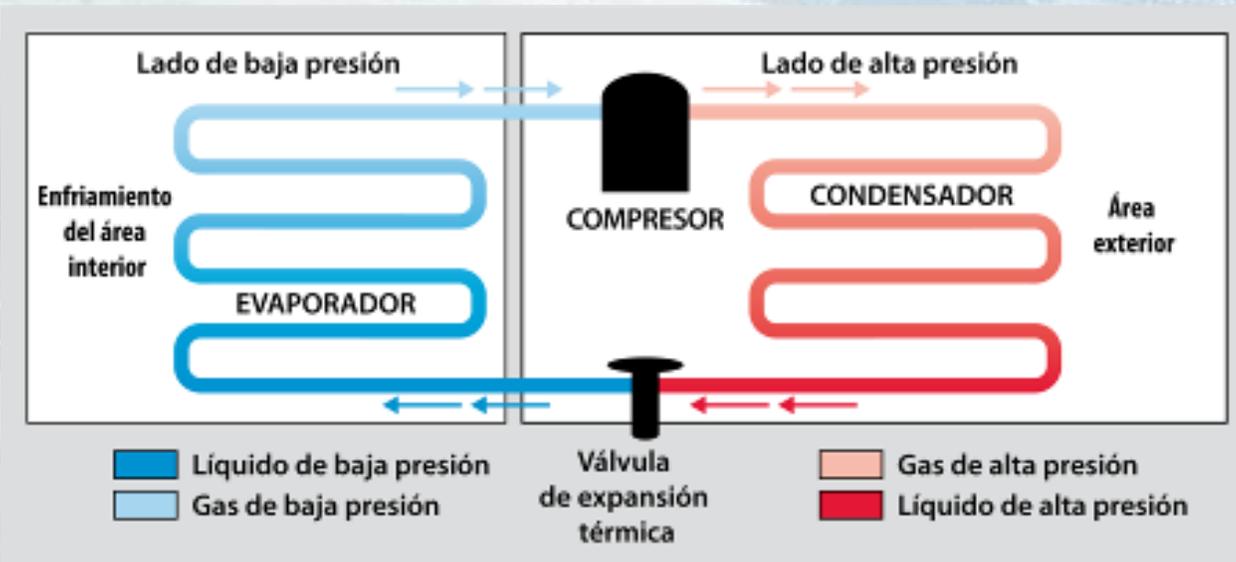
Refrigerante

- **Es cualquier fluido en estado gaseoso o estado líquido utilizado en la transmisión de calor, en un sistema frigorífico.**
- **Tiene la capacidad de absorber calor a bajas T y presión, cediéndolo a T y presión más elevadas. Este proceso tiene lugar con cambios de estado del fluido.**

“Tecnologías y sustancias alternativas a las SAO en el sector de refrigeración y aire acondicionado”

Principios básicos de refrigeración

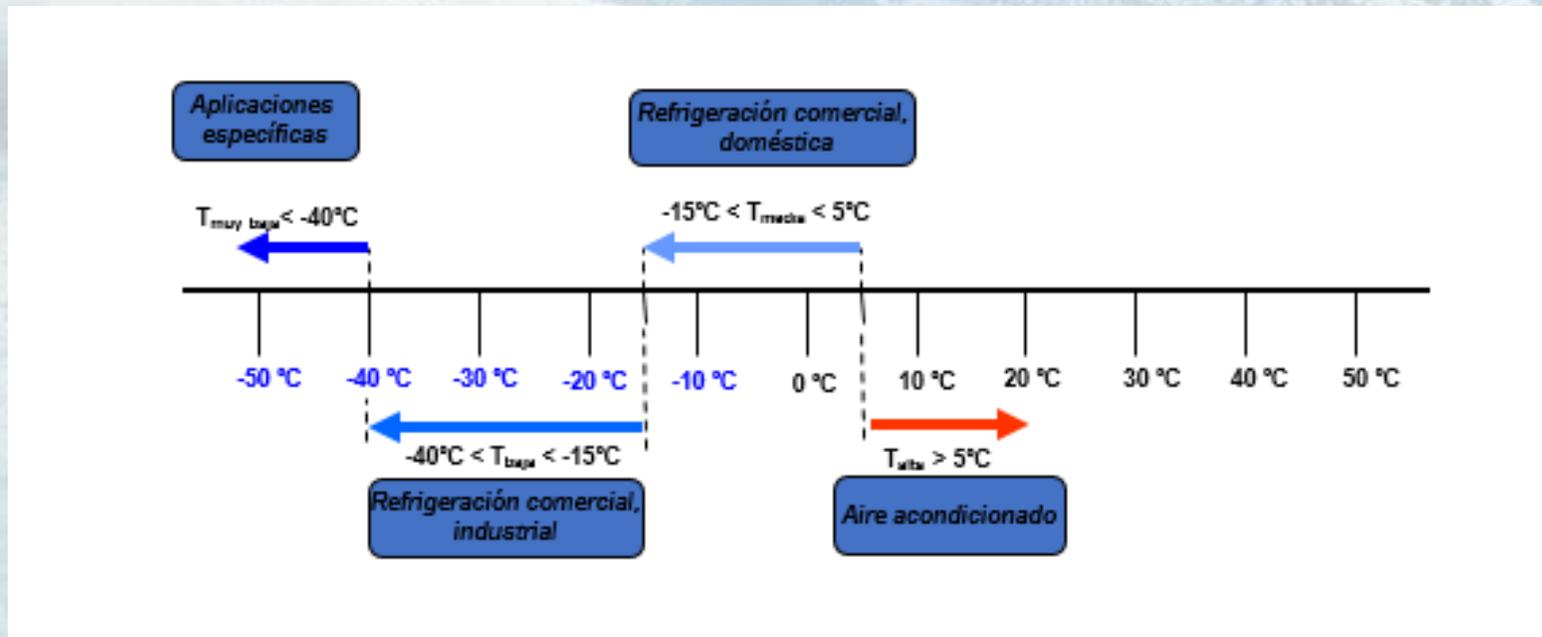
Ciclo de refrigeración (compresión de vapor)



“Tecnologías y sustancias alternativas a las SAO en el sector de refrigeración y aire acondicionado”

Principios básicos de refrigeración

Clasificación de sistemas de refrigeración (temperaturas de evaporación)



“Tecnologías y sustancias alternativas a las SAO en el sector de refrigeración y aire acondicionado”

Usos de la refrigeración y el aire acondicionado

Refrigeración	Climatización
Procesos industriales.	Control de temperatura.
Conservación de alimentos.	Control de humedad.
Transporte de alimentos.	Filtración de ambientes.

“Tecnologías y sustancias alternativas a las SAO en el sector de refrigeración y aire acondicionado”

Tecnologías aplicables a la refrigeración y el aire acondicionado

Tecnología actuales	Tecnologías en estudio
Compresión de vapor (mecánica).	Not In Kind Technologies (NIK)
<ul style="list-style-type: none">• Compresor recíprocante.	<ul style="list-style-type: none">• Membrane heat pump.
<ul style="list-style-type: none">• Compresor centrífugo.	<ul style="list-style-type: none">• Thermo-elastic.
<ul style="list-style-type: none">• Compresor tornillo.	<ul style="list-style-type: none">• Evaporative liquid desiccant A/C.
Absorción.	<ul style="list-style-type: none">• Magneto- caloric
	<ul style="list-style-type: none">• Evaporative cooling.
	<ul style="list-style-type: none">• Thermo-electric

“Tecnologías y sustancias alternativas a las SAO en el sector de refrigeración y aire acondicionado”

Tecnologías aplicables a la refrigeración y el aire acondicionado

Refrigeración con hielo.



“Tecnologías y sustancias alternativas a las SAO en el sector de refrigeración y aire acondicionado”

Tecnologías aplicables a la refrigeración y el aire acondicionado

Refrigeración doméstica.



“Tecnologías y sustancias alternativas a las SAO en el sector de refrigeración y aire acondicionado”

Refrigeración doméstica.

Temperatura de operación	Refringente tradicional	Refrigerantes alternativos
Media.	R-134a, R-600a	R-600a

“Tecnologías y sustancias alternativas a las SAO en el sector de refrigeración y aire acondicionado”

Tecnologías aplicables a la refrigeración y el aire acondicionado

Refrigeración comercial.



“Tecnologías y sustancias alternativas a las SAO en el sector de refrigeración y aire acondicionado”

Refrigeración comercial.

Temperatura de operación	Refringente tradicional	Refrigerantes alternativos
Media.	HFC-134a; HCFC-22	HC-290, HC-600a
Baja.	HFC-404A	R-717, R-744
Media y baja.	R717, R-744	R-717, R-744
Media y baja. (supermercados)	Equipo nuevo.	R744/134A; R-744/R-717
Media y baja. (supermercados)	Equipo nuevo.	R-448A, R-449A; R-450A; R-513A
Media y baja. (supermercados)	Equipo nuevo	R-407A; R407F

“Tecnologías y sustancias alternativas a las SAO en el sector de refrigeración y aire acondicionado”

Tecnologías aplicables a la refrigeración y el aire acondicionado

Refrigeración industrial.



“Tecnologías y sustancias alternativas a las SAO en el sector de refrigeración y aire acondicionado”

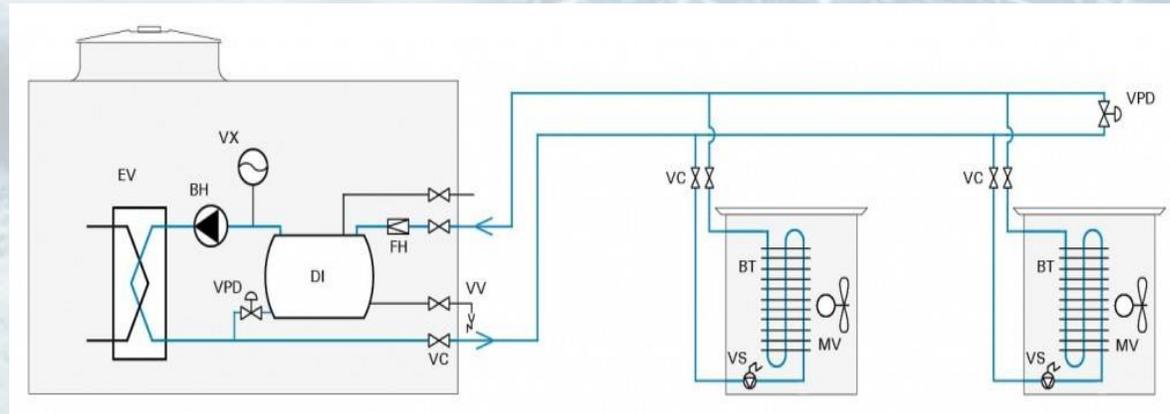
Refrigeración Industrial.

Temperatura de operación	Refringente tradicional	Refrigerantes alternativos
Baja.	HFC-404A	R717, R744
Media.	HCFC-22	R-290
Media y baja.	R-717	R-717
Baja.	R-744	R-744

“Tecnologías y sustancias alternativas a las SAO en el sector de refrigeración y aire acondicionado”

Tecnologías aplicables a la refrigeración y el aire acondicionado

Refrigeración industrial (chiller).



“Tecnologías y sustancias alternativas a las SAO en el sector de refrigeración y aire acondicionado”

Refrigeración industrial (chiller).

Temperatura de operación	Refringente tradicional	Refrigerantes alternativos
Media	R-123	R-514A (Ch. centrif.)
Media	R-134a	R-513A
Alta	R-410A	R-32; R-452B
Media, baja	R-717	R-717
Baja	R-744	R-744
	Desarrollo de nuevas aplicaciones.	HCFO-1233zd; HFO-1234yf; HFO-1234ze

“Tecnologías y sustancias alternativas a las SAO en el sector de refrigeración y aire acondicionado”

Tecnologías aplicables a la refrigeración y el aire acondicionado

Transporte refrigerado.



“Tecnologías y sustancias alternativas a las SAO en el sector de refrigeración y aire acondicionado”

Transporte refrigerado

Temperatura de operación	Refringente tradicional	Refrigerantes alternativos
Baja	R-404A	R-404A
Baja	R-744	R-744
Media	R-134a	R-448A; R-449A; R-513A
Baja	Equipos nuevos	R-452A

“Tecnologías y sustancias alternativas a las SAO en el sector de refrigeración y aire acondicionado”

Tecnologías aplicables a la refrigeración y el aire acondicionado

Aire acondicionado doméstico-comercial.



“Tecnologías y sustancias alternativas a las SAO en el sector de refrigeración y aire acondicionado”

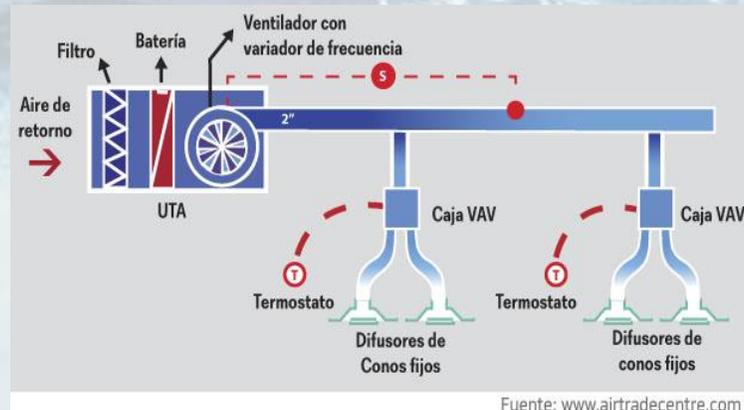
Aire acondicionado doméstico-comercial.

Temperatura de operación	Refringente tradicional	Refrigerantes alternativos
Alta	R-22	R-290
Alta	HFC-410A	R-32, R-290

“Tecnologías y sustancias alternativas a las SAO en el sector de refrigeración y aire acondicionado”

Tecnologías aplicables a la refrigeración y el aire acondicionado

Aire acondicionado industrial.



“Tecnologías y sustancias alternativas a las SAO en el sector de refrigeración y aire acondicionado”

Aire acondicionado industrial.

Temperatura de operación	Refringente tradicional	Refrigerantes alternativos
Alta	R-22	R-410A, R-32
Alta	R-123	R-513A
Alta y media.	R-717	R-717

“Tecnologías y sustancias alternativas a las SAO en el sector de refrigeración y aire acondicionado”

Tecnologías aplicables a la refrigeración y el aire acondicionado

Aire acondicionado móvil.



“Tecnologías y sustancias alternativas a las SAO en el sector de refrigeración y aire acondicionado”

Aire acondicionado móvil.

Temperatura de operación	Refringente tradicional	Refrigerantes alternativos
Media	R-134a	R-134a; R-1234 yf
Media	R-134a	R-744 (CO ₂) nuevos desarrollos.

“Tecnologías y sustancias alternativas a las SAO en el sector de refrigeración y aire acondicionado”

Impacto total equivalente de calentamiento (TEWI)

$$***TEWI = Efecto directo + Efecto indirecto***$$

M'' = representa el total de emisiones en términos de CO₂ equivalente para cada tipo de refrigerante (i), en kg.

M' = es la masa de refrigerante fugado o liberado al ambiente en kg.

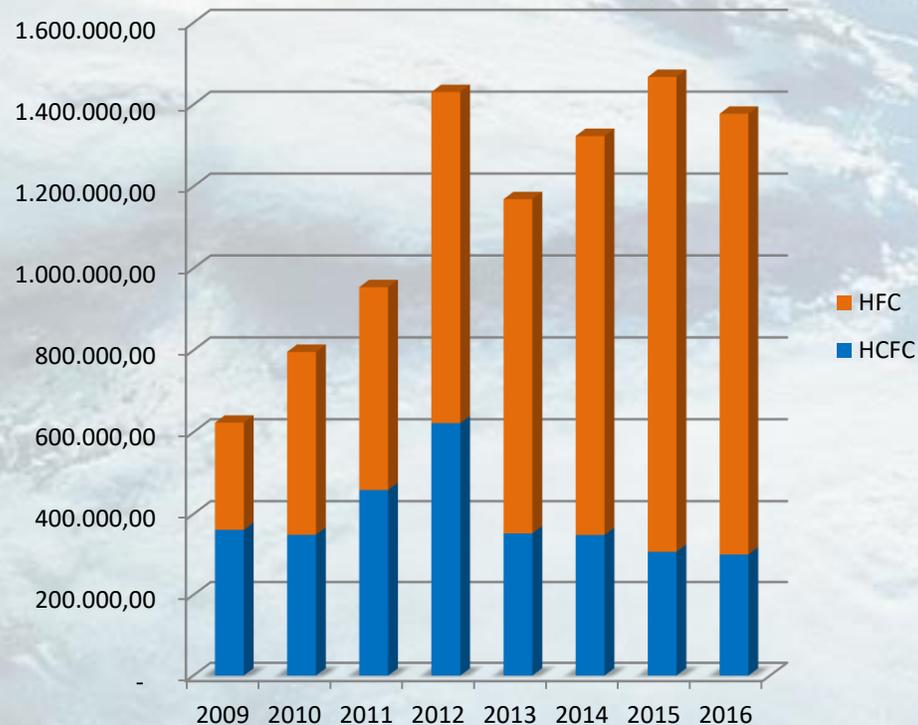
M'' = es el total de masa de CO₂ emitido por la generación de energía eléctrica requerida para la operación del sistema en kg.

GWP = es el potencial de calentamiento global de cada tipo de refrigerante, referido a un escenario de 100 años.

“Tecnologías y sustancias alternativas a las SAO en el sector de refrigeración y aire acondicionado”

Importación de refrigerantes en CR (2009-2016)

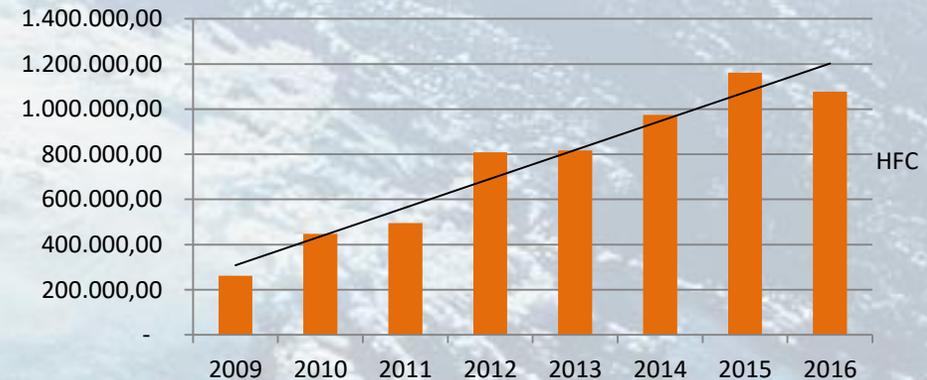
Total de TM de CO2 equivalente por importación de gases refrigerantes en CR (09-16)



Fuente: Creación propia con datos de [MINAE](#)



Total Ton CO2 eq por consumo de gas refrigerante HFC



“Tecnologías y sustancias alternativas a las SAO en el sector de refrigeración y aire acondicionado”

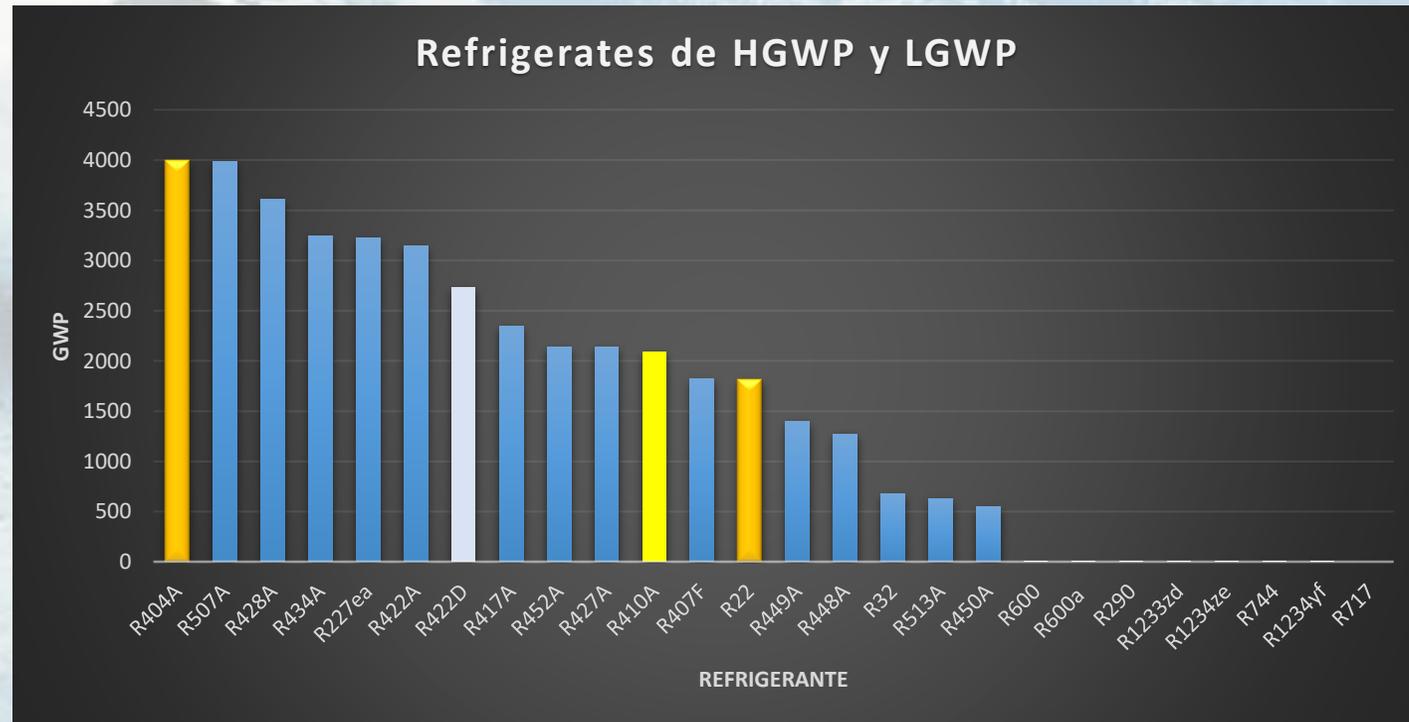
Clasificación del potencial de calentamiento global de refrigerantes (GWP)

Table 2-7: Classification of 100 year GWP levels

100 Year GWP	Classification
< 30	Ultra-low or Negligible
< 100	Very low
< 300	Low
300-1000	Medium
> 1000	High
> 3000	Very high
> 10000	Ultra-high

“Tecnologías y sustancias alternativas a las SAO en el sector de refrigeración y aire acondicionado”

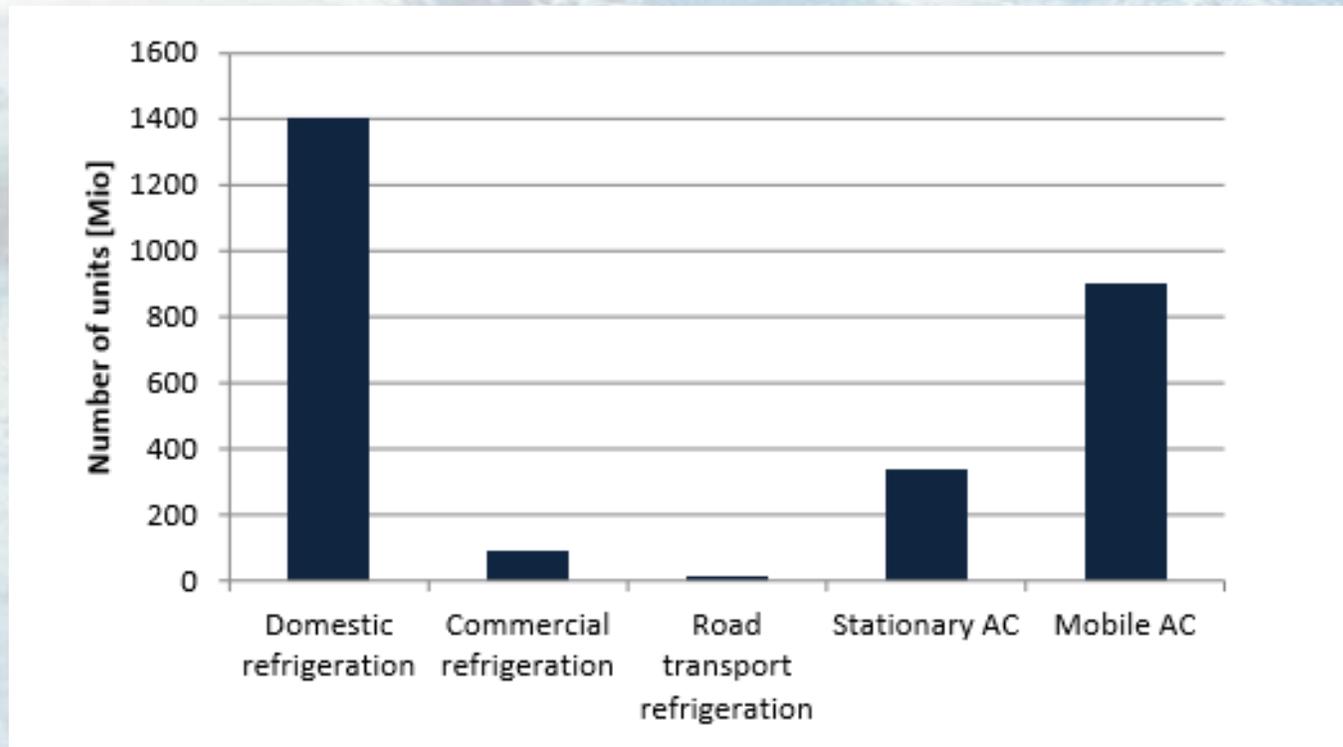
GWP de Refrigerantes



Fuente: Construcción propia con datos de fabricantes

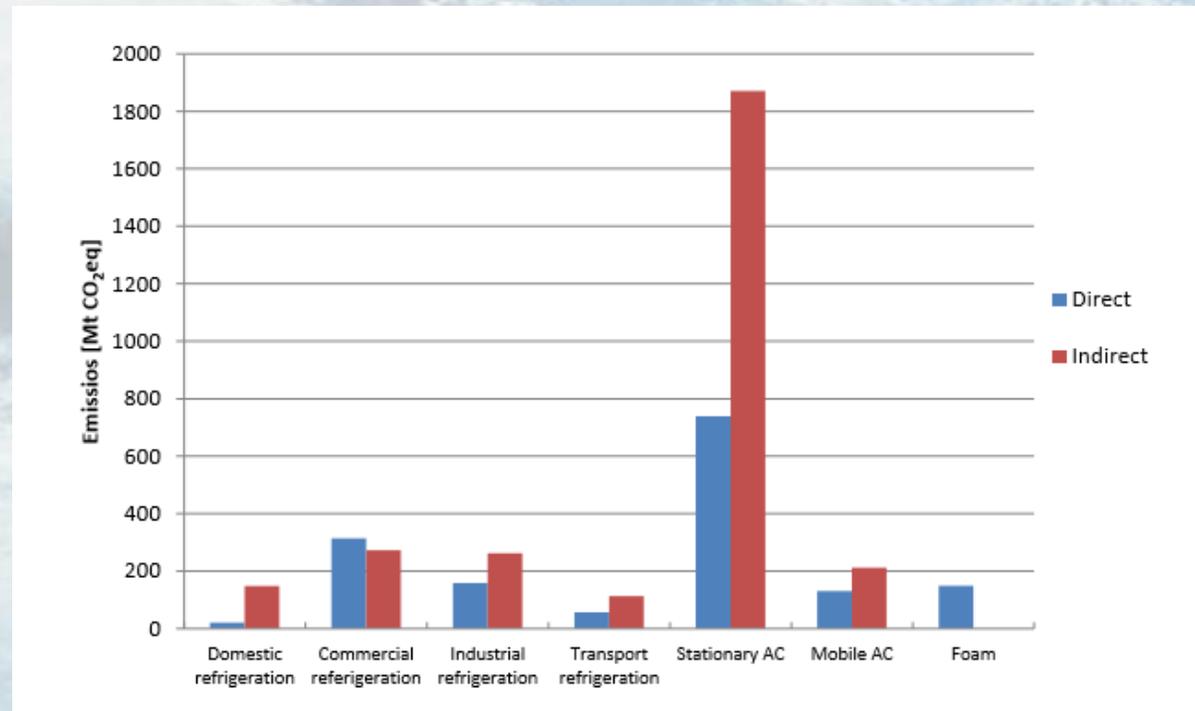
“Tecnologías y sustancias alternativas a las SAO en el sector de refrigeración y aire acondicionado”

Cantidad de sistemas RAC instalados globalmente



“Tecnologías y sustancias alternativas a las SAO en el sector de refrigeración y aire acondicionado”

Cantidad de emisiones de CO₂ eq producidas por sistemas RAC globalmente



“Tecnologías y sustancias alternativas a las SAO en el sector de refrigeración y aire acondicionado”

Información de Contacto

Ing. Rodolfo Elizondo Hernández

Email: relizondo@minae.go.cr;

Teléfono: 2257-1839



Al servicio
de las personas
y las naciones