



*Empowered lives.
Resilient nations.*

La Enmienda de Kigali

Retos y oportunidades

Roberto A. Peixoto

- Enmienda de Kigali
- Alternativas para el sector de RAC
- Consideraciones Generales
- Fluidos de bajo GWP
- Barreras y retos
- Observaciones finales

Enmienda de Kigali Antecedentes

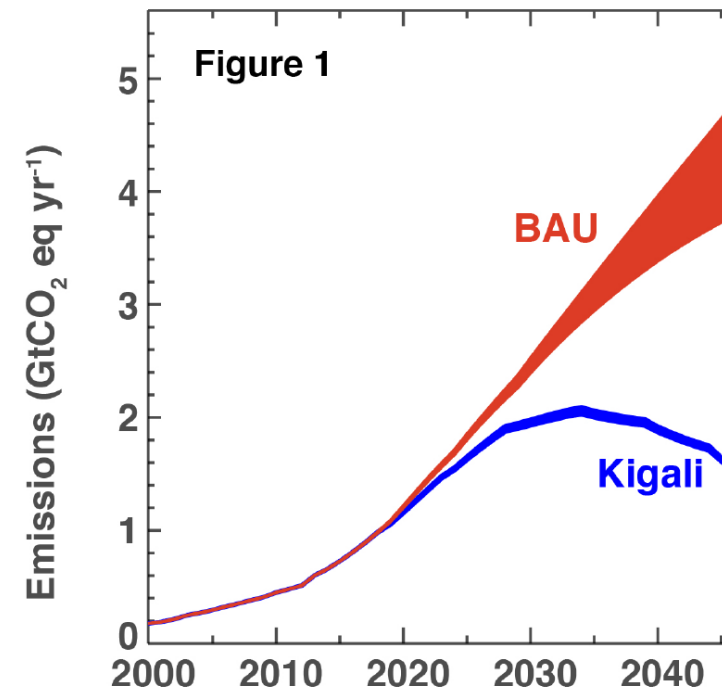
- CFC, HCFC son potentes gases de efecto invernadero.
- El Protocolo de Montreal ha tenido una enorme contribución a la protección del clima.
- cinco veces el objetivo de reducción anual del Protocolo de Kyoto para el período 2008-2012

Enmienda de Kigali Antecedentes

- El beneficio climático podría reducirse o perderse totalmente en el futuro si las emisiones de algunos HFC continúan aumentando.
- Las partes en el Protocolo de Montreal comenzaron las discusiones sobre una enmienda para agregar HFC y horarios de control al Protocolo de Montreal en 2009
- Motivo: los HFC se desarrollaron y promovieron como resultado de las medidas de control del CFC y HCFC del Protocolo de Montreal.

¿Por qué la Enmienda de Kigali?

- Oportunidad para reducir las emisiones de gases efecto invernadero aprovechando la estructura del Protocolo de Montreal.
- Grandes impactos (evitar el incremento de 0.5 °C para el 2100).
- Impacto comprobado del Protocolo de Montreal.
- Conocimiento de los sectores consumidores.
- Ratificación universal.
- Estructuras nacionales (por ejemplo OTOZ).



To slash or to trim

Emission reductions by policies/actions, bn tonnes CO₂ equivalent

1

Policy/Action	Cumulative emissions	Period	Annual emissions*
Montreal protocol ¹	135.0bn	1989-2013	5.6bn
Hydropower worldwide ²	2.8bn	2010	2.8bn
Nuclear power worldwide ²	2.2bn	2010	2.2bn
China one-child policy ³	1.3bn	2005	1.3bn
Other renewables worldwide ²	600m	2010	600m
US vehicle emissions & fuel economy standards ⁴	6.0bn	2012-25	460m
Brazil forest preservation ⁵	3.2bn	2005-13	400m
India land-use change ⁶	177m	2007	177m
Clean Development Mechanism ⁷	1.5bn	2004-14	150m
US building & appliances codes ⁴	3.0bn	2008-30	136m
China SOE efficiency targets ⁸	1.9bn	2005-20	126m
Collapse of USSR ⁹	709m	1992-98	118m
Global Environment Facility ¹⁰	2.3bn	1991-2014	100m
EU energy efficiency ¹¹	230m	2008-12	58m
US vehicle emissions & fuel economy standards ⁴	270m	2014-18	54m
EU renewables ¹¹	117m	2008-12	29m
US building codes (2013) ¹²	230m	2014-30	10m
US appliances (2013) ¹²	158m	2014-30	10m
Clean technology fund ¹³	1.7bn	project lifetime	na
EU vehicle emission standards ¹⁴	140m	2020	na

CATEGORIES:

- Energy production
- Transport
- Other regulations
- Global treaties
- Land & forests
- Other

Impacto combinado equivalente a 1 emisiones de CO₂-eq evitadas por el Protocolo de Montreal.

See following panel for sources and explanations

*Annual emissions are cumulative emissions divided by the relevant period. The estimate for the current emissions avoided under the Montreal protocol is eight billion tonnes of CO₂e. The annual figure for the collapse of the USSR refers to the years 1992-98. ¹Cars and light trucks ⁴Heavy trucks

Fuente:

<http://www.economist.com/news/briefing/21618680-our-guide-actions-have-done-most-slow-global-warming-deepest-cuts>

¿Qué es la Enmienda de Kigali?

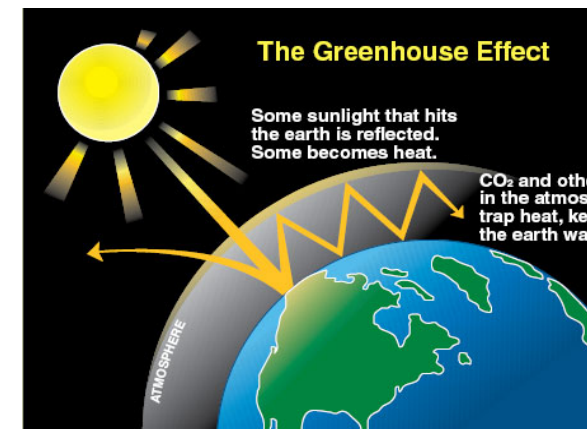
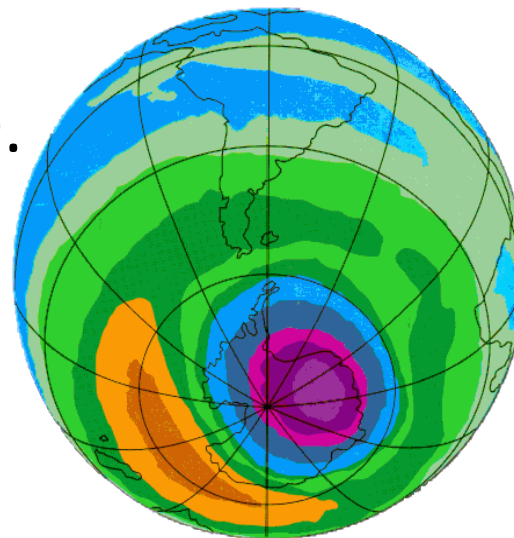
Modificación al Protocolo de Montreal para **reducir el consumo** de los **hidrofluorocarbonos (HFC)**.

- Listados ahora en el Anexo F.

Recordada en Kigali, Ruanda, en octubre de 2016.

Entró en vigor el 1 de enero de 2019.

El 28 de febrero de 2019, ha sido ratificada por **69** países.



Enmienda de Kigali

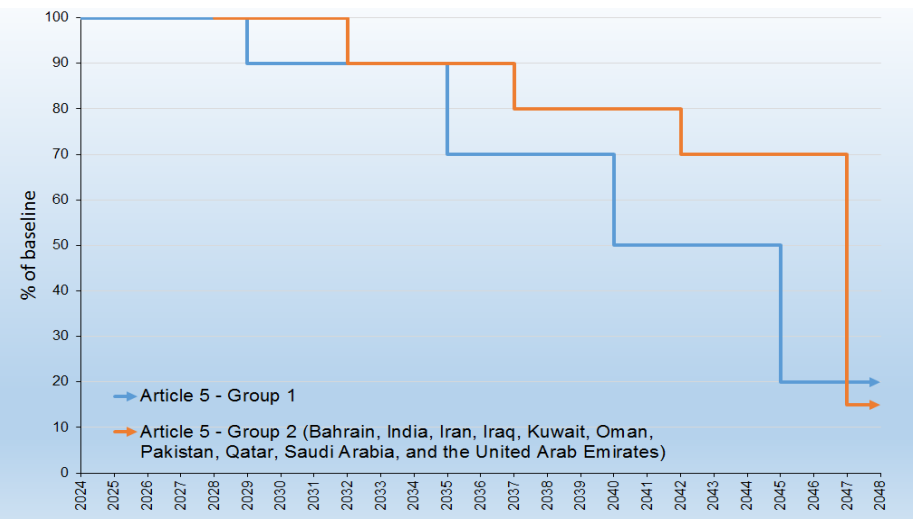
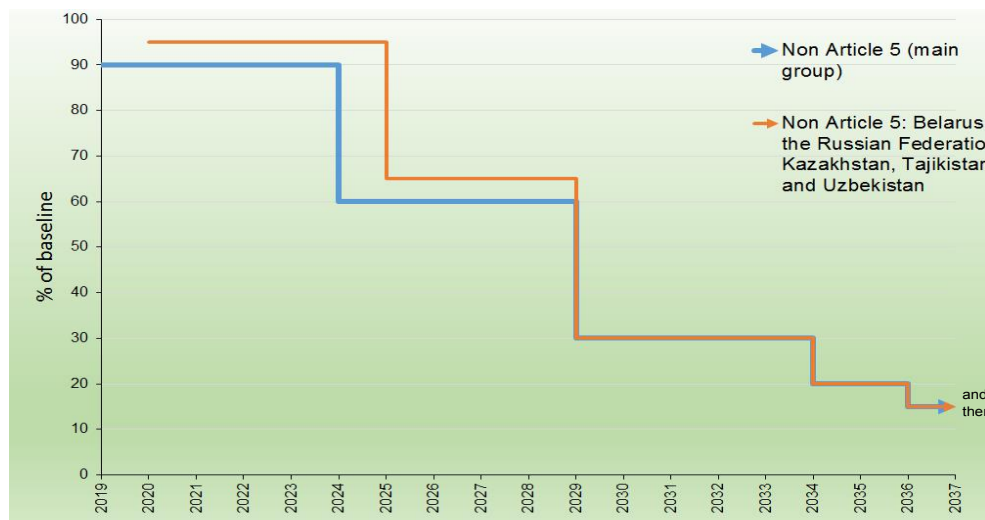
En octubre de 2016 en Kigali, Ruanda, las Partes decidieron agregar 17 HFC al Protocolo

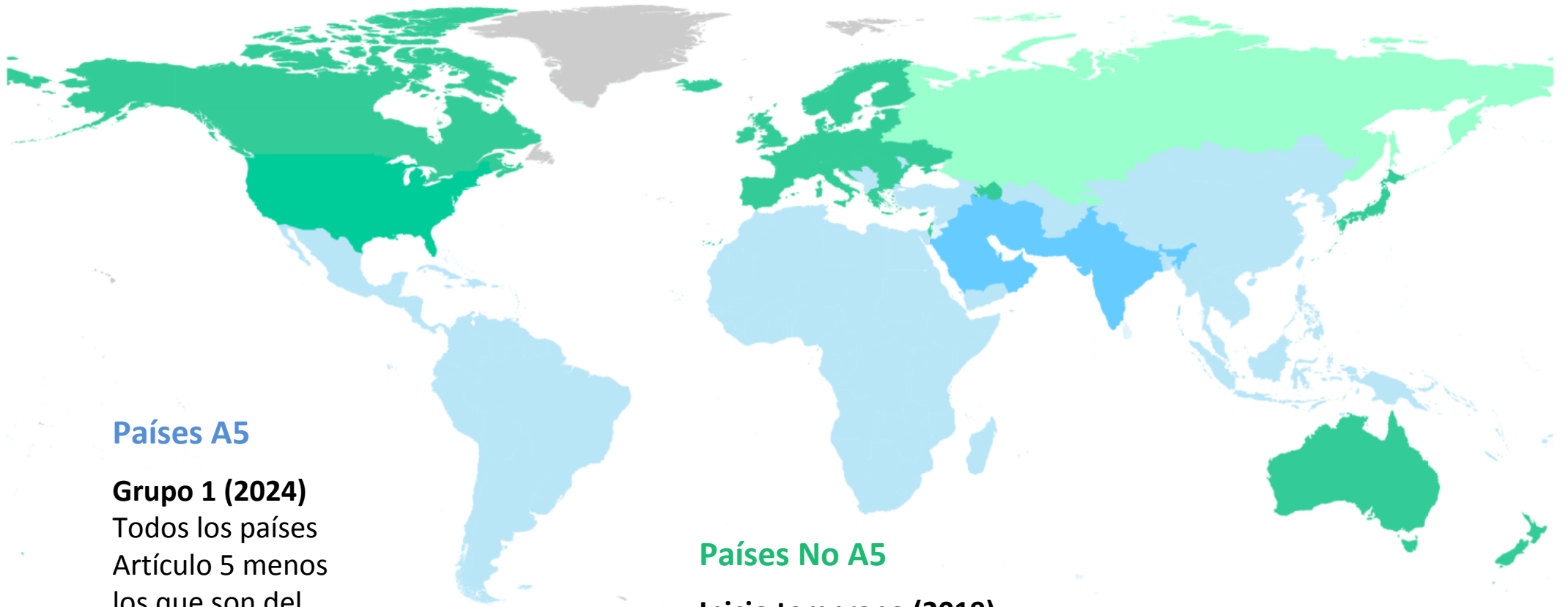
HFCs (Group I)		HCFCs	
Substance	GWP value (100 year)	Substance	GWP value (100 year)
HFC-134	1100	HCFC-21	151
HFC-134a	1430	HCFC-22	1810
HFC-143	353	HCFC-123	77
HFC-245fa	1030	HCFC-124	609
HFC-365mfc	794	HCFC-141b	725
HFC-227ea	3220	HCFC-142b	2310
HFC-236cb	1340	HCFC-225ca	122
HFC-236ea	1370	HCFC-225cb	595
HFC-236fa	9810		
HFC-245ca	693	CFCs	
HFC-43-10mee	1640	Substance	GWP value
HFC-32	675	CFC-11	4750
HFC-125	3500	CFC-12	10 900
HFC-143a	4470	CFC-113	6130
HFC-41	92	CFC-114	10 000
HFC-152	53	CFC-115	7370
HFC-152a	124		
HFCs (Group II)			
HFC-23	14 800		

Enmienda de Kigali

	N-A5 Parties: Group 1		N-A5 Parties: Group 2	
Baseline Years	2011, 2012 & 2013		2011, 2012 & 2013	
Baseline Calculation	Average consumption of HFCs in 2011, 2012, and 2013 Plus 15% of 1989 HCFC baseline consumption		Average consumption of HFCs in 2011, 2012, and 2013 Plus 25% of 1989 HCFC baseline consumption	
Reduction steps				
Step 1	2019	10%	2019	5%
Step 2	2024	40%	2024	35%
Step 3	2029	70%	2029	70%
Step 4	2034	80%	2034	80%
Step 5	2036	85%	2036	85%

	Article 5 Parties Group 1		Article 5 Parties Group 2	
Baseline Years	2020, 2021 & 2022		2024, 2025 & 2026	
Baseline Calculation	Average production/consumption of HFCs in 2020, 2021, and 2022 plus 65% of HCFC baseline production/consumption		Average production/consumption of HFCs in 2024, 2025, and 2026 plus 65% of HCFC baseline production/consumption	
Freeze	2024		2028	
Reduction steps				
Step 1	2029	10%	2032	10%
Step 2	2035	30%	2037	20%
Step 3	2040	50%	2042	30%
Step 4	2045	80%	2047	85%





Países A5

Grupo 1 (2024)

Todos los países Artículo 5 menos los que son del “Grupo 2”.

Grupo 2 (2028)

Bahrain, India, Iran, Iraq, Kuwait, Oman, Pakistan, Qatar, Arabia Saudita, EAU.

Países No A5

Inicio temprano (2019)

Todos los países Art. 2 excepto aquellos en ‘Inicio tardío’.

Inicio tardío (2020)

Belorrusia, Kazajistán, Federación Rusa, Tajikistán, Uzbekistán.

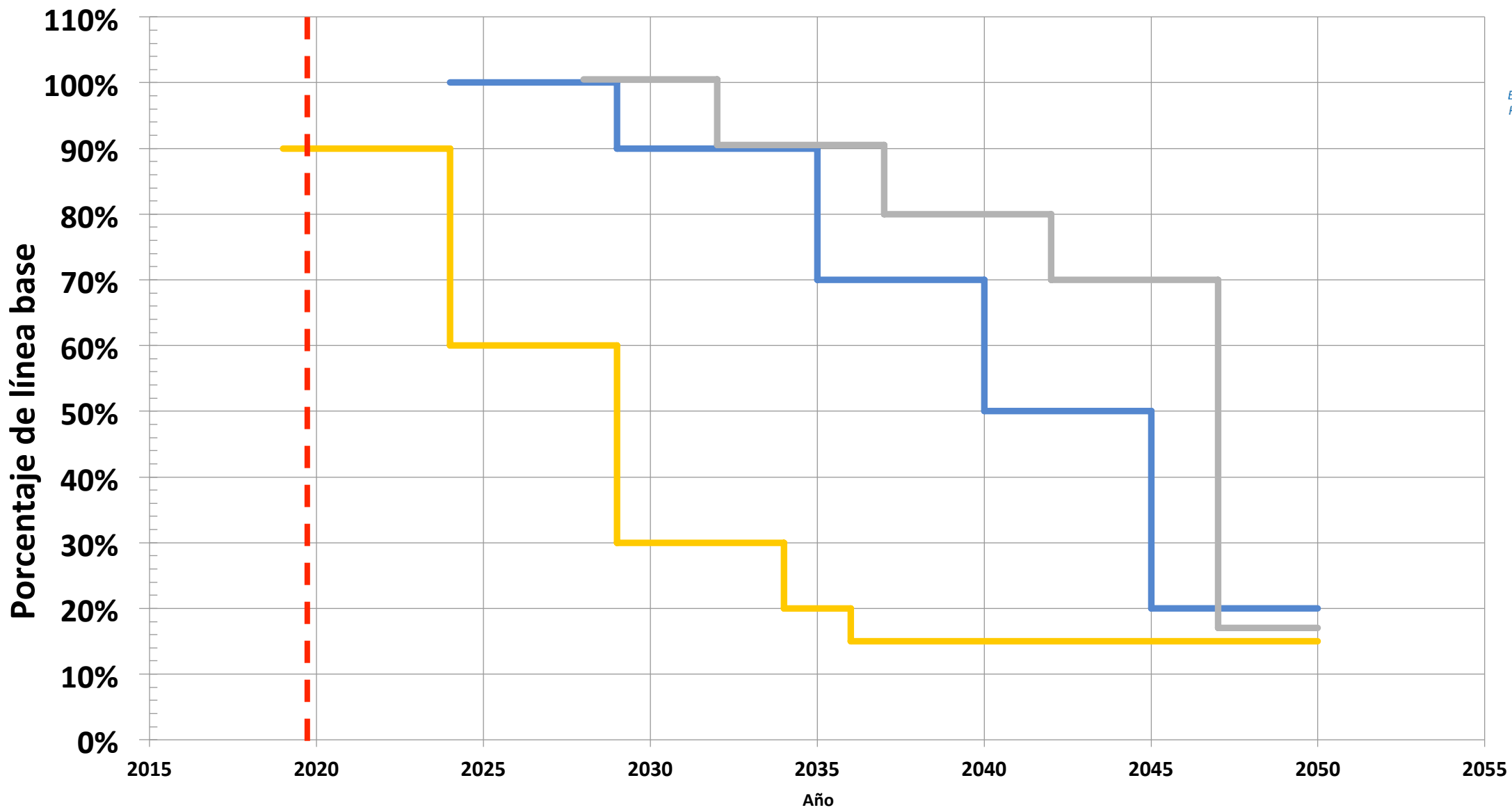
- A5 Grupo 1
- A5 Grupo 2
- No A5: Inicio temprano
- No A5: Inicio tardío

- **Línea base para no A5** = Promedio HFC de 2011-2013 + 15% de línea base de HCFC*.

*Para Bielorrusia, Kazajistán, Rusia, Tajikistán, Uzbekistán, 25% del componente de la línea base de HCFC y los dos pasos iniciales diferentes (1) 5% de reducción en 2020 and (2) 35% de reducción en 2025.

- **Línea base para A5 Grupo 1** = Promedio HFC en 2020-2022 + 65% de la línea base de HCFC.
- **Línea base para A5 Grupo 2** = Promedio HFC en 2024-2026 + 65% de la línea base de HCFC.

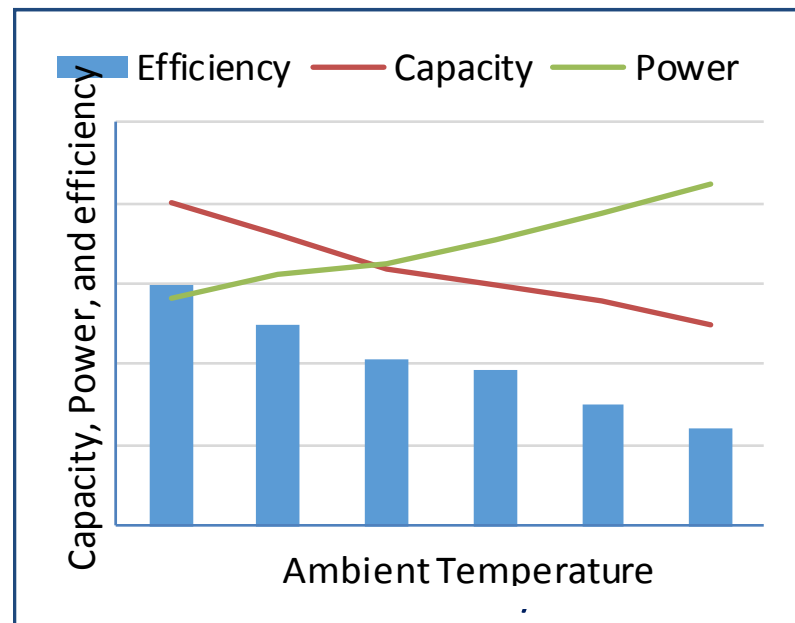
Línea base expresada en toneladas de CO₂ equivalentes.



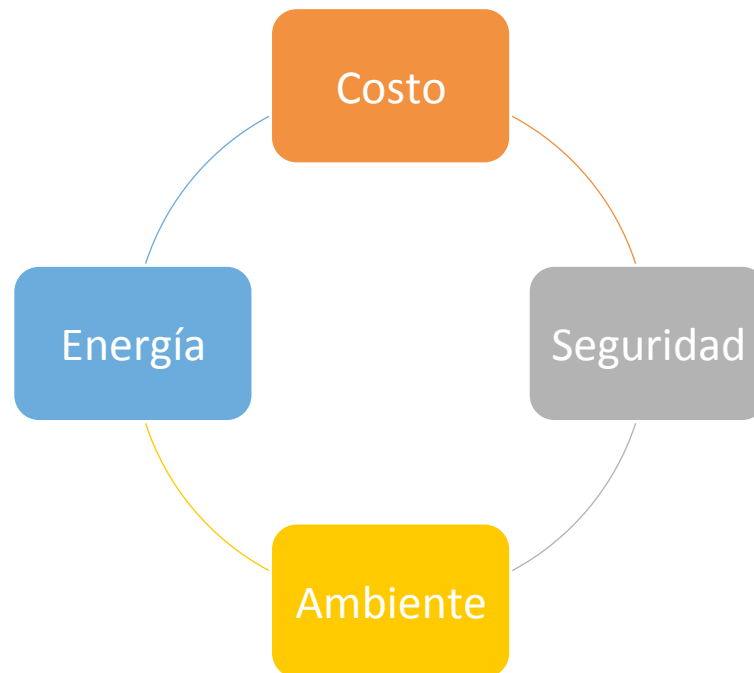
— A5 Grupo 1 — A5 Grupo 2 — No A5*

Enmienda de Kigali

- Exención para países de alta temperatura ambiente.
- Para un sistema enfriado por aire debido a la alta temperatura ambiente, la temperatura de condensación del refrigerante es relativa y se aproxima a la temperatura crítica del refrigerante.



- La reducción del consumo de los HFC es un mayor reto que la eliminación del consumo de los CFC y los HCFC.
- No hay alternativas para todas las aplicaciones.



- Tiempo de vida útil de los sistemas de RAC con HCFC y HFC.
 - Alarga la necesidad de la cola de servicio.
- Indecisión sobre la adopción/rechazo de la enmienda de Kigali.
 - Usuarios alargan vida útil de los sistemas de RAC antes de comprometerse con una tecnología.
 - Proveedores de tecnología con diferentes prioridades de inversión en I&D.

Impacto potencial de la enmienda de Kigali la elección del refrigerante

Incentivo a las aplicaciones que utilizan refrigerantes de bajo GWP y acelera la innovación para tecnologías RACH sostenibles

Una de las cuestiones clave para la implementación de la enmienda de Kigali es la sustitución de HCFC-22 y HFC de alto GWP por refrigerantes de bajo GWP

Retos: Sustitución de los HCFCs (HCFC-22) y los HFCs alto GWP (HFC-134a, R-410A, R-404A, etc.)

Opciones de bajo potencial de calentamiento atmosférico (GWP):

- **refrigerantes naturales: hidrocarburos, CO₂, amoníaco, agua**
- **HFCs no saturados (HFOs), sustancias puras y mezclas**

Las perspectivas de descubrir fluidos nuevos y radicalmente diferentes son mínimas.

Sector	CFCs	HCFCs	HFCs Pure & Blends	HCs	CO2 Ammonia	Unsaturated HFCs (HFOs) Pure	Blends with Unsaturated HFCs (HFOs)
<i>Domestic Refrigeration</i>	CFC-12		HFC-134a	HC-600a	Ammonia	HFC-1234yf	R-450A, R-513A,...
<i>Commercial Refrigeration (SA, CU, CS)</i>	CFC-12 R-502	HCFC-22	HFC-134a R-404A R-407A R-407F	HC-600a HC-290	CO2 Ammonia	HFC-1234yf HFC-1234ze(E)	R-450A, R-448A, R-444B, R-442A, R-455A, R-450A, R-513A, R-448A, R-449B,...
<i>Transport Refrigeration</i>		HCFC-22	HFC-134a R-410A R-407C	HC-290 HC-1270	CO2	HFC-1234yf	R-450A, R-448A, R-444B, R-455A, R-446A, R-447A, R-447B, R-448A, R-449A R-450A, R- 513A,...
<i>Industrial refrigeration</i>		HCFC-22	HCFC-22 HCFC-123	HC-1270 HC-290	Ammonia CO2	HFC-1234yf	R-450A, "L-40", R-444B, R-455A, R-446A, R-447A, R- 447B, R-450A, "XP-10", R-448A, R- 449A,...
<i>Water heating heat pumps</i>		HCFC-22	HCFO- 1233zd(E)	HC-290 HC- 600a	CO2 Ammonia	HFC-1234yf HFC-1234ze(E)	R-450A, "L-40", R-444B, R-455A, R-446A, R-447A, R-447B, R-450A, R-513A, R-448A, R-449A,...
<i>Air Conditioners</i>	CFC-12	HCFC-22	HFC-134a HFC- 32 R-410A R-407C	HC-290	CO2	HFC-1234yf	R-450A, "L-40", R-444B, R-455A, R-446A, R-447A, R-447B, R-450A, R-513A, R-448A, R-449A,...
<i>Chillers</i>	CFC-12 CFC-11	HCFC-22 HCFC-123 HCFO- 1233zd(E)	HFC-134a R-404A R-410A R-407C	HC-290 HC- 1270	Ammonia CO2	HFC-1234yf HFC-1234ze(E) HFO- 1336mzz(Z)	R-450A, "L-40", R-444B, R-455A, R-446A, R-447A, R-447B, R-450A, R-513A, R-448A, R-449A,...
<i>Mobile Air Conditioner</i>	CFC-12		HFC-134a R-410A R-407C		CO2	HFC-1234yf	R-450A, R-513A



Historical use

Current use on a commercial-scale

Potentially feasible or limited use, and for demonstration, trials, niche applications, etc

Las mezclas se caracterizan por ciertas siglas, ASHRAE 34, ISO 817 aprobó una serie de R designaciones para un número de ellas

Muchas de las mezclas desarrolladas tienen GWP cerca de 300, a veces un poco más altas

Estos refrigerantes y mezclas de refrigerantes HFCs no saturados se supone que son los reemplazos químicos sintéticos de bajos GWP en el próximo período de 5 a 10 años por lo menos

Desarrollos están aún en curso, aun cuando se refiera a las pruebas y el desarrollo de nuevos refrigerantes sintético puros con bajos GWP, y las posibles mezclas con estos

Designación	Refrigerantes	Composición	GWP	Reemplazo
14A	HFC-32 /-152a/-1234ze	12/5/83	92	HFC-134a en
14B	HFC-32/-152a/-1234ze	41.5/10/48.5	296	HC
15A	R-744/-134a/-1234ze	6/9/85	135	HFC-134a en
16A	HFC-32/-1234ze/HC-600	68/29/3	461	R
17A	HFC-32/-125/-1234ze	68/3.5/28.5	583	R
18A	HFC-134a/-1234ze	42/58	605	HFC
13A	HFC-134a/-1234yf	44/56	630	HFC
18A	HFC-32/-125/-1234yf/ -134a/-1234ze	26/26/20/ 21/7	1390	R
19A	HFC-32/-125/-134a/-1234yf	24.3/24.7/25.3/25.7	1400	R
22A	HFC-32/-125/-1234yf	11/59/30	2140	R-404A (transporte refrig)

Refrigerantes Naturales- Retos

- Características de los refrigerantes naturales que impulsarán las acciones para el desarrollo de capacidades y la capacitación de técnicos son:
 - inflamabilidad,
 - toxicidad,
 - mayor presión

2L Refrigerants

Class 1	Class 2L	Class 2	Class 3
Flammable	Slightly flammable burning velocity ≤ 10 cm/s	Low flammable	Highly flammable
(CO2)	R1234yf / ze	R152a	R290
A	R32		
	R717 (Ammonia)		



Flammability of 2L refrigerants is very low.

The burning velocity (≤ 10 cm/s) is too slow to cause horizontal flame propagation or explosion.

Classification according to ASHRAE34 & ISO817.

Necesidades

El uso de refrigerantes inflamables requiere la evaluación de procedimientos y el establecimiento de normas sobre buenas prácticas.

En algunos países, la implementación de estándares antiguos en la legislación, por ejemplo, códigos de construcción y otras normas de seguridad obligatorias, bloquea la absorción de refrigerantes especialmente inflamables.

Regulaciones que requieren que los equipos de aire acondicionado sean eficientes energéticamente

eficiencia energética  carga de refrigerante 

INTERNATIONAL STANDARDS FOR RAC

- Los organismos internacionales que actualmente publican estándares en los campos de RAC son:
- IEC (Comisión Electrotécnica Internacional)
 - prepara y publica estándares internacionales para todas las tecnologías eléctricas, electrónicas y relacionadas
- ISO (Organización Internacional de Normalización)
 - Organización no gubernamental independiente, cuyos miembros son las organizaciones de normalización de los 163 países miembros.

International Standards for RAC

Within the R/AC&HP sector, there are currently 9 main safety standards (plus 1 in preparation) that cover whole systems, appliances, and products:

- ✓ 5 are product safety standards
- ✓ 4 are group safety standards

International safety standards do not override national legislation, however, standards are commonly referenced or copied into national legislation

Sector	Product safety standards						Group safety standard			
	IEC 60335-2-11	IEC 60335-2-24	IEC 60335-2-40	IEC 60335-2-89	ISO 13043	ISO 20854	ISO 5149-1	ISO 5149-2	ISO 5149-3	
Domestic refrigeration		X					X	X	X	
Commercial refrigeration				X			X	X	X	
Material systems							X	X	X	
Lighting refrigeration							X	X	X	
Water air conditioners & heat pumps			X				X	X	X	
Water heating heat pumps			X				X	X	X	
Washing machine tumble driers	X						X	X	X	
Washing machines			X				X	X	X	
Water air conditioning					X					
Refrigerated containers						X	X	X	X	

Evaluación de Riesgos para el Desarrollo de Normas

Cuando, al desarrollar los estándares, los aspectos de inflamabilidad de los refrigerantes se evalúan en áreas específicas de interés:

- características de inflamabilidad,
- características de liberación / fuga,
- Comportamiento de dispersión del refrigerante filtrado.
- fuentes potenciales de ignición,
- consecuencias de la ignición, incluida la formación de productos de descomposición y los sistemas / funciones de mitigación de riesgos,
- la combinación de estos dentro de la evaluación general de riesgos.

La literatura publicada para estas áreas es extensa y creciente.

Observaciones Finales

Enmienda Kigali ha reforzado el impulso hacia las aplicaciones que utilizan refrigerantes de bajo GWP y se espera que acelere la innovación para tecnologías RACHP sostenibles.

Algunas tecnologías libres de HFC enfrentan a barreras para la aceptación generalizada debido a normas técnicas restrictivas, en particular para refrigerantes inflamables.

Con el fin de permitir las transiciones a refrigerantes inflamables de bajo GWP, está en camino una revisión de los límites de carga estándar actualmente utilizados.

Observaciones finales

R&D relacionada con el bajo GWP está en la parte superior de la agenda de investigación de RAC

Importancia en equipos con eficiencia energética mejorada y más alta usando refrigerantes de bajo PCA

está investigando la expansión del uso de hidrocarburos, dióxido de carbono y amoníaco en diversas aplicaciones de CA

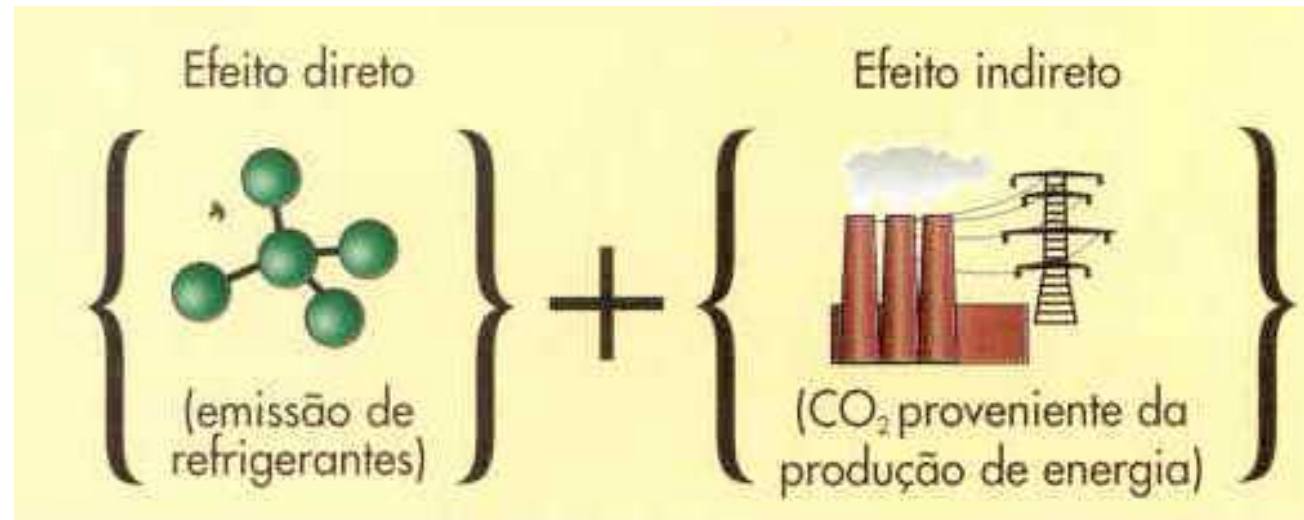
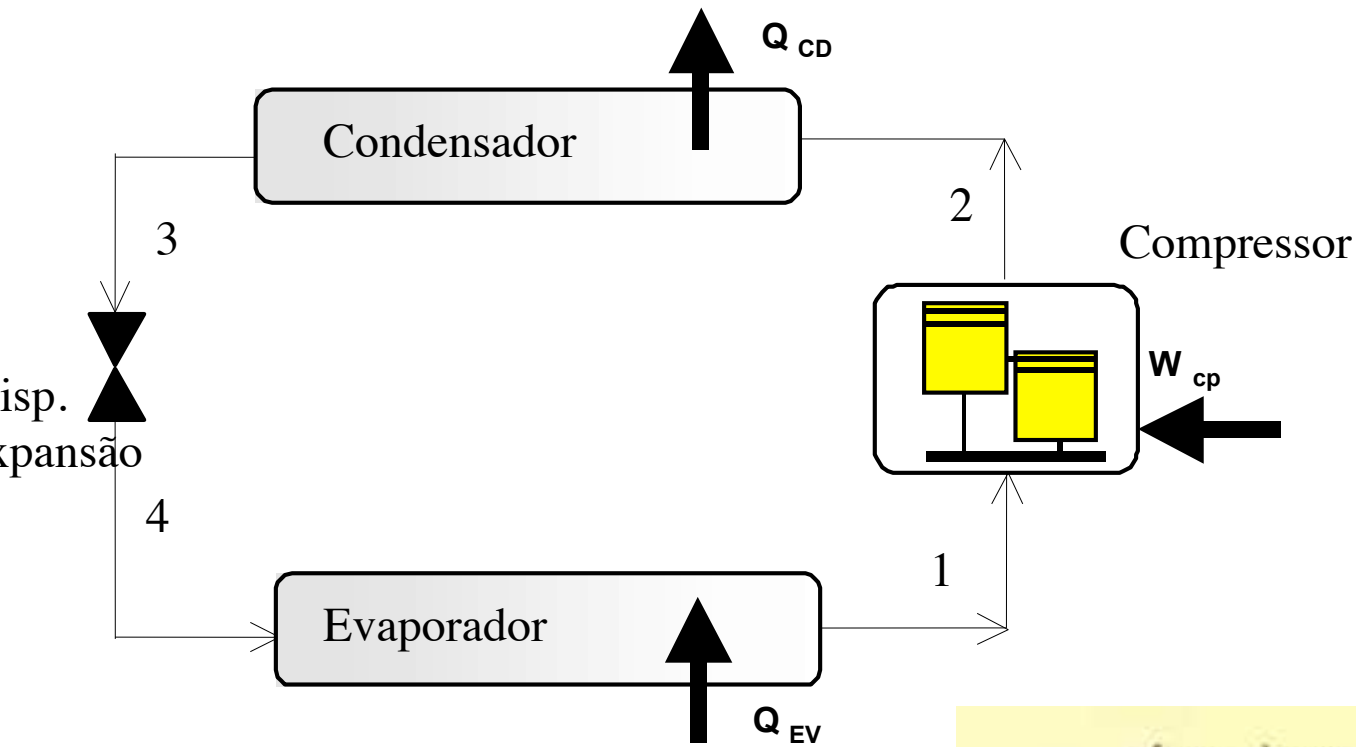
tecnologías de reducción de carga son muy importantes.

probable que en el futuro pueda haber una cantidad muy limitada de mezcla HFC-HFO.

se puede suponer que el sector de servicio haga frente al gran número de mezclas de HFC / HFO.

refrigerantes “naturales” versus sintéticos





"Enfoque holístico"

Impacto Ambiental

- GWP
- Eficiencia energética

Impacto de Seguridad

- Inflamabilidad
- Toxicidad

Performance del Sistema

Propiedades del refrigerante

Aspectos Económico

- Costo del Sistema

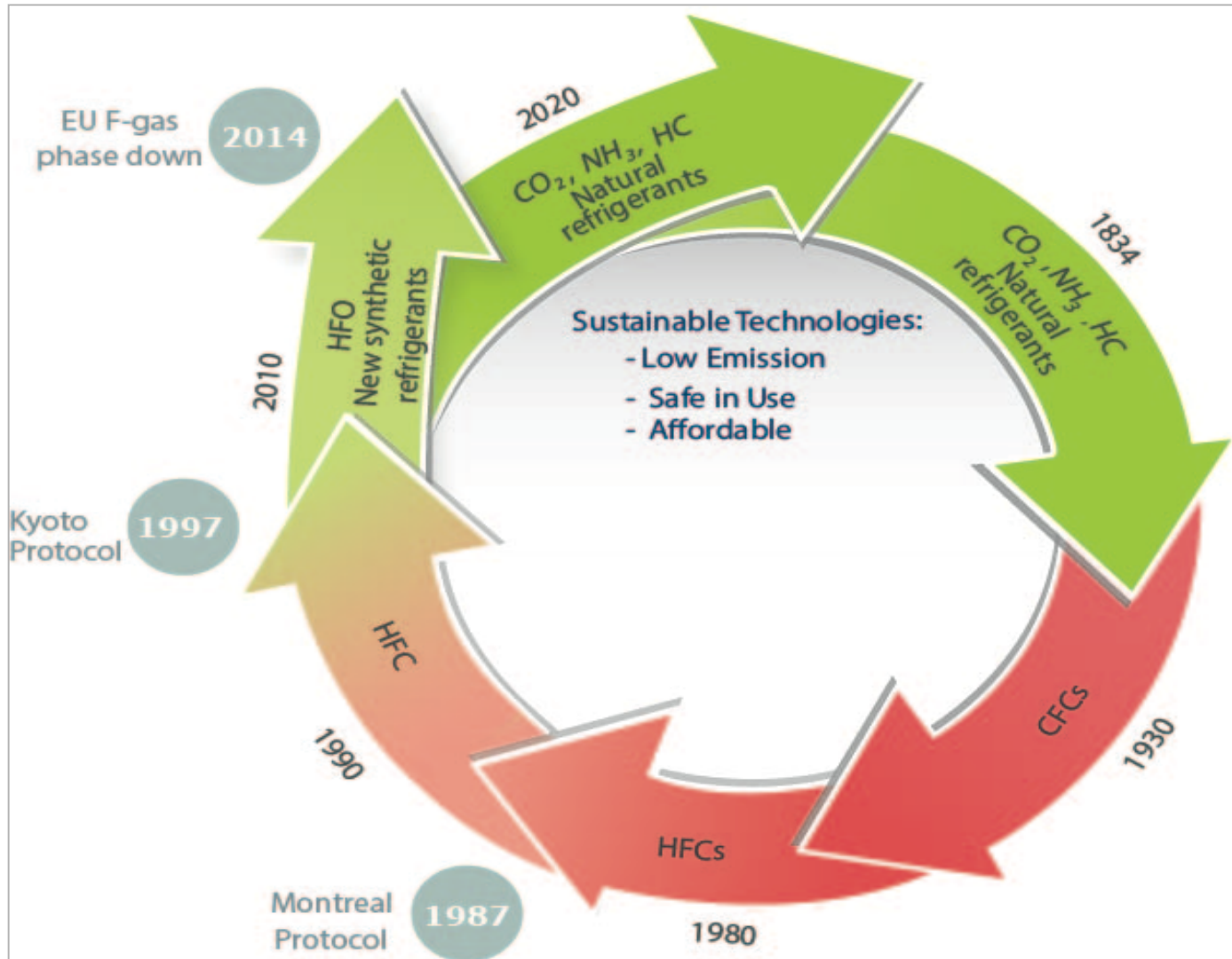
Cambios Tecnológicos

Servicio y mantenimiento

} (“TEWI”)

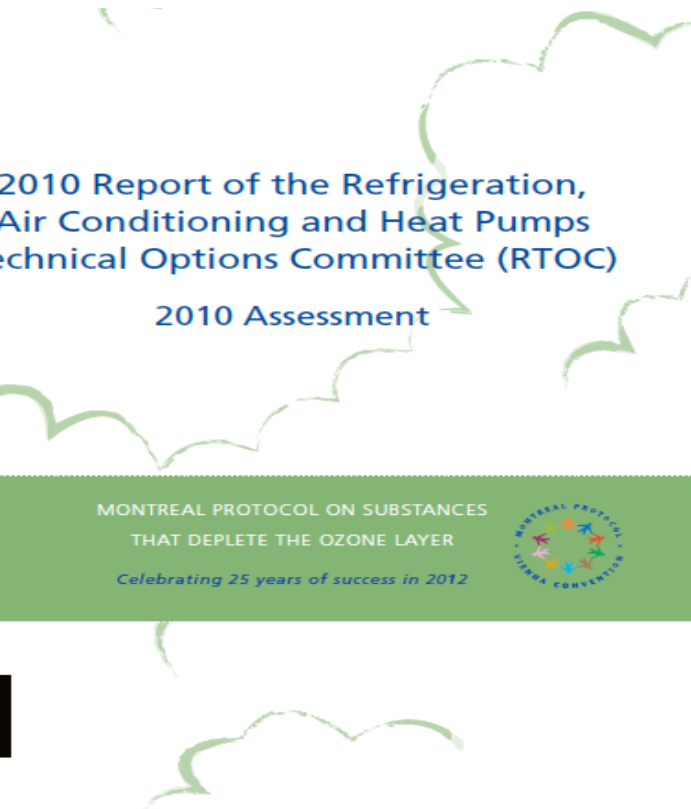


Empowered lives.
Resilient nations.



Fuente: Danfoss

Fuentes de Información



**UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME
OZONE SECRETARIAT**

HOME WHAT'S NEW TREATIES & DECISIONS MEETINGS INSTITUTIONS ASSESSMENT PANELS DATA REPORTING PUBLICATIONS LI

- Assessment Panels
- Technology and Economic Assessment Panel (TEAP)
- Scientific Assessment Panel (SAP)
- Environmental Effects Assessment Panel (EEAP)
- FAQs on Ozone Layer

Technology and Economic Assessment Panel (TEAP)

In 1990 the Technology and Economic Assessment Panel was established as the technology and economics advisory body to the Montreal Protocol Parties. The Technology and Economic Assessment Panel (TEAP) provides, at the request of Parties, technical information related to the alternative technologies that have been investigated and employed to make it possible to virtually eliminate use of Ozone Depleting Substances (such as CFCs and Halons), that harm the ozone layer. The TEAP is also tasked by the Parties every year to assess and evaluate various technical issues including evaluating nominations for essential use exemptions for CFCs and halons, and nominations for critical use exemptions for methyl bromide. TEAP's annual reports are a basis for the Parties' informed decision-making.

The TEAP manages its subsidiary bodies including the standing Technical Options Committees and temporary Task Forces which are established and dissolved according to the needs for specialized assessments as required by the Parties. The Panel operates with six Technical Options Committees (TOCs) namely Chemicals Technical Options Committee (CTOC), Flexible and Rigid Foams Technical Options Committee (FTOC), Halons Technical Options Committee (HTOC), Medical Technical Options Committee (MTOC), Methyl Bromide Technical Options Committee (MBTOC) and Refrigeration, Air-Conditioning and Heat Pumps Technical Options Committee (RTOC) The Technical Options Committees assess the development of the relevant technology to replace ozone depleting substances

TEAP HIGHLIGHTS

Experts Required
Invitation to Help Protect the Stratospheric Ozone Layer as an Expert on the Technology and Economic Assessment Panel (TEAP) and its Technical Options Committees (TOCs)... [More >>](#)

Terms of Reference of the Technology and Economic Assessment Panel

HIGHLIGHTS OF TEAP MAY 2014 REPORT

- Progress Report (vol.1)
- Essential Use Nominations Report (vol. 1)
- Critical Use Nominations Report (vol. 1)
- Decision XXV/5 Task Force Report: Additional Information to Alternatives on ODS (vol. 1)**
- Response to Decision XXV/6 (vol. 5)
- Decision XXV/8: Assessment of the Fulfillment of the Requirement for the Replenishment of the Multilateral Fund for the Period 2015-2017

Overview of Alternatives and Climate Impact Scenarios Report of Decision XXV-5

Report available:

http://ozone.unep.org/new_site/en/assessment_panels_bodies.php?committee_id=6

Gracias por la atención

robertopeixoto@maua.br



(RTOC)

UNEP Technical Options Committee Refrigeration, AC and Heat Pumps

INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA - IMT

