



El aumento de la ambición en las NDC a través de enfoques holísticos de mitigación en el sector de la refrigeración:

Guía para los responsables de la formulación de políticas

Supported by:



Federal Ministry
for Economic Affairs
and Climate Action

Federal Ministry
for the Environment, Nature Conservation,
Nuclear Safety and Consumer Protection



on the basis of a decision
by the German Bundestag

Editorial

Como empresa de propiedad federal, la GIZ respalda al Gobierno alemán en la consecución de sus metas en el ámbito de la cooperación internacional para el desarrollo sostenible.

Publicado por:
Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Sedes registradas:
Bonn y Eschborn, Alemania

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn, Alemania
T +49 61 96 79-0
F +49 61 96 79-1115
E info@giz.de
proklima@giz.de
I www.giz.de/proklima
www.green-cooling-initiative.org

Proyectos:
Green Cooling Initiative (GCI) III / Cool Contributions fighting Climate Change II (C4 II) / Climate and Ozone Protection Alliance (COPA)

Responsible
Bernhard Siegele (GIZ Proklima)

Autores:
Irene Papst, Neeta Sharma (HEAT GmbH)
Daniela Laßmann, Axel Michaelowa (Perspectives Climate Group GmbH)

Reconocimiento por revisión y aportes:
Philipp Denzinger, Philipp Munzinger, Birgit Mayer, Maja Schmauser,
Lara-Alexandra Teutsch, Christin Johnen

Reconocimiento por la revisión de la versión española:
María Carolina Vélez Rincón, Paola Bustillos Castillo, Adolfo Córdoba
Rodríguez, Osly Roberto Rodas (GIZ Proklima)

Traducción:
MLA Traductores & Asociados

Diseño gráfico:
creative republic, Thomas Maxeiner Visual Communications,
Frankfurt /Germany

La información contenida en este informe, o en la que se basa, se ha obtenido de fuentes que los autores consideran fiables y precisas. Si bien se han realizado esfuerzos razonables para garantizar que el contenido de esta publicación sea objetivamente correcto, GIZ GmbH no acepta responsabilidad por la exactitud o integridad del contenido y no será responsable de ninguna pérdida o daño que pueda ocasionarse directa o indirectamente por el uso o la confianza en el contenido de esta publicación.

Créditos:
© Shutterstock

Referencias a URL:
Esta publicación contiene enlaces a sitios web externos. La responsabilidad por el contenido de los sitios externos enumerados siempre recae en sus respectivos editores. Cuando se publicaron por primera vez los enlaces a estos sitios, la GIZ verificó el contenido de terceros para establecer si podía dar lugar a responsabilidad civil o penal. Sin embargo, no se puede esperar razonablemente la revisión constante de los enlaces a sitios externos sin indicios concretos de una violación de derechos. Si la propia GIZ tiene conocimiento o es notificada por un tercero de que un sitio externo al que ha proporcionado un enlace da lugar a responsabilidad civil o penal, eliminará el enlace a este sitio de inmediato. La GIZ se desvincula expresamente de dichos contenidos.

Con el apoyo del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza, Seguridad Nuclear y Protección del Consumidor de Alemania (BMUV) y en cooperación con el Ministerio de Economía y Acción Climática de Alemania (BMWK) en el marco de la Iniciativa Internacional del Clima.

La GIZ es responsable del contenido de esta publicación.

Eschborn, Abril 2024

Tabla de Contenido

Resumen Ejecutivo	5
Lista de figuras	6
Lista de tablas	7
Lista de abreviaturas	8
1 INTRODUCCIÓN	12
1.1 La importancia de la acción climática en el sector de la refrigeración	12
1.2 Objetivos de la guía	13
2 ANTECEDENTES, MEDIDAS CLAVE Y OPCIONES TECNOLÓGICAS	14
2.1 Medidas clave	15
2.2 Opciones de tecnología sostenible	17
3 PASOS HACIA AMBICIOSOS COMPONENTES DE LA NDC DEL SECTOR DE RAC	26
Paso 1: Inventario de GEI del sector de RAC como condición previa	27
Paso 2: Estrategias de mitigación y planes de implementación específicos del sector como piedra angular.	28
Paso 3: Diseñar medidas de mitigación ambiciosas para el sector de RAC y anclarlas a proceso de actualización de las NDC	31
Paso 4: Vinculación de las medidas y los planes de mitigación relacionados con el sector de la refrigeración con otros sectores relevantes en el contexto de la actualización de las NDC	32
Paso 5: Seguimiento y MRV del uso y las emisiones de HFC	33
4 EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA AMBICIÓN.	34
4.1 Categorías de países y niveles de ambición correspondientes	34
4.2 Caja de herramientas de instrumentos de políticas para abordar las emisiones del sector de RAC	36
4.3 Introducción de la herramienta de evaluación comparativa	43

5 ANEXO TÉCNICO	44
I. Instrumentos de políticas para abordar las emisiones relacionadas con los refrigerantes	44
A. Instrumentos regulatorios para reducir el consumo de HFC.	44
B. Instrumentos financieros para reducir el consumo de HFC	48
C. Instrumentos relacionados con el mercado para reducir el consumo de HFC	54
D. Instrumentos regulatorios para promover la contención y reutilización de refrigerantes HFC	58
E. Desarrollo de capacidades para técnicos	62
F. Instrumentos normativos para gestionar el tratamiento al final de la vida útil de los refrigerantes (y aparatos)	67
G. Seguimiento y MRV del consumo y las emisiones de HFC	69
II. Instrumentos de política para abordar las emisiones relacionadas con la energía	72
A. Instrumentos normativos para promover una mayor eficiencia energética de los equipos	72
B. Cumplimiento de la regulación de eficiencia energética	76
C. Instrumentos financieros para apoyar una mayor eficiencia energética de los equipos	78
III. El sector de la refrigeración en el contexto internacional	80
Referencias	81

Resumen Ejecutivo

La refrigeración y el aire acondicionado (RAC por sus siglas en inglés) son vitales para el bienestar humano, por ejemplo, para evitar pérdidas de alimentos, garantizar el suministro de atención médica y aliviar el estrés por calor. Los objetivos y las medidas de mitigación específicos del sector de la refrigeración pueden contribuir de manera significativa a alcanzar los objetivos climáticos generales de un país y, por lo tanto, es necesario considerarlos cuando se definan y actualicen las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC).

Sin embargo, el sector de RAC es responsable de una cantidad considerable de emisiones globales de gases de efecto invernadero (GEI), provenientes del uso de refrigerantes (emisiones directas) y de la operación del equipo con fuentes de energía basadas en combustibles fósiles (emisiones indirectas). El consumo y la producción de la mayoría de los refrigerantes sintéticos, y más específicamente los hidroclorofluorocarbonos (HCFC) y los hidrofluorocarbonos (HFC), están controlados por el Protocolo de Montreal (PM) y su Enmienda de Kigali (EK). No obstante, estudios recientes revelan que las reducciones de emisiones resultantes de una reducción gradual estricta de los gases de HFC según el cronograma de la EK no están en línea con la meta de 1,5°C del Acuerdo de París (AP) bajo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). El pleno cumplimiento de la EK se traduciría en reducciones de emisiones de HFC del 56% para 2050, pero para una vía constante de 1,5°C, se requeriría una reducción del 70-80% (Purohit et al., 2022). Además, las emisiones indirectas del sector de RAC derivadas del consumo de electricidad y el uso de energía basada en combustibles fósiles están aumentando constantemente. Por lo tanto, se prevé que la demanda de energía para la refrigeración de espacios se triplique para 2050 si no se toman medidas para abordar la eficiencia energética (IEA 2018). En consecuencia, es crucial que los países mejoren su NDC con Medidas Ecológicas de Refrigeración, que se basan en dos principios: el uso de refrigerantes naturales en combinación con aparatos y edificios de alta eficiencia energética.

Hasta la fecha, más de la mitad de los países que desarrollaron sus NDC actualizadas han reconocido la relevancia del sector de la refrigeración e incluyeron los HFC en el alcance de los gases cubiertos. Sin embargo, la mayoría de las NDC carecen de acciones concretas y de estrategias de implementación para el sector de RAC.

Esta guía pretende brindar a los tomadores de decisiones políticas una guía paso a paso sobre cómo integrar y cubrir adecuadamente al sector de la refrigeración en una NDC. Además, ofrece puntos de referencia para el grado de ambición de las acciones dirigidas a las emisiones directas e indirectas del sector de RAC. Más específicamente:

- Describe los elementos clave para el desarrollo de enfoques integrales y holísticos para abordar las emisiones del sector de RAC en las NDC.

- Ofrece una descripción general de las últimas tendencias tecnológicas y las posibilidades técnicas para las soluciones de refrigeración sostenibles en subsectores y aparatos clave.
- Sugiere métodos para la selección de los instrumentos políticos más pertinentes y eficaces para establecer objetivos de reducción cuantificados y ambiciosos.
- Explica la posibilidad de beneficiarse de mercados internacionales de carbono, considerando una estrategia integrada del sector de la refrigeración alineada con la EK y el AP.
- Señala la información y los recursos relevantes disponibles públicamente, así como ejemplos de mejores prácticas que demuestren una acción de mitigación efectiva y ambiciosa en el sector de la refrigeración.

Los componentes y pasos estratégicos clave para la integración del sector de RAC en una NDC que se describen en la guía incluyen:

Paso 1: Una **base de datos sólida**, idealmente en forma de un **inventario detallado de GEI del sector de RAC**.

Paso 2: Un enfoque integral de mitigación del sector de la refrigeración que incluye estrategias y planes de implementación a largo plazo basados en las obligaciones de reducción de HFC exigidas por la EK y al mismo tiempo considere las emisiones generadas por el uso de energía.

Paso 3: El **anclaje del sector de la refrigeración en el proceso** de actualización de las NDC resaltando su relevancia en términos de potencial de mitigación y toma de decisiones conjunta por parte de todos los actores clave para determinar la mejor posición del sector en la respectiva NDC.

Paso 4: La **vinculación** de las medidas y los planes de mitigación relacionados con el sector de la refrigeración **con otros sectores relevantes** y los objetivos establecidos para ellos, especialmente el sector de la construcción y la eficiencia energética del lado de la demanda, que incluye la consideración de estructuras institucionales y **la coordinación con los actores (gubernamentales) respectivos**.

Paso 5: El desarrollo de un **sistema de seguimiento y Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) para las emisiones de HFC** alineadas con los requisitos tanto del PM como de la AP.

La directriz se complementa con una herramienta de evaluación comparativa basada en Excel que tiene como objetivo permitir que los responsables de la toma de decisiones realicen un autoanálisis sobre el nivel de ambición de las medidas relacionadas con el sector de la refrigeración incluidas en las NDC actualizadas actuales o futuras.

Lista de figuras

Figura 1: Emisiones de GEI proyectadas del sector de RAC.....	14
Figura 2: Aire acondicionado "split"	18
Figura 3: Aire acondicionado portátil.....	21
Figura 4: Aire acondicionado de ventana	22
Figura 5: Sistema independiente.....	25
Figura 6: Resumen esquemático del enfoque del factor de emisión para calcular las emisiones de HFC.....	27
Figura 7: Ejemplo de pasos clave para el desarrollo de un Plan Nacional de Acción de Refrigeración	29
Figura 8: Mapeo de actores clave (en una distribución típica de mandatos) relevantes en el sector de la refrigeración.....	30
Figura 9: Calendario propuesto para la reducción gradual de HFC de gran ambición.....	35
Figura 10: Descripción general de los límites de PCG de acuerdo con el Reglamento de gases fluorados de la UE.....	44
Figura 11: Importación de HFC a Dinamarca 2000-2018	50
Figura 12: Estructura del Fondo NAMA RAC de Tailandia.....	52
Figura 13: División del trabajo entre diferentes fuentes de financiación en el contexto del ciclo NDC.....	54
Figura 14: Evaluación para establecer un esquema QCR.....	65
Figura 15: Situación Institucional Típica para Actividades de MV&E bajo las Directivas de Etiquetado Energético y Ecodiseño	77

Lista de tablas

Tabla 1:	Requisitos de eficiencia propuestos (CSPF) para aires acondicionados (solo refrigeración).....	19
Tabla 2:	Comparación de aires acondicionados "split" eficientes y normales.....	20
Tabla 3:	Comparación de AC portátil eficiente y normal.....	22
Tabla 4:	Comparación de aire acondicionado de ventana normal y eficiente.....	24
Tabla 5:	Calificación de eficiencia energética recomendada para refrigeradores.....	24
Tabla 7:	Criterios técnicos para vitrinas comerciales y de almacenamiento eficientes.....	25
Tabla 8:	Comparación de plug-ins de pantalla vertical comerciales normales y eficientes.....	26
Tabla 9:	Descripción general de los niveles y enfoques del IPCC 2006.....	28
Tabla 10:	Descripción general de los beneficios de un sistema MRV.....	34
Tabla 11:	Descripción general de las categorías de los países.....	35
Tabla 12:	Lista de posibles instrumentos de política para impulsar la mitigación en el sector de la refrigeración.....	37
Tabla 13:	Instrumentos normativos para regular el consumo de HFC.....	38
Tabla 14:	Instrumentos financieros para regular el consumo de HFC.....	38
Tabla 15:	Instrumentos relacionados con el mercado para reducir el consumo de HFC.....	39
Tabla 16:	Desarrollo de capacidades para técnicos.....	39
Tabla 17:	Instrumentos regulatorios para promover la contención y reutilización de refrigerantes HFC.....	40
Tabla 18:	Instrumentos normativos para gestionar el tratamiento al final de la vida útil de los refrigerantes (y aparatos).....	41
Tabla 19:	Instrumentos para el seguimiento y MRV del consumo y emisiones de HFC.....	42
Tabla 20:	Instrumentos normativos para promover una mayor eficiencia energética de los equipos.....	42
Tabla 21:	Instrumentos normativos para asegurar el cumplimiento de la normativa de eficiencia energética.....	43
Tabla 22:	Instrumentos financieros para apoyar una mayor eficiencia energética de los equipos.....	43
Tabla 24:	Descripción general de las aplicaciones estandarizadas y personalizadas.....	71
Tabla 25:	Costos de laboratorio y operativos de las pruebas de verificación para refrigeradores domésticos.....	78
Tabla 26:	Descripción general del cronograma de reducción gradual de EK HFC para los Grupos 1 y 2 del art. 5 fiestas.....	81

List of abbreviations

A	<p>A6.4 ERs Artículo 6.4 Reducciones de emisiones</p> <p>AC Aire acondicionado</p> <p>AP Acuerdo de París</p> <p>AVM Autoridad de Vigilancia del Mercado</p>	H	<p>HC Hidrocarburo</p> <p>HCFC Hidroclorofluorocarbono</p> <p>HFC Hidrofluorocarbono</p> <p>HFO Hidrofluoroolefinas</p> <p>HPMP Plan de gestión de eliminación de HCFC</p>
B	<p>BAT Mejor Tecnología Disponible</p> <p>BAU Business-As-Usual</p> <p>BTR Informe Bienal de Transparencia</p> <p>BTU/h Unidades térmicas británicas /Hora</p>	I	<p>IEE Índice de eficiencia energética</p> <p>IIASA Instituto Internacional de Análisis de Sistemas Aplicados</p> <p>IIN Informe de Inventario Nacional</p> <p>IKI Iniciativa Climática Internacional</p> <p>IPCC Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático</p> <p>ISEER Índice de eficiencia energética estacional de la India</p> <p>ISO Organización Internacional de Normalización</p> <p>ITMO Resultados de mitigación transferidos internacionalmente</p>
C	<p>CC Capacidad de refrigeración</p> <p>CDACC Evaluación y Certificado de Desarrollo Curricular y Consejo</p> <p>NDC Contribución determinada a nivel nacional</p> <p>CFC Clorofluorocarbonos</p> <p>CMA Conferencia de las Partes que actúa como reunión de las Partes del Acuerdo de París</p> <p>CMNUCC Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático</p> <p>CO₂ Dióxido de Carbono</p> <p>CO₂eq Equivalentes de Dióxido de Carbono</p> <p>COPA Alianza para la Protección del Medio Ambiente y el Ozono</p> <p>CORSIA Plan de compensación y reducción de carbono para la aviación internacional</p> <p>CPS Compras Públicas Sostenibles</p> <p>CSPF Factor de Rendimiento en la Temporada de Frío</p>	K	<p>KNEC Consejo Nacional de Exámenes de Kenia</p> <p>KNQA Marco Nacional de Calificaciones de Kenia</p> <p>kW kiloWatt</p>
D	<p>DIR Declaración del impacto de las regulaciones</p> <p>DKK Corona Danesa</p>	M	<p>MDL Mecanismo de Desarrollo Limpio</p> <p>MEPS Norma mínima de eficiencia energética</p> <p>MGEG Mitigación general en emisiones globales</p> <p>MPD Modalidades, Procedimientos y Directrices</p> <p>MRV Monitoreo, Reporte y Verificación</p> <p>MTM Marco de transparencia mejorado</p>
E	<p>EER Relación de eficiencia energética</p> <p>EFTP Educación y Formación Técnica y Profesional</p> <p>EK Enmienda de Kigali</p> <p>EOD Entidad operativa designada</p> <p>EUR Euro</p>	N	<p>NAMA Acción de mitigación apropiada a nivel nacional</p> <p>NCAP Plan Nacional de Acción de Refrigeración</p> <p>NITA Autoridad Nacional de Capacitación Industrial</p>
F	<p>FMAM Fondo para el Medio Ambiente Mundial</p> <p>FML Fondo Multilateral</p>	O	<p>OS Órgano de Supervisión</p>
G	<p>GEI Gases de efecto invernadero</p> <p>GIZ Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit</p> <p>GPP Compras Públicas Verdes</p>	P	<p>PCG Potencial de calentamiento global</p> <p>PIK Plan de implementación Kigali</p> <p>PIUP Procesos Industriales y Uso de Productos</p> <p>PM Protocolo de Montreal</p> <p>PNUMA Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente</p> <p>PYME Pequeñas y medianas empresas</p>

Q	QCR	Cualificación, Certificación y Registro
R	RACHP	Refrigeración, Aire Acondicionado y Bombas de Calor
	RAEE	Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos
	RDC	Vitrina Refrigerada
	REP	Responsabilidad extendida del productor
	RSC	Gabinete de almacenamiento refrigerado
S	SAO	Sustancias que agotan la capa de ozono
	SCE	Sistema de Comercio de Emisiones
	SE4All	Energía sostenible para todos
	SEER	Ratio de eficiencia energética estacional
T	TOT	Capacitación a Capacitadores
	TPICC	Transparencia, Precisión, Integridad, Comparabilidad, Coherencia
U	U4E	Unidos por la Eficiencia
	UE	Unión Europea
	UNO	Unidad Nacional de Ozono
	USD	Dólar estadounidense





1 Introducción

1.1. La importancia de la acción climática en el sector de la refrigeración

Las tecnologías de refrigeración se utilizan en diversas áreas de nuestra vida cotidiana, ya sea para el almacenamiento adecuado de alimentos o medicamentos y vacunas, para la refrigeración de espacios o en plantas industriales a gran escala. Por lo tanto, el acceso a la refrigeración se considera indispensable para el desarrollo sostenible.

Particularmente en vista del constante aumento de las temperaturas ambientales, se sufren pérdidas de alimentos, suministro insuficiente de atención médica y estrés por calor si no se dispone de tecnologías de refrigeración adecuadas. Las evaluaciones del acceso a la refrigeración y el vínculo con la vulnerabilidad muestran que, actualmente, más de mil millones de personas en 54 países sufren con cadenas de frío y refrigeración de espacios inexistentes o inadecuadas (SE4ALL 2022). Por lo tanto, la refrigeración es un recurso esencial para el desarrollo de una sociedad y para hacer frente a los impactos del cambio climático.

Sin embargo, el uso de tecnologías de refrigeración también puede tener inconvenientes. Los equipos de refrigeración y aire acondicionado (RAC) son una fuente de emisiones dual. En primer lugar, el funcionamiento de los equipos de refrigeración suele requerir el uso de refrigerantes. Hay diferentes tipos de refrigerantes y tecnologías disponibles que tienen diferentes impactos climáticos. Los refrigerantes sintéticos, como los hidroclorofluorocarbonos (HCFC) y los hidrofluorocarbonos (HFC), a menudo son muy dañinos para el medio ambiente debido a su alto potencial de calentamiento global (PCG) y, por lo tanto, generan importantes emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), las llamadas emisiones directas. Los refrigerantes naturales como el propano, el isobutano, el dióxido de carbono o el amoníaco son alternativas respetuosas con el medio ambiente. En segundo lugar, el uso de energía basada en combustibles fósiles y el consumo de electricidad de los equipos de refrigeración, especialmente de aparatos ineficientes, generan importantes emisiones adicionales de GEI. En el contexto de un aumento previsto de la temperatura ambiente, también se espera que aumente el número de aplicaciones de refrigeración en las próximas décadas. En consecuencia, las emisiones que se originan en el sector de RAC, que incluyen las emisiones de refrigerantes de aparatos viejos y en funcionamiento que no se desechan adecuadamente (los llamados bancos), aumentarán significativamente, si no se hace un esfuerzo suficiente para lograr una refrigeración sostenible.

Varios estudios que analizan el impacto de la Enmienda de Kigali (EK) al Protocolo de Montreal (PM) sobre las emisiones de hidrofluorocarbonos a nivel mundial destacan que la reducción gradual de los HFC tiene un efecto sustancial en términos de lograr el objetivo de 1,5°C del Acuerdo de París (AP). Se espera que la EK prevenga 0,4°C de calentamiento global, si se implementa por completo (Organización Meteorológica Mundial et al., 2018). Sin embargo, todavía hay una brecha significativa para alcanzar la meta de 1,5°C, como muestra, por ejemplo, un estudio reciente del Instituto Internacional para el Análisis de Sistemas Aplicados (IIASA) (Purohit et al., 2022). Las reducciones de emisiones para 2050 que se pueden lograr mediante el pleno cumplimiento de la EK se estiman en un 56% (en comparación con los niveles de 2010). Pero para estar alineado con una ruta constante de 1,5°C, se requeriría una reducción del 70-80%. Al mismo tiempo, las emisiones derivadas del consumo de electricidad a partir de combustibles fósiles de los dispositivos de refrigeración representan una gran parte de las emisiones del sector energético de los países. En la actualidad, por ejemplo, el uso de aire acondicionado y ventiladores eléctricos para la refrigeración de espacios representa casi el 20% del consumo total de electricidad en edificios a nivel mundial. Aún más, se prevé que la demanda de energía para la refrigeración de espacios se triplique para 2050, si no se toman medidas para abordar la eficiencia energética (IEA 2018). Al igual que con las emisiones relacionadas con los refrigerantes, el tema de la eficiencia energética en el sector de la refrigeración también debe recibir una mayor importancia para hacer una contribución correspondiente a la meta de 1,5°C. Por lo tanto, es esencial que los países tomen más medidas, incluyendo la reducción acelerada de las emisiones directas relacionadas con el uso de HFC y la promoción de equipos de refrigeración energéticamente eficientes. Solo a través de un enfoque holístico de la política climática, que aborde el PCG de los refrigerantes, la eficiencia de los aparatos, la gestión adecuada de los refrigerantes en uso y al final de su vida útil y la descarbonización del suministro de energía al mismo tiempo, las emisiones de GEI podrían desvincularse de la creciente demanda de refrigeración. En consecuencia, es fundamental desarrollar objetivos y medidas de mitigación específicos para el sector de la refrigeración que estén integrados en la contribución determinada a nivel nacional (NDC)¹.

¹ Las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC) son la piedra angular del Acuerdo de París y la base para el logro de sus objetivos a largo plazo. Se solicita a cada Parte que exprese sus esfuerzos para reducir las emisiones nacionales y adaptarse a los impactos del cambio climático en sus NDC. Los documentos se presentan cada cinco años a la Secretaría de la CMNUCC. Para aumentar la ambición con el tiempo, el Acuerdo de París estipula que las NDC sucesivas representan un progreso con respecto a la NDC anterior y reflejan su mayor ambición posible.

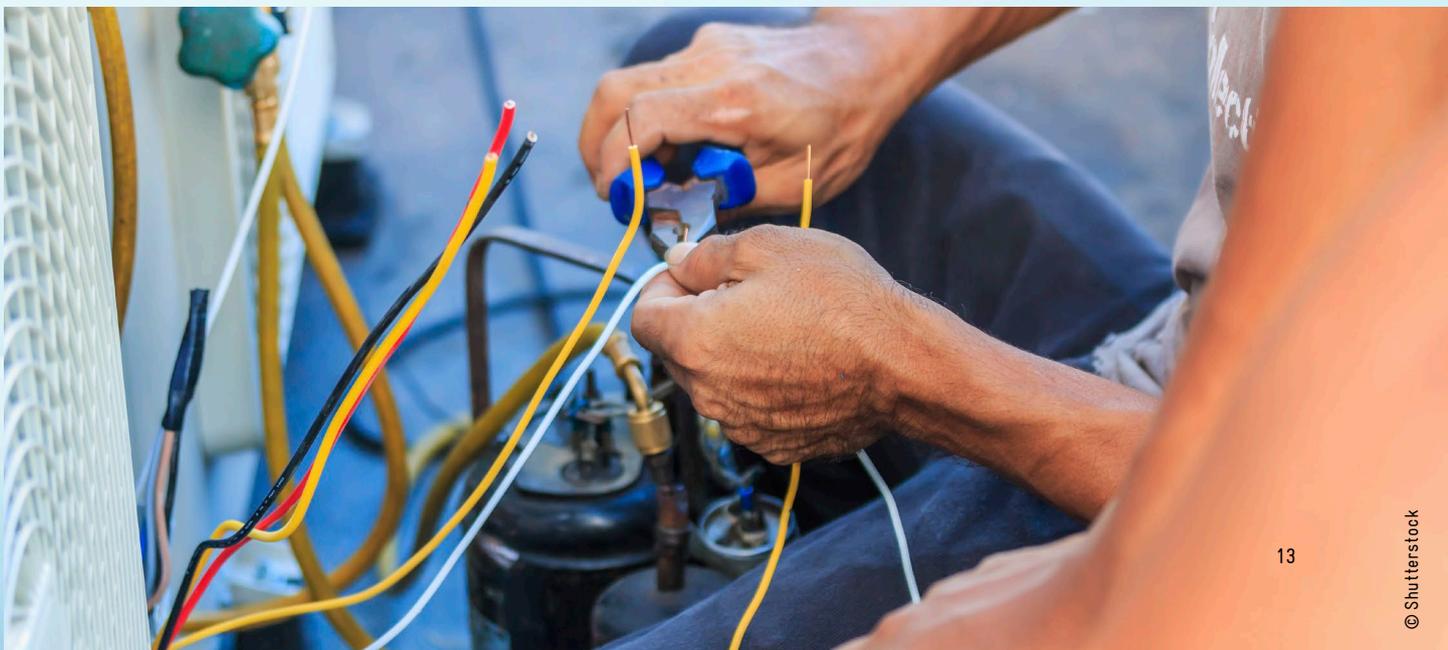
Si bien más de la mitad de los países que desarrollaron una NDC actualizada han reconocido la relevancia del sector de la refrigeración, y específicamente la importancia de las emisiones de HFC, todavía existe una gran brecha en términos de acciones concretas y estrategias de implementación. Los planes de acción detallados que sustentan los objetivos de mitigación cuantitativos en el sector de la refrigeración rara vez se encuentran en las versiones actuales de las NDC actualizadas (GIZ 2021c). Las razones pueden ser la falta de recursos financieros, así como la voluntad política y el poder para promover la acción climática en el sector de RAC y posicionarla de manera destacada en las NDC. Sin embargo, hay muchos ejemplos de buenas prácticas que pueden servir como una guía valiosa para establecer medidas de mitigación ambiciosas en el sector de la refrigeración e integrarlas en las NDC mejoradas, como se mostrará en esta guía. Se puede encontrar más información sobre el sector de la refrigeración en el contexto internacional y más concretamente en el marco de la Enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal y el Acuerdo de París de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en el → [Anexo Técnico](#).

Fuente: Shutterstock

1.2. Objetivos de la guía

Construyendo sobre la primera Guía de las NDC de RAC publicada por GIZ en 2016, esta guía brindará a los tomadores de decisiones políticas un paso a paso sobre cómo cubrir adecuadamente el sector de la refrigeración en una NDC. Además, aborda la cuestión de cómo se puede aumentar la ambición de los objetivos de los sectores de refrigeración una vez que se actualice la NDC. Así, la guía:

- Mapea los elementos clave para el desarrollo de enfoques holísticos para abordar las emisiones directas e indirectas del sector de RAC.
- Describe enfoques sobre cómo seleccionar los instrumentos políticos más relevantes y efectivos para establecer objetivos de reducción cuantificados y ambiciosos.
- Brinda una descripción general de las últimas tendencias tecnológicas y posibilidades técnicas para reducir las emisiones directas e indirectas para subsectores y aparatos clave.
- Aborda el establecimiento de una línea de base y la posibilidad de aprovechar los mercados internacionales de carbono, al tiempo que considera una estrategia integrada del sector de la refrigeración en línea con la EK y la AP.
- Ofrece referencias a recursos de información relevantes disponibles públicamente y ejemplos de mejores prácticas que demuestran una acción de mitigación efectiva y ambiciosa en el sector de la refrigeración.



2. Antecedentes, medidas clave y opciones tecnológicas

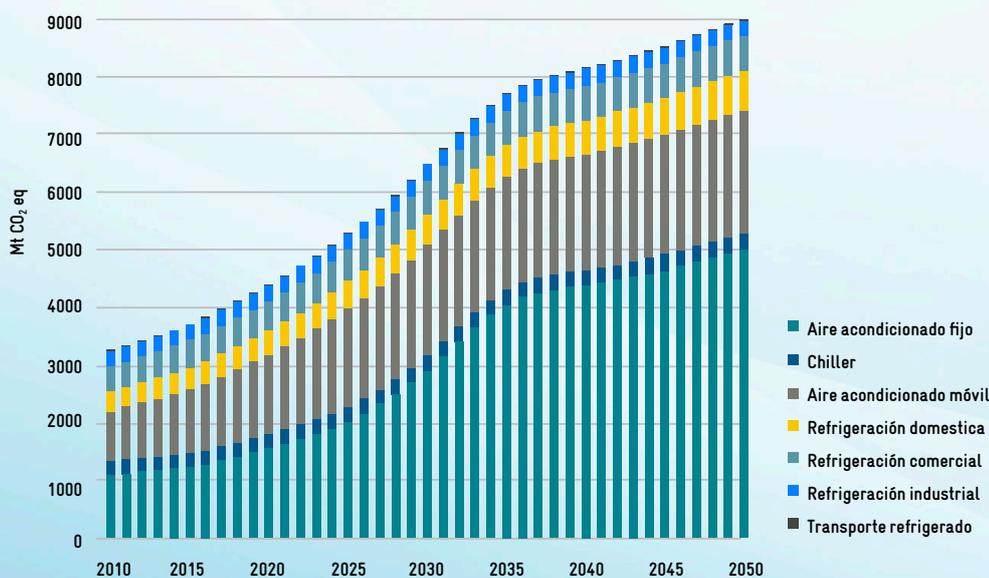
Como se describió anteriormente, se proyecta que las emisiones del sector de RAC aumenten enormemente. Varios estudios (IEA 2018, Xu et al. 2013, Purohit et al. 2020) brindan escenarios alarmantes de emisiones de refrigerantes y uso de energía para alcanzar dimensiones sin precedentes a mediados de este siglo.

Por otro lado, la lucha contra el cambio climático exige recortes inmediatos de las emisiones de gases de efecto invernadero. Grandes áreas del sector de la refrigeración se consideran accesibles, lo que significa que se puede lograr un gran impacto con un costo relativamente bajo (Hawken 2017, Purohit et al. 2022). En el caso de los refrigerantes, es el alto PCG de los refrigerantes convencionales frente a las alternativas disponibles, los llamados refrigerantes naturales. En el caso de la eficiencia energética, son los bajos costos del ciclo de vida resultantes los que hacen que las medidas en el sector de RAC sean accesibles. Al mismo tiempo, el acceso a la refrigeración es relevante para el desarrollo sostenible. La pérdida de alimentos, el acceso a medicamentos, el bienestar, la productividad y el confort térmico están todos relacionados con las aplicaciones de refrigeración (SE4ALL 2018).

El equipo RAC es responsable de aproximadamente 4,7 Gt equivalente de dióxido de carbono (CO₂eq) en 2022 (GCI 2013), como se muestra en la Figura 1. En promedio mundial, un tercio se origina de las emisiones directas de

refrigerantes, mientras que los dos tercios restantes provienen del uso de energía. Esta relación depende del factor de emisión de la red nacional, donde un factor de emisión de red bajo pone más peso sobre las emisiones de refrigerante. Dentro del sector de RAC, se estima que el 28% de las emisiones provienen de aires acondicionados (AC) domésticos (GCI 2013), cuyo número de 850 millones estimados actualmente se espera que aumente a 3.7 mil millones para 2050 (IEA 2018). Otros grandes contribuyentes son los AC móviles, seguidos por la refrigeración comercial y doméstica. Si bien es difícil influir en el desempeño de los aires acondicionados móviles a nivel nacional, dado que los fabricantes de vehículos son actores multinacionales, se requieren medidas para reducir las emisiones de los aires acondicionados de las habitaciones y la refrigeración doméstica, comercial e industrial a nivel nacional. Esta directriz se centra en las cosas accesibles, donde las políticas nacionales pueden influir fuertemente en la inversión de los consumidores en aparatos de producción masiva altamente eficientes y fácilmente disponibles para aire acondicionado doméstico, refrigeración doméstica y refrigeradores comerciales enchufables. Los grandes equipos de refrigeración comercial e industrial a menudo son fabricados a la medida y son más difíciles de regular. A menudo son la fuente de altas emisiones de refrigerantes durante la fase de uso y requieren un enfoque diferente para la regulación, centrándose en instalaciones herméticas, verificación de fugas y recuperación de refrigerantes in situ junto con la promoción de la eficiencia energética.

Figura 1: Emisiones de GEI proyectadas del sector de RAC



Fuente: GCI 2013a

2.1. Medidas clave

La tecnología para cambiar a un camino más sostenible en la prestación de servicios de RAC está disponible. Este capítulo destaca las medidas clave que se enumeran a continuación, así como los subsectores más grandes y brinda enlaces a más información. Después de una descripción general de estas medidas clave junto con enlaces a más información, se analizarán aspectos seleccionados por subsector:

- Reducir la carga de refrigeración (a largo plazo) a través de una insulación adecuada (aislamiento, sombra, techos frescos, otras opciones de refrigeración pasiva).
- Cambio a refrigerantes naturales.
- Utilizar equipos de refrigeración eficientes, electrificados por una proporción cada vez mayor de energías renovables.

- Mejorar la gestión de los bancos de HCFC y HFC para reducir las emisiones durante el servicio y al final de la vida útil.

La mejora del diseño de edificios para lograr edificios resilientes y climáticamente neutros combina muchos aspectos, desde el diseño (urbano) y el carbono incorporado de los materiales de los edificios hasta las opciones de refrigeración pasiva y la eficiencia general de los recursos durante el uso. Como este tema excede el enfoque de la NDC del sector de RAC, acá no se entra en profundidad, pero a quien le interese este tema, puede consultar información de terceros suministrada por la iniciativa internacional Energía Sostenible para Todos (SE4ALL).

Recomendación de lectura adicional:

- SE4ALL (2022). Perspectiva en refrigeración: Monitoreo para una refrigeración sostenible para todos (solo en inglés) 2022, <https://www.seforall.org/chilling-prospects-2022>
- SE4ALL (2018). Perspectivas en refrigeración: proporcionando refrigeración sostenible para todos (solo en inglés), https://www.seforall.org/sites/default/files/SEforall_CoolingForAll-Report_0.pdf

Un cambio hacia refrigerantes naturales

El uso de refrigerantes naturales con un PCG casi nulo en lugar de refrigerantes fluorados con un PCG de medio a alto, cuyos productos de descomposición se acumulan irreversiblemente en el medio ambiente, es una medida importante dentro de una NDC de refrigeración. Existen alternativas a los HFC que también son energéticamente eficientes

para muchas aplicaciones, como se documenta a continuación. Se requiere una acción política para transformar el mercado hacia un uso generalizado de refrigerantes naturales. La promoción dedicada del desarrollo de capacidades es un componente integral para garantizar el uso seguro de refrigerantes naturales.

Referencias dentro de esta guía:

- → Instrumentos regulatorios para reducir el consumo de HFC, (solo en inglés), Capítulo I.A
- → Desarrollo de capacidades para técnicos (solo en inglés), Capítulo I.E

Recomendación de lectura adicional:

- GIZ (2010). Hasse, V., Ederberg, L., Kirch, R.: Buenas prácticas en refrigeración (solo en inglés)
- GIZ (2010). Colbourn, D.: Directrices para el uso seguro de refrigerantes de hidrocarburos (solo en inglés)

El uso de equipos de refrigeración eficientes, electrificados por una proporción cada vez mayor de energías renovables

Frenar el uso de electricidad de las aplicaciones RAC mediante la mejora de las ventas de aparatos energéticamente eficientes es a menudo parte de medidas más amplias de NDC sobre eficiencia energética. Los niveles de ambición pueden diferir mucho, según el estándar nacional mínimo de eficiencia energética (MEPS) definido. Los estudios de campo han revelado que la eficiencia energética no es principalmente proporcional al costo de un aparato (GIZ 2018b). Por lo tanto, invertir en aparatos RAC de

eficiencia energética a menudo tiene períodos de amortización cortos y alivia la presión sobre las redes eléctricas nacionales. La mayor reducción de las emisiones relacionadas con la energía solo tendrá éxito con la transformación del suministro de energía hacia fuentes de energía renovables. En este sentido, la calefacción y la refrigeración podrían integrarse con soluciones de almacenamiento térmico que soporten redes estables frente al suministro de energía eólica y fotovoltaica volátil.

Referencias dentro de esta guía:

- → Instrumentos normativos para fomentar una mayor eficiencia energética de equipos (solo en inglés), Capítulo II.A
- → Aplicación de la regulación de eficiencia energética (solo en inglés), Capítulo II.B

Recomendación de lectura adicional:

- Unidos por la Eficiencia (2019). Pautas de regulación modelo, aires acondicionados energéticamente eficientes y amigables con el medio ambiente (solo en inglés), https://united4efficiency.org/wp-content/uploads/2021/11/U4E_AC_Model-Regulation_EN_2021-11-08.pdf
- Unidos por la Eficiencia (2019). Información de apoyo sobre las Pautas de regulación modelo para aires acondicionados energéticamente eficientes y amigables con el medio ambiente (solo en inglés), https://united4efficiency.org/wp-content/uploads/2020/05/U4E_AC_Model-Reg-Supporting-Info_20200227.pdf
- Unidos por la Eficiencia (2019). Pautas de regulación modelo para equipos de refrigeración energéticamente eficientes y respetuosos con el medio ambiente (solo en inglés), https://united4efficiency.org/wp-content/uploads/2019/11/U4E_Refrigerators_Model-Regulation_20191029.pdf
- Unidos por la Eficiencia (2019). Información de apoyo sobre las Pautas de regulación modelo para equipos de refrigeración energéticamente eficientes y amigables con el medio ambiente (solo en inglés), https://united4efficiency.org/wp-content/uploads/2019/11/U4E_Refrigerators_Supporting-Info_20191029.pdf
- Unidos por la Eficiencia (2021). Pautas de Reglamento Modelo para Equipos de Refrigeración Comercial Energéticamente Eficientes y Amigables con el medio ambiente (solo en inglés), https://united4efficiency.org/wp-content/uploads/2021/11/U4E_CommercialRefrig_ModelRegulation_20211109.pdf
- Unidos por la Eficiencia (2021). Información de apoyo sobre las Directrices de Reglamento Modelo para Equipos de Refrigeración Comercial Energéticamente Eficientes y Amigables con el medio ambiente (solo en inglés), https://united4efficiency.org/wp-content/uploads/2021/11/U4E_CommercialRefrig_Supporting-Info_20211109.pdf

Mejorar la gestión de los bancos de HCFC y HFC para reducir las emisiones durante el mantenimiento y el final de la vida útil

La gestión de los bancos de sustancias que agotan la capa de ozono (SAO) y HFC se refiere a la limitación de las emisiones de los aparatos en uso o en el fin de su vida útil. Actualmente, solo unos pocos países tienen sistemas de incentivos para incentivar al técnico de RAC a ejercer el máximo cuidado para evitar las emisiones de refrigerante durante el servicio o el fin de la vida útil. A escala global, se estima que se podrían evitar anualmente más de 0,5 Gt CO₂eq (GIZ 2017). La gestión de bancos de SAO y HFC

es un tema complejo que requiere políticas sólidas, financiamiento, infraestructura de recolección, así como instalaciones de recuperación y destrucción. La Alianza para la Protección del Medio Ambiente y el Ozono (COPA) reúne a diversos actores para promover las soluciones holísticas necesarias para reducir los bancos de SAO y HFC y brinda apoyo técnico y financiero a los países que establecen objetivos ambiciosos hacia una gestión sostenible de los bancos de SAO y HFC.

Referencias dentro de esta guía:

- → Instrumentos normativos para promover la recolección y reuso de los refrigerantes HFC (solo en inglés, Capítulo I.D)
- → Instrumentos normativos para gestionar el tratamiento final de la vida útil de refrigerantes (y aparatos) (solo en inglés), Capítulo I.F

Recomendación de lectura adicional:

- Alianza para la Protección del Medio Ambiente y el Ozono (COPA) (solo en inglés), <https://www.copalliance.org/>
- GIZ (2018). Papst, I.: Bancos mundiales de sustancias que agotan la capa de ozono. Un estimado a nivel de país (solo en inglés), https://www.international-climate-initiative.com/en/iki-media/publication/global_banks_of_ozone_depleting_substances/
- GIZ (2017). Heubes, J., Gloel, J., Papst, I.: Hoja de ruta mundial sobre gestión de bancos de SAO (solo en inglés), https://www.international-climate-initiative.com/en/iki-media/publication/global_roadmap_on_ods_bank_management/
- GIZ (2017). Heubes, J.: Directrices para realizar un inventario del banco de SAO (solo en inglés), https://www.international-climate-initiative.com/en/iki-media/publication/guideline_to_conduct_an_ods_bank_inventory/
- GIZ (2017). Gloel, J., Heubes, J.: Directrices sobre medidas normativas para la gestión y destrucción de SAO (solo en inglés), https://www.international-climate-initiative.com/en/iki-media/publication/guideline_on_policy_measures_for_the_management_and_destruction_of_ozone_depleting_substances/
- GIZ (2017) V. Heinemann, S., Beckmann, J., Heubes, J.: Directrices para establecer un sistema de recogida de equipos que contengan SAO (solo en inglés), https://www.international-climate-initiative.com/en/iki-media/publication/guideline_to_establish_a_collection_system_for_equipment_containing_ozone_depleting_substances/
- GIZ (2017). Gloel, J.: Directrices para el movimiento transfronterizo de desechos de SAO (solo en inglés), https://www.international-climate-initiative.com/en/iki-media/publication/guideline_for_the_transboundary_movement_of_ods_waste/

2.2. Opciones de tecnología sostenible

A continuación, se describen las alternativas en las aplicaciones de RAC que generalmente tienen las proporciones más altas de emisiones del sector nacional de RAC.

El aire acondicionado se puede realizar a través de sistemas de refrigeración centralizados o utilizando pequeños dispositivos que solo enfrían una habitación. Dichos AC de habitación suelen ser móviles, de tipo ventana y AC "split". Este último es, por mucho, el más común en todo el mundo, con cerca de 1.000 millones de unidades actualmente y un aumento previsto de 3.700 millones en 2050 (IEA 2018).

Sin embargo, como las unidades más pequeñas están selladas de fábrica y no requieren un técnico de RAC para la instalación, siguen siendo populares y no deben descartarse como un nicho con alrededor de 200 millones de dispositivos móviles (GCI 2016) y 160 millones de AC tipo ventana en uso en todo el mundo².

² Estudio de AC tipo ventana: registro de eventos, Abandonados, el potencial de refrigeración verde del mercado mundial de aires acondicionados tipo ventana, Green Cooling Initiative (green-cooling-initiative.org).

Aire acondicionado de habitación (móvil, de ventana, unidades "split")

Consideramos "alta eficiencia" como lo propone la iniciativa "United 4 Efficiency" (U4E) liderada por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). El establecimiento de límites de eficiencia energética y requisitos de etiqueta generalmente se realiza a nivel nacional y, por lo tanto, los requisitos difieren sustancialmente entre países. Algunas iniciativas regionales apuntan a armonizar los requisitos para reducir los costos de transacción y la vigilancia del mercado. U4E brinda estudios de antecedentes y reglamentos modelo para ayudar a los países a establecer requisitos ambiciosos. Basado en U4E, una división eficiente o un AC autónomo enfriado por aire por debajo de 16 kiloWatt (kW) deberá cumplir o

superar el nivel de eficiencia energética en la Tabla 1. El equipo se prueba de acuerdo con la norma 16358:2013 de la Organización Internacional de Normalización (ISO). La métrica aplicada es el Factor de Rendimiento de la Temporada de Refrigeración (CSPF), que tiene en cuenta las necesidades de refrigeración durante una temporada de refrigeración completa (consulte el "recuadro sobre métricas para la eficiencia energética"). Varios perfiles de temperatura primarios y secundarios están disponibles para tener en cuenta las diferentes condiciones climáticas. Por lo tanto, los niveles de eficiencia se especifican en función del grupo climático y la capacidad de refrigeración (CC).

Tabla 1: Requisitos de eficiencia propuestos (CSPF) para aires acondicionados (solo refrigeración)

Nivel mínimo de eficiencia energética propuesto			
Grupo Climático	Categoría del Producto		
	CC ≤ 4.5 kW	4.5 kW < CC ≤ 9.5 kW	9.5 kW < CC ≤ 16 kW
Grupo 1	6.1	5.1	4.5
Grupo 2	5	4.3	3.8
Grupo 3	5.3	4.6	4.1
Requisitos propuestos para el etiquetado de alta eficiencia			
Grupo Climático	Categoría del Producto		
	CC ≤ 4.5 kW	4.5 kW < CC ≤ 9.5 kW	9.5 kW < CC ≤ 16 kW
Grupo 1	>= 8	>= 7.6	>= 7.6
Grupo 2	>= 6.5	>= 6.2	>= 6.2
Grupo 3	>= 6.7	>= 6.4	>= 6.4

Fuente: U4E 2019a

Aires Acondicionados tipo "split"

Un solo aire acondicionado "split" consta de dos partes, una unidad exterior y una unidad interior, conectadas con un circuito de refrigerante. La unidad exterior contiene el

compresor y el condensador donde se enfría el refrigerante. La unidad interior se compone del evaporador, que enfría el aire que pasa y luego se ventila en la habitación.

Figura 2: Aire acondicionado "split"



Se requieren técnicos bien capacitados para el montaje adecuado del circuito de refrigerante que conecta las dos partes de un aire acondicionado "split" en el sitio. La instalación a prueba de fugas es un requisito previo para mantener la eficiencia energética inicial. Se debe realizar

la recuperación de refrigerante de los refrigerantes HFC en caso de reparación y desmantelamiento. Sin una instalación adecuada, las fugas en las tuberías ocurren con bastante frecuencia, lo que genera tasas de emisión de fugas promedio altas y un mayor consumo de energía.

Recuadro sobre métricas para la eficiencia energética

El Ratio de Eficiencia Energética (EER) es la relación entre la potencia de refrigeración dada por los aparatos y la energía eléctrica requerida por el aparato en condiciones de clasificación definidas. Las condiciones nominales suelen ser a plena carga y el EER se define mediante una prueba de laboratorio.

$$\text{EER} = \frac{\text{Potencia de enfriamiento proporcionada}}{\text{Potencia eléctrica necesaria}} = \frac{\text{kW}_{\text{thermal}}}{\text{kW}_{\text{electric}}}$$

Los coeficientes estacionales tienen en cuenta la cantidad de refrigeración dada durante una temporada de refrigeración definida y la comparan con la energía calculada necesaria para dar esta refrigeración. Se aplican varios métodos diferentes para el cálculo en diferentes países, lo que lleva a métricas ligeramente diferentes y dificultades para compararlas entre sí.

$$\text{Coeficiente estacional} = \frac{\text{Enfriamiento proporcionado durante el tiempo dado}}{\text{Energía (electricidad) necesaria durante el tiempo dado}} = \frac{\text{kW}_{\text{thermal}}}{\text{kW}_{\text{electric}}}$$

Los dos estándares principales son el Ratio de Eficiencia Energética Estacional (SEER, EN 14825) y el factor de rendimiento de temporada de refrigeración (CSPF, ISO 16538).

SEER y CSPF difieren en el perfil de temperatura aplicado, el número y la configuración de temperatura para los puntos de prueba (carga parcial) y la inclusión del consumo de energía auxiliar, como la energía de reserva. Los coeficientes estacionales tienen en cuenta patrones de uso más realistas durante una temporada de refrigeración, especialmente cuando se utilizan perfiles de temperatura específicos del grupo climático según lo recomendado por la regulación del modelo U4E. Las clasificaciones estacionales reflejan el desempeño eficiente de carga parcial de los aparatos tipo inverter.

Incluso si los climas no tienen temporadas de refrigeración específicas, sino condiciones similares durante todo el año, los AC de tipo inverter son una ventaja, ya que reaccionan a las condiciones de carga parcial durante el día. Esta ventaja de los AC de tipo inverter se refleja en los coeficientes estacionales también para climas con poca variación estacional.

Por lo tanto, se recomienda utilizar coeficientes estacionales para la configuración MEPS y las clases de etiquetas.

Recomendación de lectura adicional:

- Unidos por la Eficiencia (2019). Aires acondicionados de bajo consumo y respetuosos con el medio ambiente (solo en inglés), https://united4efficiency.org/wp-content/uploads/2020/05/U4E_AC_Model-Reg-Supporting-Info_20200227.pdf
- GIZ (2019). Becker, L.; Munzinger, P.; de Graaf, D.: Guía de recursos de aires acondicionados "split" R290 (solo en inglés) https://www.green-cooling-initiative.org/fileadmin/Publications/2019_C4_R290_SplitAC_ResourceGuide.pdf

Aires acondicionados portátiles (movibles)

Los AC portátiles son las llamadas unidades autónomas, en las que todas las piezas que contienen refrigerante

están dentro de un cuerpo. Los conductos de aire se pueden utilizar para descargar aire caliente al exterior.

Figura 3: Aire acondicionado portátil



La capacidad de los AC portátiles oscila entre 6.000 BTU/h [1,75 kW] y 10.000 BTU/h [3 kW]. Como no se requiere ningún trabajo de instalación en el sitio, el circuito de refrigerante está sellado de fábrica y, por lo tanto, las emisiones durante el uso son muy bajas. Se usan comúnmente R410A y R32, y también se puede usar R290 según los estándares actuales. Las tecnologías de inverter e inverter dual están disponibles en AC portátiles.

La eficiencia energética de los aires acondicionados con inverter dual es más alta que la de los aires acondicionados con inverter normal, ya que utilizan compresores rotativos gemelos. Las dos cámaras de compresión producen una diferencia de fase de sincronización de compresión de 180°.

La recomendación del requisito mínimo de EER para AC portátiles está en 3.1 (U4E 2019a).

Tabla 3: Comparación de AC portátil eficiente y normal

	Eficiente	Normal
Marca	Midea	Klarstein
Número de modelo	Eco Friendly Lite ⁷	Pure Blizzard ⁸
Capacidad frigorífica	7000 BTU	7000 BTU
EER	3.1	2.6
Consumo de energía	0.7 kWh/60min	0.8 kWh/60min
Tipo de energía	A+	A
Refrigerante	R290	R290

⁷ <https://www.midea.com/de/klimatisieren-heizen/mobile-klimageraete/mobiles-klimagerat-eco-friendly-lite>

⁸ https://res.cloudinary.com/chal-tec/image/upload/bbg/10035806/bda/10035806_BDA_DE-EN-ES-FR-IT.pdf

Debido a la prohibición de refrigerantes con PCG superior a 150 en AC portátiles en la Unión Europea (UE) a partir de 2020, hay muchos más fabricantes que producen AC portátiles con R290, no solo para el mercado de la UE.

Aire acondicionado de ventana

Un AC de ventana se monta en ventanas o a través de la pared. Es una sola unidad construida en fábrica que contiene todos los componentes dentro de una carcasa (Figura 4). La capacidad de refrigeración de un aire acondicionado de ventana oscila entre 5.000 BTU/h [1,46 kW] y 18.000 BTU/h [5,27 kW]. Como está construido en fábrica, las emisiones de refrigerante durante el uso son pequeñas. Ocurren principalmente, en caso de reparación y al final de la vida útil. Para la instalación, no se requiere ningún técnico de RAC específicamente capacitado, ya que no hay manipulación de tuberías de refrigerante.

Los AC de velocidad variable y velocidad fija están disponibles en el mercado. Si bien es técnicamente factible producir aires acondicionados de ventana utilizando refrigerantes naturales (p. ej., R290), los refrigerantes comúnmente utilizados en los aires acondicionados de ventana son R32 y R410A.

Figura 4: Aire acondicionado de ventana

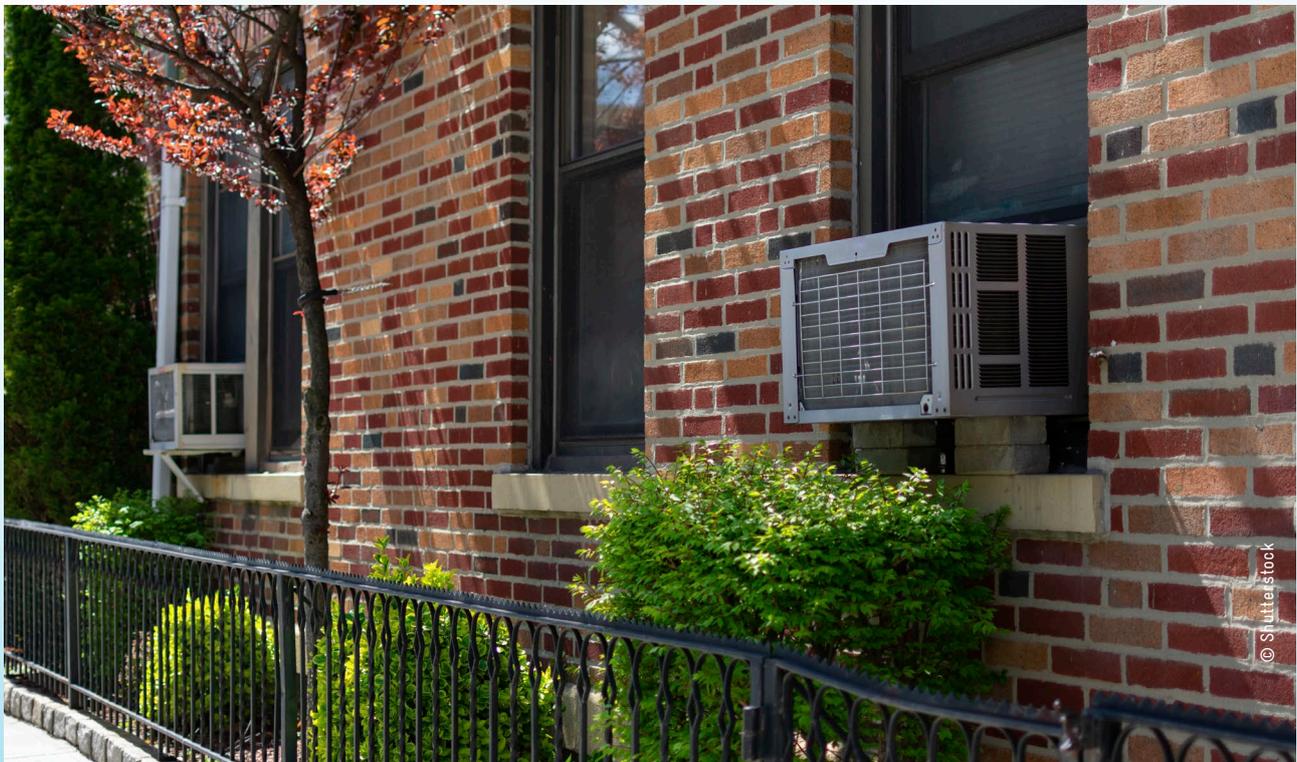


Tabla 4: Comparación de aire acondicionado de ventana normal y eficiente

	Eficiente	Normal
Marca	Voltas	Voltas
Número de modelo	WAC 185V ADA ⁹	183 DZA ¹⁰
Capacidad frigorífica	5.05 kW	5.05
ISEER	3.45	2.92
Consumo de energía (kWh/año)	1131.82	1338.43
Tipo de energía (Indian label scheme)	5 estrellas	3 estrellas
Refrigerante	R32	R32/22

Refrigeradores domésticos

En el mercado se encuentra disponible una gran variedad de refrigeradores para uso doméstico que difieren en tamaño y tecnología del compresor. Los refrigeradores se clasifican en términos generales en refrigeradores, refrigeradores/congeladores y congeladores. El consumo de energía de referencia se calcula por separado para cada compartimento y luego se compara con el consumo de energía probado. La proporción

de los dos da como resultado el Ratio de Eficiencia Energética (IEE) o valor R. El IEE es el consumo de energía probado dividido por el consumo de energía de referencia multiplicado por 100, es decir, los valores más bajos indican una mayor eficiencia. El R se calcula como el consumo de energía de referencia dividido por el consumo de energía probado, por lo tanto, los valores más altos indican una mayor eficiencia.

Tabla 5: Calificación de eficiencia energética recomendada para refrigeradores

Grado	Refrigeradores, Refrigeradores-Congeladores, Congeladores
Rendimiento alto	$R \geq 1.50$
Rendimiento medio	$1.25 \leq R < 1.50$
Rendimiento bajo (MEPS)	$1.00 \leq R < 1.25$

Fuente: U4E 2019b

El refrigerante estándar es R600a, el refrigerante natural isobutano, mientras que la espuma aislante suele contener pentano. Eso significa que, en términos de emisiones de HFC, los refrigeradores nuevos ya no son relevantes. El problema que aún se presenta es el consumo de energía, que es de particular importancia ya que los refrigeradores contribuyen a la carga base de las redes eléctricas.

Los refrigeradores altamente eficientes están comúnmente disponibles, sin embargo, los modelos eficientes de primera clase tienen un precio superior. La diferencia en el consumo de energía entre los modelos de baja y alta eficiencia es sustancial: El ejemplo en la [Tabla 6](#) muestra que el consumo de energía se ha reducido a más de la mitad.

Tabla 6: Comparación de refrigeradores eficientes y normales

	Eficient	Normal
Brand	Haier	Grundig
Model number	H3R-330WNA ¹¹	GSN 10731 XN ¹²
EEL (EU rating)	55	124,4
Volume	330 l	375 l
Refrigerant	R600a	R600a
Energy Class (EU)	A	F
Energy (kWh/year)	66	150,20

⁹ <https://www.myvoltas.com/air-conditioners/window-ac/voltas-adjustable-inverter-ac-185v-ada>

¹⁰ <https://www.myvoltas.com/air-conditioners/window-ac/voltas-fixed-speed-window-ac-4011419-183-dza>

¹¹ https://www.haier-europe.com/de_DE/one-door/34004913/h3r-330wna/

¹² <https://www.grundig.com/de-de/haushalt/kuehlen-gefrieren/alle/gsn-10731-xn-1>

Refrigeración comercial

La refrigeración comercial se refiere a aplicaciones no domésticas en el sector minorista y de servicios de alimentos, hoteles o restaurantes para almacenar o exhibir alimentos.

La refrigeración comercial generalmente opera en dos niveles de temperatura distintos:

- Temperatura media para almacenar productos refrigerados entre 0°C a +8°C.
- Baja temperatura para productos congelados entre -18°C a -25°C.

La refrigeración comercial se puede clasificar en unidades independientes (también llamadas unidades plug-in), unidades de condensación y sistemas de supermercado. Si bien existen alternativas de refrigerantes naturales para las

tres categorías, el enfoque aquí se encuentra en las unidades independientes producidas en masa. Las unidades condensadoras y los sistemas de supermercados dependen del diseño específico de la tienda y son difíciles de comparar. Sin embargo, las vitrinas comerciales de exhibición y los gabinetes almacenamiento también se clasifican individualmente si se enfrían con una unidad de condensación remota. La Tabla 7 muestra los niveles de eficiencia recomendados por U4E para varias subcategorías de productos. Los equipos integrales son complementos: solo requieren un enchufe eléctrico para funcionar, mientras que los equipos remotos están conectados a una unidad de condensación o un sistema centralizado.

Tabla 7: Criterios técnicos para vitrinas comerciales y de almacenamiento eficientes

Categoría equipo				Modo de clase de equipo	Eficiencia baja (EEI)	Eficiencia intermedia (EEI)	Eficiencia alta (EEI)		
RDC	Integral	Horizontal	Refrigerador	RDC-IHC	130	90	50		
			Congelador	RDC-IHF	130	90	50		
		Vertical	Refrigerador	RDC-IVC	130	90	50		
			Congelador	RDC-IVF	130	90	50		
	Remoto	Horizontal	Refrigerador	RDC-RHC	130	90	50		
			Congelador	RDC-RHF	130	90	50		
		Vertical	Refrigerador	RDC-RVC	100	75	50		
			Congelador	RDC-RVF	130	90	50		
		RDC-Refrigerador de bebidas				RDC-BC	100	70	40
		RDC-Gabinete de recogida				RDC-SC	100	70	50
RDC-Arcón Congelador para Helado				RDC-ICF	100	70	50		
RSC	Integral	Horizontal	Refrigerador	RSC-IHC	95	60	35		
			Congelador	RSC-IHF	95	70	50		
		Vertical	Refrigerador	RSC-IVC	95	70	50		
			Congelador	RSC-IVF	95	70	50		
Máquina Expendidora Refrigerada				RVM	100	70	50		

CDR: Vitrina refrigerada, RSC: Gabinete de almacenamiento refrigerado

Fuente: U4E 2021a

Plug-ins comerciales (unidad independiente, unidad integral)

Los refrigeradores autónomos son similares a los refrigeradores domésticos: el condensador, el compresor y el evaporador están integrados en un mismo gabinete. La mayor parte del sistema de refrigeración comercial utiliza un ciclo de refrigeración por compresión de vapor de expansión directa. El sistema independiente suele tener un compartimento grande.

Los refrigerantes más utilizados son los HFC (R404A, R134a) y los hidrocarburos (HC) (R290 y R600a), aunque también se puede utilizar CO₂. Debido a los tamaños de carga pequeños, los refrigerantes HC son seguros de usar sin ninguna medida de seguridad especial. Aparte del ligero

ajuste requerido en la fábrica para manejar con seguridad los HC inflamables, el costo de capital de la unidad HC y la unidad HFC es el mismo. Aunque la eficiencia energética depende principalmente de los componentes utilizados, la eficiencia de la unidad HC es mejor que la del sistema HFC y no hay diferencia en el diseño de ambos sistemas.

La mayor emisión de refrigerante del sistema autónomo ocurre al final de su vida útil; las fugas durante la operación son insignificantes. Se requiere un procedimiento de recuperación al final de su vida útil para las unidades HFC en comparación con las unidades HC.

Figura 5: Sistema independiente



© Shutterstock

Tabla 8: Comparación de plug-ins de pantalla vertical comerciales normales y eficientes

	Eficiente	Normal
Marca	Sistemas de enfriamiento Jordao	Arktic
Número de modelo	FUTURO 2 - 700 P CP CG ¹³	233795 ¹⁴
Rango de temperatura	-1/+5	2/10
Volumen	793	618
Refrigerante	R290	R290
Dimensión de la carga	150	120
Tipo de energía (EU)	A	F
Energía (kWh/año)	1,478	1,694

¹³ <https://www.topten.eu/private/product/view/jordao-cooling-systems-futuro-2-700-p-cp-cg>

¹⁴ https://manuals.plus/de/Arktis/K%C3%BChlschrank-Anleitung-anzeigen#discarding_environment

3. Pasos hacia ambiciosos componentes de la NDC del sector de RAC

Este capítulo resume los elementos y aspectos esenciales que se deben considerar al integrar el sector de la refrigeración en la NDC de un país. Establece factores de éxito y brinda una descripción general de las posibles medidas de mitigación que se pueden considerar para las emisiones relacionadas con la energía y los refrigerantes.

La integración del sector de la refrigeración en el objetivo de mitigación de una NDC, es decir, las emisiones de HFC relacionadas con los refrigerantes, así como las emisiones indirectas derivadas del consumo de electricidad, depende en gran medida de diferentes factores y requisitos previos. Deben cumplirse para identificar y determinar opciones ambiciosas de mitigación específicas del sector de RAC.

Una condición previa necesaria para considerar el sector de la refrigeración es una base de datos sólida, como un inventario detallado de GEI del sector de RAC, idealmente a nivel de equipo (Nivel 2), que puede servir como base de evidencia y punto de partida para el desarrollo de estrategias y medidas de mitigación del sector de la refrigeración. De lo contrario, no hay posibilidad de evaluar las emisiones actuales y el potencial de mitigación.

Los componentes y pasos estratégicos clave para la integración del sector de RAC en una NDC incluyen:

Paso 1: Una **base de datos sólida**, idealmente en forma de un **inventario detallado de GEI del sector de RAC**.

Paso 2: Un enfoque integral de mitigación del sector de la refrigeración que incluye estrategias y planes de implementación a largo plazo basados en las obligaciones de reducción de HFC exigidas por la EK y al mismo tiempo consideren las emisiones generadas por el uso de energía.

Paso 3: El **anclaje del sector de la refrigeración en el proceso** de actualización de la NDC destacando su relevancia en términos de potencial de mitigación y toma de decisiones conjunta por parte de todos los actores clave para determinar la mejor posición del sector en la respectiva NDC (GIZ 2021c). Esto debe estar basado en **componentes NDC específicos** desarrollados por representantes del sector de la refrigeración.

Paso 4: La **vinculación** de las medidas y los planes de mitigación relacionados con el sector de la refrigeración **con otros sectores relevantes** y los objetivos establecidos para ellos, especialmente el sector de la construcción y la eficiencia energética del lado de la demanda, incluyendo la consideración de estructuras institucionales y **la coordinación con los actores (gubernamentales) respectivos**.

Paso 5: El desarrollo de un **sistema de seguimiento y MRV para las emisiones de HFC** que esté en línea con los requisitos de ambos acuerdos, el PM y el AP.

Estos elementos se describen con más detalle en los siguientes capítulos.

Step 1: Inventario de GEI del sector de RAC como condición previa

Como condición previa para incluir al sector de la refrigeración en una NDC, los países deben establecer una base de datos sólida para el sector de la refrigeración en forma de inventario de GEI del sector de RAC. El objetivo general del inventario es cuantificar las emisiones, es decir, emisiones directas e indirectas, que genera el sector de la refrigeración y obtener una imagen detallada de las diferentes fuentes de emisión dentro del sector y fuera para el caso de fuentes de emisiones indirectas relacionadas con la electricidad. Siguiendo la categorización de diferentes metodologías en términos de granularidad de datos según lo determinado por las pautas del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), se establece un

inventario basado en el Nivel 1 utilizando datos agregados en un enfoque descendente, por ejemplo, considerando datos sobre ventas de productos químicos a nivel sectorial en combinación con un factor de emisión compuesto. Por el contrario, la aplicación de un enfoque de Nivel 2 requiere información más detallada sobre el stock de equipos de refrigeración, es decir, el equipo en uso. En ambos enfoques, las emisiones pueden calcularse eligiendo un enfoque basado en las emisiones que tenga en cuenta las ventas anuales y las existencias de sustancias y aplique un factor de emisión (compuesto). O, como segunda opción, se puede adoptar un enfoque de balance de masa que considere las ventas de productos químicos (GIZ 2013a).

Tabla 9: Descripción general de los niveles y enfoques del IPCC 2006

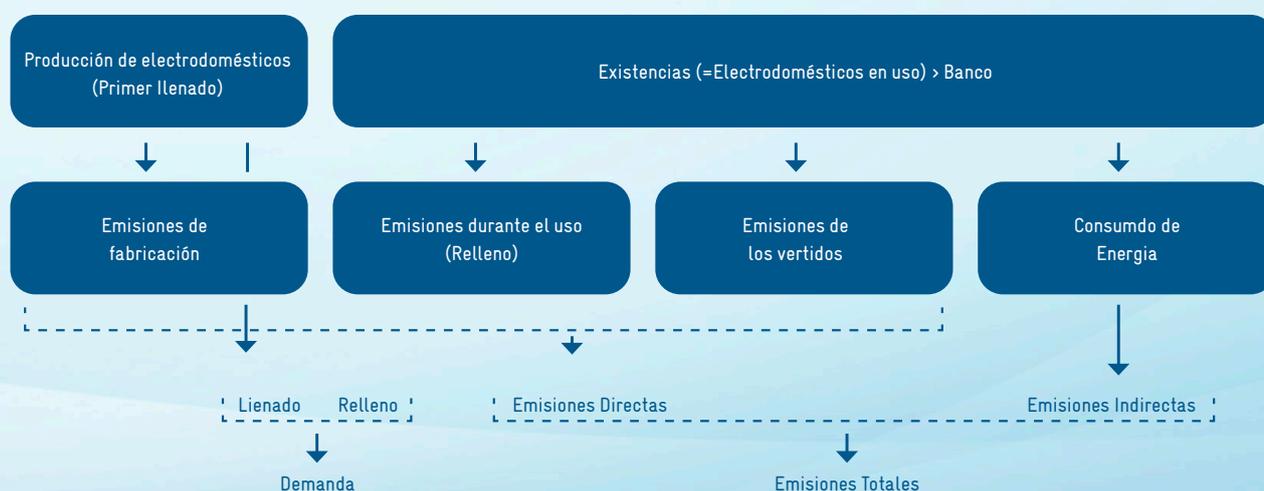
	Enfoque del factor de emisión (a)	Enfoque de balance de masa (b)
Nivel 2 (estimación de las emisiones a nivel desagregado).	Datos sobre ventas de productos químicos y pautas de uso por sub-aplicación [específicos de cada país o derivados a escala mundial o regional]. Factores de emisión por sub-aplicación [específicos del país o por defecto].	Datos sobre ventas de productos químicos por sub-aplicación [específicos de cada país o derivados a escala mundial o regional]. Datos sobre las ventas históricas y actuales de equipos ajustados a la importación/exportación por aplicación [específicos del país o por defecto].
Nivel 1 (estimación de las emisiones a nivel agregado).	Datos de ventas de productos químicos por aplicación [específicos de cada país o derivados a escala mundial o regional]. Factores de emisión por aplicación [específicos del país o (compuesto) por defecto].	Datos de ventas de productos químicos por aplicación [específicos de cada país o derivados a escala mundial o regional]. Datos sobre las ventas históricas y actuales de equipos ajustados a la importación/exportación por aplicación [específicos de cada país o derivados a escala mundial o regional].

Fuente: IPCC 2006

La siguiente figura muestra el enfoque del factor de emisión de Nivel 2 con más detalle. Cabe destacar que la

descripción esquemática también incluye las emisiones indirectas por consumo de electricidad.

Figura 6: Resumen esquemático del enfoque del factor de emisión para calcular las emisiones de HFC



Fuente: GIZ 2013a

Por lo tanto, para establecer un inventario de GEI del sector de RAC completo basado en un enfoque de factor de emisión de Nivel 2, información detallada sobre la cantidad de equipos actualmente instalados (inventario), así como los parámetros técnicos respectivos, como tipo de refrigerante, tamaño de carga inicial, tasas anuales de fugas y eficiencia energética. La obtención de estos datos puede requerir esfuerzos significativos. Éstos se pueden minimizar estableciendo un sistema sectorial de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) que permita la actualización continua y parcialmente automática de los parámetros ([ver también el capítulo 0 para más detalles](#)). En el sector de RAC, un enfoque conjunto de un inventario de HFC basado en equipos con un sistema MRV ayudaría a institucionalizar el proceso de recopilación de datos. De esta manera, al establecer una rutina y un flujo de recopilación de datos, permitiría una contabilización precisa de las emisiones de HFC y un seguimiento de los esfuerzos de mitigación, especialmente los relacionados con los refrigerantes y el ahorro de energía. Además, este enfoque conjunto puede servir para definir y actualizar con frecuencia las estrategias de mitigación en el sector de RAC que pueden incluirse en las agendas climáticas nacionales e internacionales (GIZ 2021b).

El inventario actual se puede ampliar para incluir un componente estratégico mediante la estimación de escenarios de emisiones impulsadas por futuras necesidades de refrigeración. Esto sería parte de los componentes básicos para la integración de las NDC que se describen a continuación.

Sin embargo, incluso en ausencia de un inventario nacional detallado, las experiencias de los inventarios existentes muestran que los aires acondicionados de habitación, como los aires acondicionados "split", los aires acondicionados de ventana y los aires acondicionados portátiles, son una gran fuente de emisiones que se prevé que aumenten considerablemente en el futuro. Además, el consumo de energía de los refrigeradores domésticos que constituye una carga base en la red eléctrica puede no ser la aplicación de mayor consumo eléctrico. Pero se considera accesible, ya que los refrigeradores altamente eficientes y respetuosos con el medio ambiente que utilizan R600a son de última generación, respaldados por ambiciosos MEPS en muchos países. Una creación simultánea de una base de datos sobre los subsectores que están siendo objeto de acciones de mitigación podría ser un compromiso sensato.

Recomendación de lectura adicional:

- GIZ (2013b). Heubes, J.; Papst, I.: NAMAs en los sectores de refrigeración, aire acondicionado y espumas. Un manual técnico. Módulo 1. Inventario (solo en inglés), https://www.green-cooling-initiative.org/fileadmin/user_upload/giz2014-en-NAMA-Handbook-Module-1_WEB.pdf
- GIZ (2021b). Kotin-Förster, S.; Gloel, J.; Papst, I.; Oppelt, D.: Medición, Reporte y Verificación (MRV) en la práctica. Un manual completo para la medición, el reporte y la verificación de las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector de la refrigeración y aire acondicionado (solo en inglés), https://www.green-cooling-initiative.org/fileadmin/Publications/GIZ2021_Measurement_Reporting_Verification_MRV_Handbook.pdf

Paso 2: Estrategias de mitigación y planes de implementación específicos del sector como piedra angular

Las estrategias del sector de la refrigeración y los planes de implementación establecen el marco para las medidas de mitigación relacionadas con la refrigeración de los países. Además, establecen un proceso paso a paso que incluye hitos y actividades específicas para alcanzar las metas finales de mitigación para el sector. Por lo tanto, las estrategias o los planes nacionales de refrigeración pueden ser la piedra angular para identificar y cuantificar objetivos y medidas específicos que se incluirán en las NDC actualizadas.

Los países pueden elegir diferentes enfoques y marcos para identificar y determinar estrategias de mitigación y planes de implementación específicos del sector. Estos pueden incluir (pero no se limitan a) hojas de ruta del sector de

RAC, estrategias de refrigeración a largo plazo y planes de acción de refrigeración. Sin embargo, todos los diferentes enfoques tienen en común que deben estar basados en una sólida evaluación del sector que incluya la cuantificación de las emisiones sectoriales actuales ([consulte la sección anterior](#)). Sobre la base de la evaluación detallada de las fuentes de emisión actuales, así como del potencial de mitigación en diferentes subsectores de refrigeración, respectivamente, de las tecnologías que aplican típicamente en esos subsectores, se pueden elaborar medidas de mitigación considerando dos aspectos clave cruciales:

- **Costos de mitigación** y,
- **Potencial de mitigación** de las medidas previstas.

Estos influyen significativamente en la elección de las acciones y los objetivos finales de mitigación con respecto al inventario actual de aparatos. En la evaluación no solo se deben considerar los aspectos monetarios, sino también las barreras no monetarias, como, por ejemplo, la disponibilidad general de tecnologías alternativas de refrigeración verde o las prioridades específicas del país. Höglund-Isaksson et al. (2017) identificaron dos factores con el potencial de influir en los costos de reducción en el sector de RAC. Uno es la tasa futura de desarrollo tecnológico y el segundo es el reemplazo de los viejos aparatos que utilizan HFC con alternativas más eficientes energéticamente.

Este estudio revela que los costos de reducción de las Partes al art. 5 y las que no lo son del PM están fuertemente influenciados por la composición sectorial de la demanda futura de servicios de refrigeración. Una de las mejores opciones de bajo costo es la sustitución de los HFC por refrigerantes naturales en los subsectores de la industria, el transporte y el comercio. El cumplimiento de la EK daría como resultado costos marginales de reducción estimados por debajo de 60 EUR/t CO₂e_q para el período 2018-2050, con la exención de los países que no hacen parte del art. 5 que ya cuenten con regulaciones HFC (Höglund-Isaksson et al., 2017). Por lo tanto, ambos aspectos deben ser evaluados cuidadosamente y utilizados para la comparación entre diferentes opciones de mitigación antes de seguir desarrollando estrategias y planes de mitigación relacionados con el sector de la refrigeración.

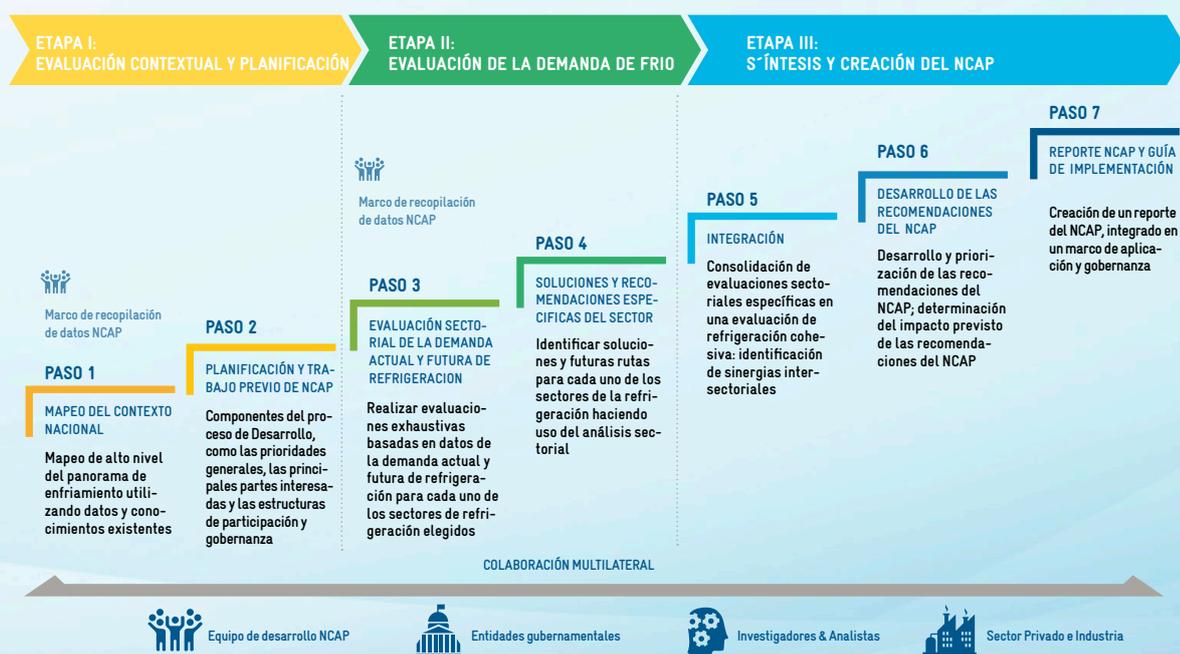
Más allá del inventario actual de aparatos, es necesario desarrollar escenarios para el desarrollo de futuras cantidades de aparatos y emisiones durante el período de las NDC en función de la necesidad de refrigeración esperada, teniendo en cuenta las proyecciones económicas. Idealmente, se elaboraría un escenario económico optimista y otro pesimista.

Los aspectos clave que podrían influir en la selección de las opciones de mitigación más prometedoras comprenden la disponibilidad (futura) de tecnología de refrigeración verde en el país, los recursos financieros que se pueden movilizar a nivel nacional e internacional para implementar las actividades de mitigación, la existencia de la base de habilidades requerida de técnicos, así como las prioridades del país en cuanto a recursos y capacidades y sinergias intersectoriales.

Existen varias guías que describen procesos efectivos para el desarrollo y elementos clave de estrategias y planes de implementación del sector de la refrigeración, como la Metodología del Plan Nacional de Acción de Refrigeración (NCAP) del Cool Coalition (Kumar et al. 2021). Contiene una guía detallada sobre los diferentes pasos que se deben tomar para diseñar un plan de acción nacional de refrigeración que se puede ajustar para que coincida con el contexto y las prioridades específicas de un país.

Figura 7 ilustra las principales etapas y pasos para el desarrollo de NCAP.

Figura 7: Ejemplo de pasos clave para el desarrollo de un Plan Nacional de Acción de Refrigeración (NCAP)



Fuente: Kumar et al. 2021

Solo a través de un enfoque dedicado de participación de las partes interesadas se pueden identificar y seleccionar las mejores acciones de mitigación posibles en el contexto de un NCAP, ya que esto garantiza una visión desde todos los ángulos posibles. Esto significa considerar las estructuras y responsabilidades institucionales e involucrar a todas las partes interesadas pertinentes en la medida adecuada y de

manera oportuna. Este proceso permite identificar y tener en cuenta todas las barreras en la medida de lo posible y detectar y planear sinergias y vínculos con otros sectores y medidas.

La siguiente figura presenta los actores clave a considerar, así como sus principales responsabilidades e impacto:

Figura 8: Mapeo de actores clave (en una distribución típica de mandatos) relevantes en el sector de la refrigeración



Fuente: autores

Recomendación de lectura adicional:

- GIZ (2016). Becker C., Usinger, J., Papst I., Heubes, J., Oppelt, D., Röser, F., Munzinger, P., Andres, D., Boos D.: Avanzar en las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC, por sus siglas en inglés) a través de refrigeración y aire acondicionado amigables con el medio ambiente. Orientación para los formuladores de políticas (solo en inglés), https://www.green-cooling-initiative.org/fileadmin/Publications/2016_C4_Advancing_ndcs_climate_friendly_rac.pdf
- Kumar, S.; Sachar, S.; George, G.; Goenka, A. (2021). Metodología holística para desarrollar un plan de acción nacional de refrigeración, Cool Coalition (solo en inglés), <https://coolcoalition.org/national-cooling-action-plan-methodology/>
- K-CEP (2019). Principios para los planes nacionales de refrigeración (solo en inglés), <https://www.k-cep.org/wp-content/uploads/2019/04/Principles-for-National-Cooling-Plans.pdf>

Paso 3: Diseñar medidas de mitigación ambiciosas para el sector de RAC y anclarlas a proceso de actualización de las NDC

Si, como se describió anteriormente, un país tiene una estrategia del sector de la refrigeración o similar, los objetivos y medidas que se incluirán en las NDC con respecto al sector de RAC se pueden identificar y definir de manera relativamente sencilla sobre la base de la estrategia.

Si ese no es el caso, pero existe un inventario del sector de la refrigeración, es recomendable especificar los objetivos y actividades de mitigación de las NDC para el sector de la refrigeración mediante la evaluación de los costos marginales de reducción y los potenciales de mitigación vinculados a subsectores de refrigeración específicos y tecnologías relacionadas, como se discutió en el capítulo 2. En tal situación, puede ser más difícil llevar al sector de la refrigeración a la discusión sobre la actualización de las NDC, ya que es necesario un "campeón" que presione para su inclusión. En ausencia de dicho campeón, los actores que deseen cubrir el sector de la refrigeración en las NDC pueden enfocarse en las opciones de mitigación para el sector de RAC vinculado a las fuentes de emisión más importantes.

Además, si existe un enfoque intersectorial para la actualización de las NDC, las instituciones interesadas en incluir el sector de la refrigeración pueden adoptar una perspectiva macroeconómica y comparar los costos y las barreras de la mitigación relacionada con la refrigeración con otros sectores que se incluirán en las NDC. Desde un punto de vista nacional, el nivel de ambición para las actividades de mitigación relacionadas con el sector de la refrigeración debe ser alto si los costos y las barreras son bajos en comparación con otros sectores. Por el contrario, si los costos y las barreras se consideran altos, el nivel de ambición debe establecerse en un nivel más bajo.

En general, al igual que para cualquier sector, al determinar el componente del sector de la refrigeración de una NDC, el estado socioeconómico del país y la ambición general de cambio climático juegan un papel esencial. Por lo tanto, los gobiernos que luchan por una política climática muy ambiciosa también podrían optar por objetivos de mitigación más altos en el sector de RAC, en comparación con países con objetivos climáticos menos ambiciosos. Esto se relaciona fuertemente con la cuestión de cubrir los costos de las actividades de mitigación y si deben ser sufragados internamente o si se necesita financiamiento internacional. Y finalmente, es crucial decidir qué mitigación debe comprometerse bajo el objetivo incondicional o condicional. En ese contexto, se deben considerar diferentes fuentes de financiamiento, según los costos marginales de reducción, las barreras para la implementación y los parámetros técnicos.

Los recursos financieros nacionales podrían usarse para medidas de mitigación con costos de reducción más bajos y períodos de recuperación cortos y, por lo tanto, esas medidas se incluirían en el objetivo incondicional de NDC. Las opciones de alto costo deben reservarse para el financiamiento internacional y solo deben enumerarse bajo el objetivo condicional de NDC. La financiación climática internacional a la que se apunta puede provenir de fondos multilaterales, como el Fondo Green Climate Fund (GCF) o el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF); o iniciativas bilaterales, por ejemplo, la Iniciativa Climática Internacional (IKI) del gobierno alemán.

Incorporación de la refrigeración en los sectores de las NDC

En función de las opciones de mitigación que se identificaron y seleccionaron para la integración de las NDC y las fuentes de emisión que abordan estas medidas, es crucial anclar el sector de la refrigeración en el proceso de actualización de las NDC desde el principio. En términos concretos, esto significa que debe evaluarse y decidirse cuidadosamente dónde incluir exactamente el sector de la refrigeración, junto con las partes interesadas (sectoriales) relevantes y la entidad responsable de la coordinación de la actualización de la NDC. Dependiendo de las fuentes de emisión y las medidas, es decir, si se trata de emisiones relacionadas con refrigerantes o energía, el sector de la refrigeración puede incorporarse en:

- El sector energético, para las emisiones relacionadas con la energía.
- El sector de procesos industriales y uso de productos (PIUP), para emisiones relacionadas con refrigerantes.
- Un RAC o sector de la refrigeración separado, tanto para las emisiones relacionadas con la energía como con los refrigerantes.

Si al sector de la refrigeración se le asigna su propio componente, debe garantizarse que, no obstante, esté anclado dentro de las categorías de fuentes de emisión pertinentes. Por lo tanto, los HFC deben incluirse en el alcance de los GEI cubiertos por la NDC si este aún no es el caso y las medidas seleccionadas apuntan a la reducción de las emisiones de HFC. Se pueden mencionar las emisiones de SAO como los HCFC, pero no se cuentan contra la línea de base de emisiones de GEI ya que las SAO generalmente no forman parte de la línea de base. Una decisión temprana sobre el anclaje del sector de la refrigeración es vital para garantizar que no se pase por alto en el proceso posterior y para garantizar la vinculación con los otros sectores y medidas.

Paso 4: Vinculación de las medidas y los planes de mitigación relacionados con el sector de la refrigeración con otros sectores relevantes en el contexto de la actualización de las NDC

Para la integración exitosa del sector de la refrigeración, es indispensable involucrar a las partes interesadas sectoriales relevantes que representan el sector de la refrigeración, en primer lugar, la Unidad Nacional del Ozono (UNO) y el departamento responsable de la eficiencia energética. Esto podría ser un desafío si los procesos y la coordinación del proceso de actualización de NDC son complejos, involucrando a diferentes actores nacionales y múltiples donantes que apoyen y participen. Muy a menudo, los grandes donantes pasan por alto la importancia del sector de la refrigeración y centran predominantemente su asistencia en los "sectores tradicionales", como el sector energético o forestal. Por lo tanto, por un lado, es importante enfatizar la relevancia del sector desde el inicio del proceso de actualización de las NDC ([ver también el Capítulo 3](#)) y, por otro lado, elaborar y considerar claramente los vínculos y desafíos con otros sectores y medidas.

Lo más probable es que las actividades de mitigación previstas en el sector de la refrigeración que se ocupan de las emisiones relacionadas con la energía tengan sinergias o incluso se superpongan con los esfuerzos de mitigación en el sector de la energía. En la mayoría de los países, el sector de la energía es uno de los pilares clave de las acciones y objetivos relacionados con la mitigación del cambio climático. Esto incluye, por ejemplo, la descarbonización del sector eléctrico. Por lo tanto, el sector energético ocupa una posición prioritaria en muchos contextos nacionales y es más poderoso que otros sectores más pequeños, que en la mayoría de los casos incluyen el sector de la refrigeración. Cabe señalar aquí que el sector de la energía probablemente tiene la palabra sobre las actividades de mitigación relacionadas con la energía, mientras que el sector de la refrigeración puede considerarse en el extremo receptor. En consecuencia, es recomendable aprovechar las sinergias de las medidas de eficiencia energética en el sector de RAC con los objetivos del sector energético y coordinarlas con los actores responsables del sector energético. De esta manera, el sector de la refrigeración, a través de la promoción de la eficiencia energética de los aparatos RAC, puede contribuir a alcanzar los objetivos del sector energético al reducir la demanda de energía. Por último, hay que tener en cuenta que una mayor penetración de las energías renovables en el portafolio energético de un país reducirá el potencial de mitigación del componente sectorial de refrigeración indirecta. Esto podría representar un desafío para atraer al sector de la refrigeración, especialmente si los objetivos de energía renovable son demasiado optimistas. Sin embargo, impulsar la eficiencia energética de los equipos de refrigeración y, por lo tanto, reducir el consumo de electricidad, da como resultado una mayor proporción de energía renovable y una reducción más rápida de la intensidad energética del sistema eléctrico.

Paso 5: Seguimiento y MRV del uso y las emisiones de HFC

En virtud de ambos acuerdos, la EK al PM y el AP de la CMNUCC, los países están obligados a informar sobre sus acciones en el sector de la refrigeración. Bajo el Artículo 7, el PM establece requisitos claros para que las Partes informen sobre sustancias controladas. Para la producción y el consumo de HFC, las cantidades se expresan en tCO₂eq. En el contexto del AP, cada Parte puede desarrollar y seguir sus propios objetivos de mitigación en sus NDC. Sin embargo, esto representa un desafío cuando se trata de comparar y agregar los esfuerzos de los países. Por lo tanto, la contabilización permite a cada Parte hacer un seguimiento de su progreso individual y comprenderlo y compararlo con las metas y el progreso de los demás, permitiendo así una mejora colectiva. El Artículo 4 del Acuerdo de París estipula que las Partes alinearán su contabilización para las NDC con base en los llamados principios TPICC: Transparencia, Exactitud, Integridad, Comparabilidad, Coherencia. Además, deben garantizar la integridad ambiental y evitar la doble contabilización. El artículo 13 de la AP introduce además el Marco de Transparencia Mejorada (MTM), que puede considerarse la columna vertebral de la AP. Brinda orientación para los procesos de contabilización de las NDC. En la COP24 de Katowice, en la decisión 18/CMA.1, se adoptaron requisitos y directrices detallados para la contabilización y la presentación de informes, las denominadas modalidades, procedimientos y directrices (MPD) de la MTM. De acuerdo con los MPD, todas las Partes deben presentar información a través de informes bienales de transparencia (BTR) e informes

de inventario nacional (NIR) (ECBI 2020). Los NIR cubren las emisiones y remociones de GEI directos de la 'canasta de gases de Kyoto' que comprende los siguientes siete gases: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), perfluorocarbonos (PFC), HFC, hexafluoruro de azufre (SF₆) y trifluoruro de nitrógeno (NF₃).

Por lo tanto, los HFC están sujetos a requisitos de información en ambos regímenes, el PM y la CMNUCC. Estos pueden ser informados por un sistema MRV sincronizado que tenga en cuenta tanto las emisiones relacionadas con la energía como las relacionadas con los refrigerantes del sector de la refrigeración. Si bien los inventarios de GEI implican datos de emisiones de GEI como un esfuerzo único, un sistema MRV apoya el monitoreo constante de las emisiones y brinda información actualizada. En el sector de RAC, un enfoque conjunto de un inventario de HFC basado en equipos con un sistema MRV ayudaría a institucionalizar el proceso de recopilación de datos mediante el establecimiento de una rutina y un flujo de recopilación de datos que permitirían una contabilización precisa de las emisiones de HFC y el seguimiento de los esfuerzos de mitigación, especialmente aquellos relacionados con los refrigerantes y el ahorro de energía. Además, este enfoque conjunto puede servir para identificar y definir estrategias de mitigación en el sector de RAC que puedan incluirse en las agendas climáticas nacionales e internacionales (GIZ 2021b). La [siguiente tabla](#) resume los beneficios de un sistema MRV sectorial.

Tabla 10: Descripción general de los beneficios de un sistema MRV

Partes interesadas	Beneficios asociados
Importadores, minoristas, fabricantes, consumidores	<ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar información relevante (Ej. Calculadoras GEI) para las empresas que reportan sus datos de actividad • Proporcionar una visión general del mercado (Ej. Tendencias de venta, MEPS promedio, etc.) • Mejor conocimiento del tipo de productos en los mercados¹
Punto focal del Departamento Climático/UNFCCC	<ul style="list-style-type: none"> • Informar y cumplir a la vez con las diversas obligaciones internacionales de información (NDC (NIR, BTR), Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA), inventarios de GEI, MRV para el financiamiento del clima, etc.)
Unidad Nacional de Ozono, Protocolo de Montreal	<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar las capacidades nacionales (Ej. Sistemas de recolección de datos, calidad de los datos, etc.) • Monitoreo del progreso de la recolección continua de datos • Si aplica: mejorar la granularidad del inventario pasando de la metodología de Nivel 1 a la de Nivel 2 del IPCC
Entidad nacional responsable del sector energético/eficiencia energética (Ministerios de Energía y Medio Ambiente)	<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar los informes nacionales • Incrementar la participación política en asuntos climáticos • Proporcionar datos coherentes para la formulación de políticas nacionales (identificación y priorización de los esfuerzos de mitigación) • Actualización periódica de las clases de etiquetas y MEPS • Medición de la eficacia de las políticas

Fuente: GIZ 2021b

Específicamente, el seguimiento del consumo y las emisiones de HFC se puede realizar a diferentes niveles y a través de varios enfoques. Como se mencionó en el Paso 1, las emisiones de GEI se pueden contabilizar utilizando enfoques de nivel diferente con un nivel creciente de granularidad desde el nivel 1 hasta el nivel 3. Por lo tanto, cuanto

mayor sea el nivel de detalle de los datos utilizados para monitorear y reportar las emisiones, mayor será la ambición del enfoque de MRV. Involucrar a los usuarios en la notificación del uso de HFC apoya y facilita el proceso de recopilación de datos y permite a los países obtener datos más granulares necesarios para un enfoque de Nivel 2.

4. Evaluación comparativa de la ambición

Las siguientes secciones presentan un conjunto de diferentes instrumentos de política que se pueden considerar para diseñar un componente integral de NDC del sector de RAC y asignarles un cierto nivel de ambición, según la categoría de país, como se define en el siguiente subcapítulo. Además, hay una herramienta de evaluación comparativa separada, disponible como una aplicación de Excel, para facilitar la evaluación de la ambición.

4.1. Categorías de países y niveles de ambición correspondientes

Para reflejar los diferentes contextos de los países e identificar las medidas apropiadas, incluyendo el nivel de ambición, definimos tres categorías de países diferentes en función de los aparatos o subsectores típicos que se encuentran en el contexto nacional. Estos pueden vincularse al consumo anual de refrigerante. A lo largo de la directriz, las categorías se relacionan con medidas que abordan las emisiones directas (el uso de HFC), así como las emisiones indirectas (eficiencia de los aparatos).

- **Categoría A:** País que **solo importa refrigerantes y aparatos/equipos** con aire acondicionado **principalmente residencial y comercial, refrigeración residencial y poca refrigeración comercial**. Esos son típicamente,

pero no se limitan a, países de bajo consumo (PBC) en el contexto de PM.

- **Categoría B:** País que **solo importa refrigerantes y aparatos/equipos con aplicaciones residenciales y comerciales, así como industriales para aire acondicionado y refrigeración**. Estos países suelen tener un mayor consumo de refrigerante que los países de la categoría A.
- **Categoría C:** País que **tiene fabricación de equipos y más aplicaciones comerciales o industriales**. Estos países suelen tener un mayor consumo de refrigerante que los países de las categorías A y B.

Tabla 11: Descripción general de las categorías de los países

Contexto de País	País Cat A	País Cat B	Country Cat C
Importación vs. fabricación de equipos			
Fabricación de equipos en el país	✗	✗	✓
Sub-sectores clave en el país			
AC residencial y comercial y refrigeración	✓	✓	✓
Refrigeración industrial	✗	✓	✓

Fuente: autores

La diferencia entre la categoría de países A y B radica principalmente en la existencia, respectivamente, del número de equipos de refrigeración industrial, que se espera que apenas existan en los países de la categoría A. En este punto, se debe enfatizar que esta es una representación simplificada y solo sirve para categorizar medidas de manera aproximada. Para evaluar adecuadamente el nivel de ambición de las actividades de mitigación en el sector de RAC de un país, se requiere un análisis integral del contexto del país, incluyendo los objetivos, las políticas y los planes de mitigación existentes.

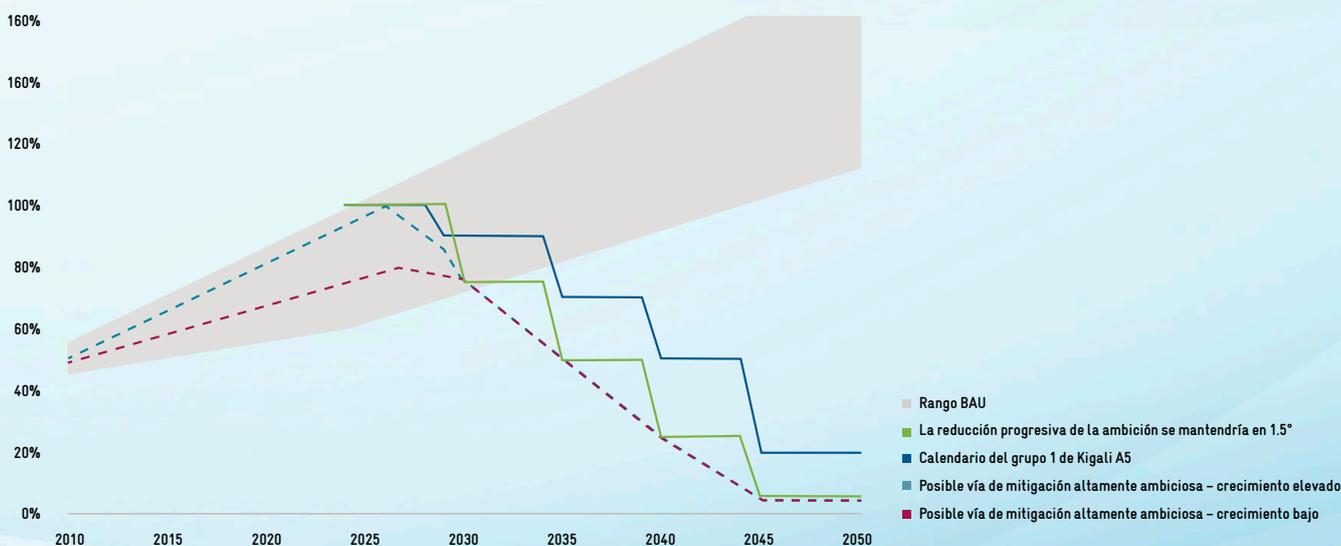
Con respecto a la ambición, un país idealmente establece un objetivo general de reducción de emisiones de HFC en toda la economía en su NDC que apunte a reducir las emisiones más allá de los efectos del EK.

El EK en su forma actual se queda corta para lograr la reducción de emisiones de GEI de HFC requerida para mantenerse en la ruta de 1,5°C. La ruta de 1,5°C requiere una reducción global de las emisiones de HFC del 75 al 80% en relación con 2010 (Purohit et al. 2022). El mismo estudio destaca que los programas de consumo actuales no son suficientes para alcanzar este objetivo y recomienda una reducción gradual rápida y una última reducción al 95% lo antes posible. Dado que el Protocolo de Montreal controla el consumo, se propone utilizar también esta métrica cuando se habla de objetivos ambiciosos de reducción de emisiones. Aunque no existe una traducción simple de consumo a emisiones, cualquier medida que apunte a la contención de refrigerantes a su vez también reduce el consumo, ya que se requiere menos refrigerante virgen.

Para los países del Artículo 5, la limitación del consumo significa que la opción de crecimiento dada por la parte de HCFC de la línea de base de consumo hasta el año de congelación no debe usarse, o solo de manera limitada. El esfuerzo necesario para limitar el crecimiento hasta el año de congelación depende del consumo histórico de HFC y del crecimiento socioeconómico hasta 2024. Las circunstancias nacionales difieren mucho, desde casi ningún crecimiento adicional proyectado en el escenario de negocios habituales (BAU, por sus siglas en inglés) hasta graves dificultades para lograr el nivel de congelación en 2024. Por lo tanto, los niveles de ambición para los objetivos generales de reducción del consumo se dan en términos cualitativos, ya que los esfuerzos necesarios para lograr un objetivo determinado no son comparables entre países.

A corto plazo, recomendamos limitar al máximo el crecimiento del consumo de HFC hasta 2024. El alcance de la limitación prevista y el esfuerzo requerido dependen en gran medida de las circunstancias nacionales. Idealmente, los niveles actuales de consumo de HFC se congelan, ya que las reducciones posteriores pueden partir de un nivel de consumo más bajo. Esta es la base para el objetivo a más largo plazo informado por Purohit et al. (2022) para acelerar la reducción del consumo de HFC. La ambiciosa reducción gradual del consumo debería apuntar a una reducción del 95% para 2045. Esto podría lograrse mediante un paso de reducción del 25% cada 5 años, comenzando en 2030 con el primer paso como se ilustra en [Figura 9](#).

Figura 9: Calendario propuesto para la reducción gradual de HFC de gran ambición



Fuente: autores

Recomendación de lectura adicional:

- GIZ (2021e). Michaelowa, A.; Laßmann, D.; Espelage, A.; Feige, S.; Moreno, L.: El 'sumador de HCFC' en el cálculo de referencia de la Enmienda de Kigali. Riesgos para la integridad ambiental del Acuerdo de París
- GIZ (2021d). Michaelowa, A.; Laßmann, D.; Espelage, A.; Feige, S.; Moreno, L.: Metodologías de referencia y seguimiento para la acción de mitigación de HFC. Estandarización y simplificación de MRV, así como contabilización de la mitigación de HFC, incluyendo la mejora de la eficiencia energética, en virtud de la Enmienda de Kigali y el Acuerdo de París

4.2. Caja de herramientas de instrumentos de políticas para abordar las emisiones del sector de RAC

Los gobiernos pueden elegir entre diferentes instrumentos de política para fomentar estrategias de mitigación. En relación con el sector de RAC, estos instrumentos de política pueden abordar el consumo y la producción de refrigerantes, así como la eficiencia de los aparatos (GIZ 2021d). Los instrumentos políticos típicos se pueden

dividir en cuatro grupos: instrumentos de información, instrumentos regulatorios, instrumentos económicos e instrumentos habilitadores (Grubb et al., 2020). La [Tabla 12](#) ilustra algunos ejemplos de cómo se pueden aplicar los diferentes instrumentos políticos en el sector de la refrigeración.

Tabla 12: Lista de posibles instrumentos de política para impulsar la mitigación en el sector de la refrigeración

Instrumentos de Política	Refrigerantes	Eficiencia energética
Instrumentos regulatorios	Objetivo global de reducción del consumo de HFC declarado (para toda la economía)	Instrumentos regulatorios para promover equipos de mayor eficiencia energética
	Instrumentos regulatorios para reducir el consumo de HFC	Aplicación de la normativa sobre eficiencia energética
	Instrumentos regulatorios para promover la contención y reutilización de refrigerantes HFC	
	Instrumentos regulatorios para gestionar el tratamiento de refrigerantes (y aparatos) al final de su vida útil	
Instrumentos financieros/económicos	Instrumentos financieros para reducir el consumo de HFC	Instrumentos financieros para apoyar una mayor eficiencia energética de los equipos
	Instrumentos relacionados con el mercado para reducir el consumo de HFC	
Instrumentos financieros/económicos	Desarrollo de capacidades para técnicos	
	Seguimiento y MRV del consumo y las emisiones de HFC	

Fuente: autores basados en Grubb et al. 2020

Medidas para reducir las emisiones relacionadas con los refrigerantes

Instrumentos regulatorios para reducir el consumo de HFC

Según Grubb et al. 2020, los principales instrumentos de política orientados al consumo que evidencian una eficacia potencial y una alta viabilidad son la adquisición en la cadena de suministro, el cargo por materiales intensivos en carbono y la mejora de la infraestructura. Los instrumentos de política de segundo rango incluyen estándares regulatorios, acuerdos o derechos de emisión comerciales, acuerdos

de bienes y servicios ambientales y requisitos de reciclaje. Por lo tanto, se pueden aplicar varios instrumentos regulatorios, ya sea como medida única o como una combinación de diferentes instrumentos, para apoyar la reducción del uso de HFC y el cambio a refrigerantes de bajo PCG. Esto aplica tanto al lado de la demanda (usuario) como al de la oferta (productor). La [siguiente tabla](#) resume los diversos instrumentos y los atribuye con el respectivo nivel de emisión y, por lo tanto, de potencial de mitigación.

Tabla 13: Instrumentos normativos para regular el consumo de HFC

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Sin regulación para reducir el uso de los HFC	Bajo	Bajo	Bajo
Introducción de un límite de PCG de los HFC para determinados aparatos/tecnologías basado en los umbrales definidos en la normativa actual de gases fluorados de la EU.	Alto	Medio	Medio
Prohibición de refrigerantes sintéticos para subsectores/aparatos específicos; por ej., refrigeradores, congeladores, equipos comerciales enchufables	Alto	Alto	Alto
Contratación pública verde con límites de PCG para refrigerantes basados en la normativa actual de gases fluorados de la EU	Medio	Medio	Medio
Contratación pública verde para incentivar la disponibilidad de equipos altamente eficientes utilizando refrigerantes naturales	Alto	Alto	Alto
Evaluación del refrigerante sobre su reciclabilidad, con posibles restricciones en mezclas que son difíciles de reciclar/recuperar	NA	Alto	Alto
Compromiso de fabricantes locales para cambiar a refrigerantes naturales	NA	NA	Medio
Normativa/ requerimiento para que los fabricantes locales se cambien a refrigerantes naturales	NA	NA	Alto

Fuente: autores

Instrumentos financieros para reducir el consumo de HFC

Hay una serie de instrumentos financieros que pueden reducir efectivamente el uso de refrigerantes que contienen HFC. Hay diferentes formas de incentivar la compra de equipos de refrigeración verde. El principal objetivo de estos instrumentos financieros es reducir los costos de inversión de los equipos de refrigeración verde que, en algunos casos, siguen siendo considerablemente superiores a los de las tecnologías convencionales. Incluso si la inversión en equipos

de refrigeración inocuos para el medio ambiente se amortiza económicamente a largo plazo debido a costos operativos más bajos, requiere una financiación inicial para reducir los costos de inversión, a veces más elevados, y los períodos de amortización. Otra opción para reducir la inversión en tecnologías que operan con refrigerantes sintéticos es imponer impuestos o gravámenes, según el valor del PCG.

Tabla 14 brinda una descripción general de los instrumentos.

Tabla 14: Instrumentos financieros para regular el consumo de HFC

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
No hay normativa/ incentivos financieros para reducir HFC y fomentar refrigerantes naturales	Bajo	Bajo	Bajo
Gravamen (Ej., impuesto, tarifa) sobre el uso de HFC con alto Potencial de Calentamiento Global (PCG)	Medio	Medio	Medio
Incentivos financieros (Ej., reducción de los impuestos de importación, subsidios) por usar refrigerantes naturales			
<20% del costo de equipos	Medio	Medio	Medio
>20% del costo de equipos	Alto	Alto	Alto
Gravamen ponderado por PCG o impuesto sobre el carbono en todos los HFC y los HFO (sustancias definidas en el reglamento sobre gases fluorados de la UE)	Alto	Alto	Alto
Reducción del costo de la inversión mediante un programa de compras al por mayor	Alto	Alto	Alto

Fuente: autores

Instrumentos relacionados con el mercado para reducir el consumo de HFC

Como se discutió en la sección 3, existen diferentes fuentes de financiamiento para las medidas de mitigación relacionadas con la refrigeración que los países podrían considerar, principalmente en función de los costos marginales de reducción y la disponibilidad de financiamiento interno. Un medio eficaz para movilizar recursos

adicionales para la mitigación en el sector de la refrigeración son los ingresos obtenidos a través de la venta de créditos de emisión a través de mecanismos del mercado.

Estos pueden establecerse a nivel nacional, por ejemplo, a través de la inclusión de HFC en sistemas de comercio de emisiones (SCE) (existentes) o la participación en mercados internacionales de carbono en virtud del Artículo 6 del Acuerdo de París.

Tabla 15: Instrumentos relacionados con el mercado para reducir el consumo de HFC

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
No hay normativa para reducir emisiones por el uso de HFC	Bajo	Bajo	Bajo
Inclusión del sector de refrigeración en las estrategias/planes nacionales del Artículo 6	Medio	Medio	Medio
Inclusión de los HFC en el sistema de comercio de emisiones (ETS, por su sigla en inglés) para todos los sectores	Alto	Alto	Alto
Inclusión del sector de refrigeración y de los HFC en el mercado voluntario nacional	Alto	Alto	Alto
Existencia de las metodologías del Art. 6 para las actividades de refrigeración (HFC) relacionadas con el Art. 6	Alto	Alto	Alto

Fuente: autores

Desarrollo de capacidades para técnicos

Cualquier cambio en la implementación del equipo, la reducción de las emisiones de refrigerante y la preservación de la eficiencia energética durante la vida útil del equipo solo pueden ocurrir cuando los técnicos conocen la instalación adecuada y el manejo seguro de todos los refrigerantes. Por lo tanto, la capacitación de los técnicos es una pieza

principal de cualquier política para reducir las emisiones del sector de RAC. El objetivo es establecer un sistema de calificación, certificación y registro de técnicos de RAC que sea apto para demostrar que los técnicos registrados estén debidamente calificados para manejar todos los refrigerantes de manera segura y mantener la eficiencia de los aparatos mediante el mantenimiento adecuado¹⁵.

Tabla 16: Desarrollo de capacidades para técnicos

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
No hay desarrollo de habilidades en el sector de refrigeración	Bajo	Bajo	Bajo
Formación de técnicos para reducir los índices de fugas y familiarizarse con los refrigerantes inflamables, de alta presión o tóxicos	Medio	Medio	Medio
Introducción del sistema de cualificación, certificación y registro (QCR), incluido el desarrollo de competencias para refrigerantes inflamables/de alta presión/tóxicos (refrigerantes naturales)	Alto	Alto	Alto

Fuente: autores

15 Apto para la refrigeración verde - Iniciativa de refrigeración verde (green-cooling-initiative.org)

Instrumentos regulatorios para promover la contención y reutilización de refrigerantes HFC

Si bien el mecanismo de cumplimiento del Protocolo de Montreal se basa en el consumo de sustancias controladas, las emisiones son relevantes en el ámbito climático. La contención y reutilización de refrigerantes tiene beneficios en términos de costos, contribuye a mantener la eficiencia energética y es eficiente en el uso de los recursos.

Tanto los operadores del equipo como los técnicos de servicio son responsables de la prevención de fugas. Sin embargo, las consideraciones a corto plazo a menudo conducen a descuidar los intervalos de servicio adecuados.

Los reglamentos que apuntan al establecimiento de reglas para la calificación de los técnicos que realizan el

mantenimiento y las revisiones de fugas, así como la prescripción de intervalos de revisión, son muy útiles y evitan las emisiones cuando se asignan suficientes recursos para su aplicación. Los sistemas que incluyen registros de operadores y documentación en línea de las verificaciones de fugas realizadas son los más ambiciosos.

El reciclaje in situ de los refrigerantes que se devuelven directamente al mismo sistema del que se sacaron reduce la demanda de nuevos refrigerantes, así como las cantidades que deben tratarse. Si no es posible reciclar en el sitio, los refrigerantes deben recolectarse siguiendo las guías de buenas prácticas para permitir una recuperación eficiente. Como las instalaciones de recuperación dependen de cantidades razonables de refrigerantes, estas medidas solo se sugieren para los países en las Categorías B y C.

Tabla 17: Instrumentos regulatorios para promover la contención y reutilización de refrigerantes HFC

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
No hay normativa para fomentar el reciclaje y reutilización de refrigerantes HFC	Bajo	Bajo	Bajo
Normativa para garantizar que las revisiones y comprobaciones de fugas las realizan técnicos certificados	Medio	Medio	Medio
Reciclaje obligatorio in situ de refrigerantes para grandes sistemas RAC	NA	Medio	Medio
Normativa para garantizar comprobaciones periódicas de fugas (UE) en función de los tamaños de carga, documentadas por cuaderno de bitácora.	Alto	Alto	Alto
Registro de operadores para grandes sistemas	Alto	Alto	Alto
Establecimiento de instalaciones de recuperación de refrigerantes en combinación con una normativa obligatoria que garantice su correcta manipulación	NA	Alto	Alto

Fuente: autores

Instrumentos normativos para gestionar el tratamiento al final de la vida útil de los refrigerantes (y aparatos)

Cuando los refrigerantes están contaminados más allá de la recuperación o su uso está prohibido, la recolección y destrucción adecuadas evitan cantidades sustanciales de emisiones de GEI y evitan que los productos de descomposición tóxicos se acumulen en el medio ambiente. Establecer

sistemas de recolección de aparatos que contienen refrigerantes (refrigeradores, congeladores, pequeñas unidades de aire acondicionado) y asegurar su tratamiento ambientalmente racional es una tarea importante que a menudo requiere la participación de productores e importadores de equipos y sustancias. Se requiere una mayor ambición y perseverancia para establecer y ejecutar un esquema exitoso de responsabilidad extendida del productor (REP).

Recomendación de lectura adicional:

- Alianza para la Protección del Medio Ambiente y el Ozono (COPA) (solo en inglés), <https://www.copalliance.org/>
- GIZ (2018). Papst, I.: Bancos mundiales de sustancias que agotan la capa de ozono. Una estimación a nivel de país (solo en inglés), https://www.international-climate-initiative.com/en/iki-media/publication/global_banks_of_ozone_depleting_substances/
- GIZ (2017). Heubes, J., Gloel, J., Papst, I.: Hoja de ruta mundial sobre gestión de bancos de SAO (solo en inglés), https://www.international-climate-initiative.com/en/iki-media/publication/global_roadmap_on_ods_bank_management/
- GIZ (2017). Heubes, J.: Directrices para realizar un inventario del banco de SAO (solo en inglés), https://www.international-climate-initiative.com/en/iki-media/publication/guideline_to_conduct_an_ods_bank_inventory/
- GIZ (2017). Gloel, J., Heubes, J.: Directrices sobre medidas normativas para la gestión y destrucción de SAO (solo en inglés), https://www.international-climate-initiative.com/en/iki-media/publication/guideline_on_policy_measures_for_the_management_and_destruction_of_ozone_depleting_substances/
- GIZ (2017). v. Heinemann, S., Beckmann, J., Heubes, J.: Directrices para establecer un sistema de recogida de equipos que contengan SAO (solo en inglés), https://www.international-climate-initiative.com/en/iki-media/publication/guideline_to_establish_a_collection_system_for_equipment_containing_ozone_depleting_substances/
- GIZ (2017). Gloel, J.: Directrices para el movimiento transfronterizo de desechos de SAO (solo en inglés), https://www.international-climate-initiative.com/en/iki-media/publication/guideline_for_the_transboundary_movement_of_ods_waste/

Tabla 18: Instrumentos normativos para gestionar el tratamiento al final de la vida útil de los refrigerantes (y aparatos)

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
No hay regulación para el tratamiento al final de la vida útil	Bajo	Bajo	Bajo
Establecimiento de un sistema de recolección de refrigerantes y residuos que incluya un tratamiento adecuado para las regiones piloto (áreas urbanas y metropolitanas)	Medio	Medio	Medio
Puntos de recolección de refrigerantes y residuos de aparatos y procedimientos para su tratamiento adecuado (Ej., financiados con impuestos de importación), incluida la logística inversa (sistemas de recuperación para los países importadores)	Alto	Alto	Alto
Capacidad suficiente de recolección y reciclaje financiada por un esquema EPR	Alto	Alto	Alto

Fuente: autores

Seguimiento y MRV del consumo y las emisiones de HFC

La [Tabla 19](#) resume las diferentes medidas relacionadas con el seguimiento y la notificación del uso y las emisiones de HFC que se pueden tomar para mejorar la ambición.

Tabla 19: Instrumentos para el seguimiento y MRV del consumo y emisiones de HFC

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Sin seguimiento de las emisiones de HFC	Bajo	Bajo	Bajo
Nivel 1 notificación de emisiones	Medio	Medio	Medio
Definición y seguimiento de indicadores específicos del subsector	Alto	Alto	Alto
Nivel 2 notificación de emisiones de HFC	Alto	Alto	Alto
Requisitos de reporte para usuarios de refrigerantes		Alto	Alto

Fuente: autores

Medidas para reducir las emisiones relacionadas con la energía

Instrumentos normativos para promover una mayor eficiencia energética de los equipos

La promoción de equipos energéticamente eficientes es un componente de muchas NDC, a menudo indicado como objetivo general, que no se desglosa en aplicaciones específicas. Para el sector de RAC, varios tipos de aparatos, como aires acondicionados y refrigeradores domésticos y comerciales, están predestinados a ser objeto de normas mínimas de eficiencia energética y disposiciones de etiquetado. En

esencia, el nivel de ambición está determinado por la rigurosidad de los MEPS y la etiqueta. United for Efficiency (U4E), una iniciativa liderada por el PNUMA para reunir a las partes interesadas claves involucradas en la eficiencia de los productos, ha desarrollado normas modelo para los aparatos mencionados. Se utilizan como punto de referencia para los niveles de ambición. La sensibilización y la formación de técnicos para mantener la eficiencia energética, así como la contratación pública ecológica son políticas de apoyo.

Tabla 20: Instrumentos normativos para promover una mayor eficiencia energética de los equipos

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
No hay regulación del consumo de energía de equipos de refrigeración	Bajo	Bajo	Bajo
Introducir programas de sensibilización para animar a los consumidores a elegir productos y servicios eficientes desde el punto de vista energético	Medio	Medio	Medio
Apoyar la formación y el desarrollo de capacidades de los técnicos de RAC para garantizar el mantenimiento adecuado de los equipos y mantener la eficiencia energética	Medio	Medio	Medio
Introducción de MEPS inferiores en un 10% a los umbrales U4E	Medio	Medio	Medio
MEPS basado en eficiencia energética estacional (SEER) y el Factor de Rendimiento en Temporada de Frío (CSPF)	Medio	Medio	Medio
Compromiso de fabricantes locales para cumplir con los elevados requisitos de EE y cambiar a refrigerantes naturales	NA	NA	Medio
Prohibición de la importación de aparatos de segunda mano	Medio	Medio	Medio
La contratación pública ecológica se limita a aparatos con niveles medios de eficiencia U4E	Medio	Medio	Medio
Etiqueta energética o verde obligatoria en función de los niveles de U4E, con actualizaciones periódicas	Medio	Medio	Medio
MEPS en el grado de eficiencia media U4E para 2025	Alto	Alto	Alto
Contratación pública verde para fomentar la disponibilidad de equipos de alta eficiencia que utilicen refrigerantes naturales	Alto	Alto	Alto
Normativa/exigencia a los fabricantes locales de que cumplan unos requisitos de EE elevados	NA	NA	Alto

Fuente: autores

Cumplimiento de la regulación de eficiencia energética

La aplicación de la eficiencia energética busca garantizar el cumplimiento de las normas de eficiencia energética y está dirigida principalmente a los fabricantes y vendedores de aparatos particulares. Las regulaciones respectivas responsabilizan a los fabricantes y vendedores por no cumplir con los

estándares de eficiencia energética nacionales o internacionales (Departamento de Energía de los Estados Unidos, sin fecha). Dentro del sector de RAC, los aparatos que están más vinculados a la aplicación de las normas de eficiencia energética son los productos masivos, como los refrigeradores domésticos y comerciales y los aires acondicionados.

Tabla 21: Instrumentos normativos para asegurar el cumplimiento de la normativa de eficiencia energética

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
No se aplica la normativa sobre eficiencia energética	Bajo	Bajo	Bajo
Confirmación ad hoc de la conformidad (pruebas puntuales/de verificación) de los equipos para garantizar la conformidad de los productos	Medio	Medio	Medio
Confirmación periódica de la conformidad (pruebas puntuales/de verificación) de los equipos para garantizar la conformidad de los productos, incluida la imposición de sanciones en caso de incumplimiento	Alto	Alto	Alto
Sistema de registro de producto para implementar y monitorear los MEPS (incluye la EE y los aparatos importados) incluida la imposición de sanciones en caso de incumplimiento	Alto	Alto	Alto

Fuente: autores

Instrumentos financieros para apoyar una mayor eficiencia energética de los equipos

Los instrumentos financieros se refieren a aquellos instrumentos que permiten utilizar de manera eficiente los recursos del sector público y estimular la participación del sector privado hacia prácticas específicas. En el caso del sector de la refrigeración, los instrumentos financieros

deben diseñarse e integrarse adecuadamente en el ciclo de vida de los aparatos RAC, preferiblemente con un conjunto de herramientas estandarizado y compartido para diferentes partes interesadas (FIRECE, 2018). Algunos de los mecanismos más viables para promover la eficiencia energética incluyen préstamos e impuestos (consulte la [tabla a continuación](#)).

Tabla 22: Instrumentos financieros para apoyar una mayor eficiencia energética de los equipos

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
No hay incentivos financieros para promover equipos de alta eficiencia energética	Bajo	Bajo	Bajo
Impuesto de la electricidad			
<20% del precio de la electricidad	Medio	Medio	Medio
>20% del precio de la electricidad	Alto	Alto	Medio
Confirmación periódica de la conformidad (pruebas puntuales/de verificación) de los equipos para garantizar la conformidad de los productos, incluida la imposición de sanciones en caso de incumplimiento.			
Sistema de registro de productos para aplicar y supervisar los MEPS (incluida la información sobre EE y refrigerantes de los aparatos importados), incluida la imposición de sanciones en caso de incumplimiento.	Medio	Medio	Medio
Confirmación periódica de la conformidad (pruebas puntuales/de verificación) de los equipos para garantizar la conformidad de los productos, incluida la imposición de sanciones en caso de incumplimiento.	Alto	Alto	Alto
Sistema de registro de productos para aplicar y supervisar los MEPS (incl. la información sobre EE y refrigerantes de los aparatos importados), incluida la imposición de sanciones en caso de incumplimiento.	NA	NA	Alto

Fuente: autores

4.3. Introducción de la herramienta de evaluación comparativa

Sobre la base de los instrumentos de política y las opciones de mitigación presentadas en esta guía, se ha desarrollado una herramienta de evaluación comparativa. El objetivo general es permitir que los responsables de la toma de decisiones realicen un autoanálisis de las medidas relacionadas con el sector de la refrigeración incluido en la NDC actual o que se incluirán en futuras NDC actualizadas. En un primer paso y de acuerdo con la categorización descrita en el Paso 3, la herramienta basada en Excel ayuda a identificar la categoría de país respectiva. En un segundo paso, el usuario puede seleccionar diferentes instrumentos de política destinados a la reducción de las emisiones relacionadas con los refrigerantes o la energía. La herramienta sigue la misma lógica y estructura que se presenta en la guía. Según la categoría de país respectiva, muestra el nivel de ambición de cada medida seleccionada. La herramienta no pretende realizar un análisis en profundidad de las NDC del sector de RAC, ni puede tener en cuenta las circunstancias específicas de cada país. Esto requeriría una evaluación exhaustiva de las políticas, la legislación y los proyectos existentes y planificados, así como de los factores socioeconómicos, no solo para el sector de la refrigeración, sino también más allá, es decir, en comparación con las emisiones generales de la economía y los objetivos climáticos. Por lo tanto, el nivel de ambición resultante de los instrumentos políticos seleccionados es más una indicación de si las medidas van en la dirección correcta.

5. Anexo Técnico

I. Instrumentos de políticas para abordar las emisiones relacionadas con los refrigerantes

A. Instrumentos regulatorios para reducir el consumo de HFC

1. Introducción del límite de PCG de HFC para ciertos aparatos/tecnologías

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Introducción de un límite de PCG de HFC para determinados aparatos/tecnologías basado en los umbrales definidos en la actual normativa de gases fluorados de la UE	Alto	Medio	Medio

Fuente: autores

La mayoría de los GEI fluorados (gases Fluorados) tienen un PCG mayor que otros GEI. Su uso es prominente en varios tipos de equipos de refrigeración y aire acondicionado, como aire acondicionado, refrigeración comercial y aire acondicionado móvil. La introducción de un límite de PCG para los HFC utilizados en la mayoría de los aparatos comunes dentro de los sectores de RAC promueve la reducción de la liberación de gases Fluorados a la atmósfera y, por lo tanto, contribuye a la mitigación del calentamiento global (Agencia Ambiental Europea 2021).

El Reglamento n.º 517/2014 del Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, el llamado Reglamento de gases fluorados de la UE que entró en vigor en 2015, brinda un buen ejemplo de cómo se pueden aplicar los umbrales de PCG para ciertas tecnologías. Tiene el objetivo general de reducir las emisiones de gases fluorados de la UE en dos

tercios para 2030 en comparación con los niveles de 2014, lo que se logrará mediante un sistema de cuotas para los HFC que se complementa con medidas adicionales para reducir gradualmente las emisiones de gases fluorados. Entre otras, la normativa define restricciones a la puesta en el mercado de productos y equipos, en función del valor de PCG de los gases Fluorados contenidos en estos aparatos. Un ejemplo de la aplicación de esta normativa es la restricción de introducir en el mercado refrigeradores y congeladores para uso comercial que contengan HFC con un PCG superior a 150 a partir de enero de 2022 (Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, 2014). Figure 10 resume los límites actuales de PCG para equipos de refrigeración según lo estipulado en el Anexo III de la normativa de gases fluorados de la UE. Actualmente se está revisando el reglamento. El 5 de abril de 2022, la Comisión presentó una propuesta legislativa para actualizar el Reglamento sobre gases fluorados.

Figura 10: Descripción general de los límites de PCG de acuerdo con el Reglamento de gases fluorados de la UE



Fuente: autores

Ejemplo de mejores prácticas: Declaración de impacto de la regulación para las opciones de reducción de emisiones de GEI sintéticos en Australia

En 2016, el Gobierno de Australia presentó la Declaración de impacto de la regulación (DIR), que evalúa las opciones para reducir las emisiones de HFC en un 85% entre 2016 y 2036. Los HFC contribuyen al 2% de las emisiones de CO₂eq de Australia, que representan un consumo total de 7,82 Mt de CO₂eq al año. Actualmente, Australia regula la fabricación, importación, exportación y uso final nacional de los HFC de acuerdo con el Programa de Protección del Ozono y Gestión de Gases de Efecto Invernadero Sintéticos. Con la eliminación de los HCFC en el pasado, ha habido un aumento en el uso de HFC en equipos de refrigeración ensamblados en Asia, Europa y América del Norte, que se importan a Australia (Departamento de Medio Ambiente y Energía de Australia 2016).

Para reducir el uso de aparatos basados en HFC, la DIR ha incluido la participación de varias partes interesadas y ha propuesto 3 opciones que requieren una acción política adicional. El primero es incluir una reducción gradual de los HFC legislada basada en la reducción de las importaciones de gases a granel. Esta opción permitiría una disminución en las cantidades totales de HFC que pueden importarse al país. La segunda opción es la prohibición de equipos pre-cargados con HFC. Con esta opción, se prohibiría la importación de equipos con alto PCG y se introducirían alternativas que utilizan refrigerantes con un PCG más bajo. La tercera opción es el control obligatorio de los equipos domésticos. Esta opción se basaría en requisitos de mantenimiento obligatorios relacionados con las emisiones directas (fugas) e indirectas (uso de electricidad), lo que conduciría a una reducción en la demanda de HFC a granel en lugar de limitar su disponibilidad (Departamento del Medio Ambiente y Energía 2016).

2. Prohibición de refrigerantes sintéticos para subsectores/aparatos específicos

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Prohibición de refrigerantes sintéticos para subsectores/aparatos específicos, ej., refrigeradores, Congeladores, equipos plug-in comerciales	NA	Alto	Alto

Fuente: autores

El Protocolo de Montreal es un ejemplo de una prohibición efectiva de los refrigerantes con SAO, incluyendo los cloro-fluorocarbonos (CFC) y los HCFC. Según el programa de eliminación obligatorio prescrito por el acuerdo internacional, los CFC han sido prohibidos desde 2010 y se espera que los HCFC se prohíban en países que no pertenecen al Artículo 5¹⁶ (es decir, países industrializados) y se eliminen casi por completo en los países del Artículo 516 (países en desarrollo y economías emergentes que reciben fondos para apoyar la eliminación de SAO) para 2030 (GIZ 2014). Se pueden implementar más prohibiciones de refrigerantes sintéticos, como los HFC y las hidrofluoroolefinas (HFO), para acelerar la disminución de las emisiones de gases fluorados. Estos pueden aplicarse específicamente en aparatos o en subsectores específicos, donde existan tecnologías más respetuosas con el medio ambiente que sean técnicamente factibles y comercialmente viables. Para aplicar prohibiciones profundas a nuevos equipos, es importante evaluar el tamaño de cada subsector en términos de demanda de HFC y la disponibilidad y viabilidad de alternativas amigables con el medio ambiente. Para evaluar cuidadosamente la viabilidad de las prohibiciones para tecnologías o subsectores específicos, se deben tener en

cuenta los siguientes criterios (además de la disponibilidad general de alternativas amigables con el medio ambiente):

- Ubicación geográfica:**
 Tecnologías apropiadas para diferentes temperaturas ambientales y requisitos de temperatura de refrigeración (según el caso de uso, por ejemplo, diferentes temperaturas en los sistemas de venta de alimentos).
 Base de habilidades disponibles de los técnicos (RAC)
- Rentabilidad para diferentes tamaños de sistemas:**
 Los refrigerantes alternativos (naturales) en algunos casos solo son económicamente viables por encima de un determinado tamaño de equipo o planta.
- Sectores de mercado superpuestos:**
 Se utilizan tipos similares de equipos en varios sectores y la aplicabilidad de la prohibición está sujeta a las circunstancias del usuario final (por ejemplo, los chillers se pueden aplicar para el aire acondicionado de edificios, pero también se pueden utilizar para aplicaciones industriales) (SKM Enviro 2013)

16 El Protocolo de Montreal define a los países del Artículo 5 como "Cualquier Parte que sea un país en desarrollo y cuyo nivel anual calculado de consumo de las sustancias controladas en el Anexo A [SAO] sea inferior a 0,3 kilogramos per cápita [...] (ONU 1989). Estos países son elegibles para recibir financiamiento para la implementación de sus medidas de eliminación a través del FML

Ejemplo de mejores prácticas: Programa de Política de Nuevas Alternativas Significativas (SNAP) de la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU

El Programa de Política de Nuevas Alternativas Significativas (SNAP, por sus siglas en inglés) fue establecido por la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. y está dirigido a evaluar los sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono y apoya el proceso hacia su transición. El programa evalúa y publica una lista de alternativas aceptables que se pueden usar y brinda información abierta al público. Los principales factores ambientales considerados para esta evaluación incluyen el potencial de agotamiento del ozono, la inflamabilidad, la toxicidad y la salud y seguridad ocupacional (GSA Federal Acquisition Service, 2013). Algunos de los sustitutos más relevantes están dirigidos al sector industrial, incluyendo adhesivos, aerosoles, solventes, espumantes y refrigeración y aire acondicionado (EPA 2022).

3. Compras públicas verdes

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Compras públicas verdes con límites PCG para refrigerantes basados en la actual normativa de gases fluorados de la UE	Medio	Medio	Medio
Compras públicas verdes para fomentar la disponibilidad de equipos altamente eficientes que utilicen refrigerantes naturales	Alto	Alto	Alto

Fuente: autores

Las autoridades pueden utilizar la contratación pública verde (GPP) para limitar la adquisición de equipos de refrigeración a determinados tipos de refrigerantes/clases de eficiencia. Como se muestra en su primera implementación a gran escala con el programa de AC líder en Japón, puede conducir a un rápido contagio al sector privado, dada la reducción de costos de los aparatos debido al mercado cautivo (GIZ 2021a). El beneficio de los equipos de refrigeración sostenibles aumenta cuando la transición hacia refrigerantes de bajo PCG va acompañada de mejoras en la eficiencia energética (GIZ 2021; Shakti Foundation 2017).

Un ejemplo de programas de GPP típicos es la introducción de requisitos mínimos de eficiencia energética para tipos específicos de equipos. Las especificaciones técnicas relacionadas con los refrigerantes pueden incluir:

- Especificar el tipo de refrigerante en el sistema que estará abierto a licitación;
- Especificar un nivel máximo de PCG para refrigerantes utilizados en sistemas de aire acondicionado y refrigeración;
- Exigir que los fabricantes retiren los equipos de refrigeración antiguos al final de su vida útil, especificando que la eliminación de los equipos incluirá la recuperación de refrigerantes;
- Aplicar una política preferencial para los bienes que cumplan criterios ambientales. Las ofertas que cumplan con dichos criterios serían favorecidas en un cierto porcentaje (Shakti Foundation 2017).

El estudio sobre “Refrigeración verde en la contratación pública”, publicado por GIZ (GIZ 2021a) brinda información valiosa y orientación detallada sobre cómo se puede configurar la GPP específicamente para equipos de refrigeración verde, incluyendo cómo superar barreras y desafíos típicos. Como punto de partida, los límites de PCG para ciertos equipos de refrigeración bajo el programa GPP podrían orientarse hacia los requisitos contenidos en la regulación de gases fluorados de la UE. Un enfoque aún más ambicioso podría requerir unidades de refrigeración elegibles para cumplir con la condición de usar refrigerantes naturales.

Recomendación de lectura adicional:

- GIZ (2021a). Kahlen, L.; Moie, J.; Munzinger, P.; Teutsch, L.: Refrigeración verde en la contratación pública. Cómo avanzar en la adquisición de aires acondicionados eficientes energéticamente y amigables con el medio ambiente en el sector público (solo en inglés), https://www.green-cooling-initiative.org/fileadmin/user_upload/GIZ_Proklima_Green_Cooling_in_Public_Procurement_final.pdf
- Shakti Foundation (2017). Promoción de refrigerantes de bajo PCG a través de adquisiciones públicas, resumen de políticas (solo en inglés), <https://shaktifoundation.in/wp-content/uploads/2014/02/CEEW-Procuring-Low-GWP-Refrigerants-through-Public-Procurement-50ct17.pdf>

Ejemplo de mejores prácticas: PBI en Costa Rica

Costa Rica es considerado uno de los principales candidatos cuando se trata de GPP. El país ha establecido un marco legal integral para la contratación pública sostenible (CPS) que va acompañado de la provisión de materiales de información para la contratación (verde) y el anclaje de GPP en varias instituciones a través de comités oficiales. Fue el primer país de la región latinoamericana que ha adoptado leyes de contratación detalladas que consideran aspectos de sostenibilidad. El manual GPP, que ha sido publicado por el gobierno en 2008, contiene criterios para diferentes grupos de productos relacionados con su impacto ambiental, como la eficiencia energética en aparatos o plásticos reciclables. Se considera que los factores clave de éxito del marco de CPE de Costa Rica son, entre otros, i) la evaluación del ciclo de vida completo de un producto para evaluar su impacto negativo, ii) una estrecha colaboración entre el personal de adquisiciones y el personal técnico dentro de las instituciones, iii) más creatividad en los enfoques de evaluación de ofertas, especialmente al asignar puntajes a los criterios ambientales, y iv) procesos de monitoreo y verificación fortalecidos (GIZ 2021a).

4. Evaluación de refrigerante sobre su reciclabilidad, con posibles restricciones en mezclas que son difíciles de reciclar/recuperar

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Evaluación de los refrigerantes en función de su reciclabilidad, con posibles restricciones a las mezclas difíciles de reciclar/recuperar	Alto	Alto	Alto

Fuente: autores

En contraste con la cantidad muy limitada de HCFC en el mercado, hay muchos más HFC disponibles. Como no se identificó ningún refrigerante alternativo universal al HCFC-22, la industria ha creado una larga lista de refrigerantes y sus mezclas. A menudo se comercializan como complementos para reemplazar los HCFC y los HFC de alto GPW. Esto puede crear problemas cuando se trata de reciclar y recuperar. Las mezclas pueden fraccionarse, lo que significa que su composición cambia a medida que los componentes se emiten a diferente velocidad debido a los diferentes puntos de ebullición. Esto complica el reciclaje y solo es recomendable recargar la mezcla recuperada al sistema de donde se ha sacado. La mayoría de las veces, las mezclas deben ser recuperadas, donde los componentes primero son separados y luego se vuelven a mezclar.

Las nuevas mezclas con mezclas de R134a, R32 y R1234yf requieren nuevas tecnologías de separación, ya que la destilación criogénica convencional no es efectiva debido a las propiedades muy similares de las sustancias (Pardo et al., 2021). Esas tecnologías de separación alternativas se están investigando actualmente y llevará tiempo hasta que estén disponibles comercialmente.

Con el número cada vez mayor de mezclas, se requieren más cilindros de reciclaje, ya que los refrigerantes recuperados no deben mezclarse.

Por lo tanto, especialmente para países pequeños, con acceso limitado a instalaciones de recuperación, se recomienda evaluar la importación de mezclas de refrigerantes de nicho.

5. Compromiso o regulación para que los fabricantes locales cambien a refrigerantes naturales

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Compromiso de los fabricantes locales de cambiar a refrigerantes naturales			Medio

Fuente: autores

Especialmente para los países que no solo importan equipos de refrigeración, sino que también producen dichos dispositivos, las medidas del lado de la oferta para reducir el uso de HFC y cambiar a refrigerantes naturales pueden ser un impulso efectivo para transformar el sector de la refrigeración. Algunas de las reglamentaciones sobre gases fluorados en vigor incluyen verificaciones y prohibiciones obligatorias de fugas. Para evitar estas regulaciones y la incertidumbre de los precios de los gases fluorados, en el futuro, cambiar a refrigerantes naturales se está convirtiendo en la mejor alternativa no solo para mejorar la eficiencia energética, sino también para ganar independencia de las regulaciones cada vez más estrictas. Sin embargo, una de las mayores preocupaciones al manipular refrigerantes naturales es administrar las grandes cargas de estos refrigerantes. Reducir el tamaño de las cargas de refrigerante mediante el uso de sistemas de refrigeración indirecta es una solución

recomendada para evitar problemas de seguridad (Radermacher et al. 2016). Un primer paso puede ser el compromiso de los productores de utilizar refrigerantes naturales en la producción de aparatos que sean técnicamente relativamente fáciles de convertir. Por ejemplo, esto podría ser en forma de alianzas del sector privado que se comprometan a cambiar hacia la refrigeración verde. La publicación "Acción no estatal hacia una refrigeración amigable con el medio ambiente y energéticamente eficiente" brinda una buena descripción general de la participación del sector privado en el sector de la refrigeración y ejemplos de mejores prácticas (GIZ 2018a). Una forma más estricta es la regulación para que los productores locales cambien a refrigerantes naturales para ciertos tipos de equipos de refrigeración. Esto podría estar respaldado por los incentivos financieros correspondientes o el apoyo en forma de subvenciones, subsidios u otros beneficios financieros.

Recomendación de lectura adicional:

- GIZ (2018a). Becker, C.; Kurdziel, M.: Acción no estatal hacia una refrigeración respetuosa con el medio ambiente y energéticamente eficiente. Evaluar el potencial de las principales industrias de uso final (solo en inglés), www.green-cooling-initiative.org/fileadmin/Publications/2018_Green_Cooling_Initiative_Non-state-action.pdf

B. Instrumentos financieros para reducir el consumo de HFC

1. Impuesto sobre el uso de HFC de alto PCG

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Gravamen (ej., impuesto, tarifa) sobre el uso de HFC de PCG	Medio	Medio	Medio

Fuente: autores

Algunos de los instrumentos económicos que se pueden aplicar de manera eficiente en el sector de RAC incluyen gravámenes, como impuestos o tasas. Estos instrumentos, que tienen una función de dirección a través del precio de los equipos y los refrigerantes utilizados, pueden impulsar el mercado y la demanda hacia refrigerantes más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente al aumentar el costo de los dispositivos que utilizan refrigerantes de alto PCG. Por lo tanto, si el valor PCG del refrigerante que se va a importar y usar en equipos de refrigeración (a granel) o contenido (precargado) en el equipo RAC supera un cierto umbral (por ejemplo, 1500), se debe pagar un impuesto

más alto. Los gravámenes pueden introducirse de manera escalonada. Esto significa que la cantidad del gravamen depende del valor PCG respectivo del refrigerante y aumenta con el incremento del valor PCG. Alternativamente, solo se puede cobrar un impuesto más alto por el uso de ciertos gases.

Por supuesto, estos instrumentos también funcionan al revés. Esto significa que los gravámenes para aparatos muy respetuosos con el medio ambiente que utilizan refrigerantes naturales, por ejemplo, también pueden reducirse significativamente o incluso eliminarse por completo.

Ejemplo de mejores prácticas: Impuestos sobre los HFC en la República de Seychelles

En febrero de 2021, la República de Seychelles introdujo una enmienda a la Ley de Protección Ambiental (Ley 18 de 20216) que regula los gravámenes ambientales sobre gases y equipos refrigerantes (SI 9 de 2021) (República de Seychelles, 2021a):

Rango de Potencial de Calentamiento Global (PCG)	Gravamen (% del valor total de Gas Refrigerante y Equipos)
No superior a 99 PCG	0%
Superior a 99 PCG pero no superior a 1,999 PCG	5%
Superior a 1.999 PCG pero no superior a 2.999 PCG	8%
Superior a 2.999 PCG	10%

Fuente: Republic of Seychelles (2021a)

Al mismo tiempo, el gobierno de la República de Seychelles estableció una exención del IVA para refrigerantes con un valor de PCG inferior a 100 y equipos relacionados (República de Seychelles, 2021b).

2. Gravamen ponderado PCG o impuesto al carbono

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Gravamen ponderado o impuesto sobre el carbono para todos los HFC y HFO (sustancias definidas en el Reglamento sobre gases fluorados de la UE)	Alto	Alto	Alto

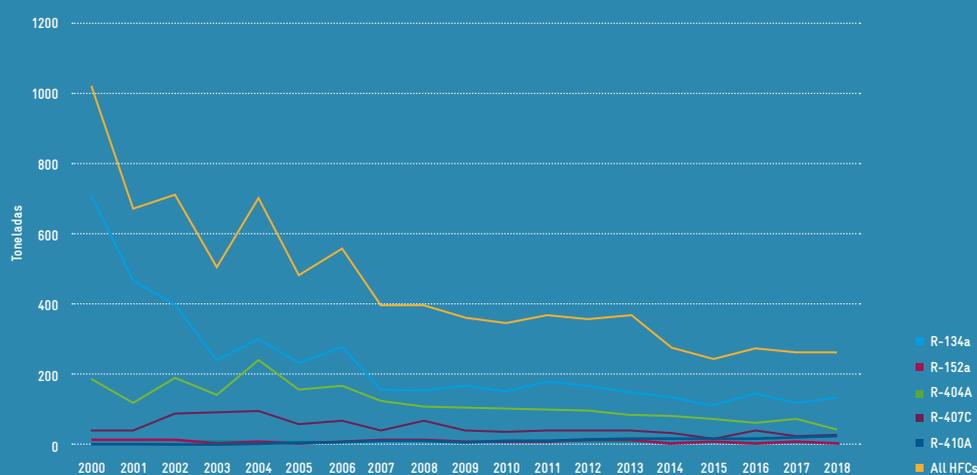
Fuente: autores

Se puede lograr una reducción aún mayor en el uso de HFC y, en consecuencia, en las emisiones mediante la introducción de un impuesto ponderado por PCG o un impuesto al carbono sobre todos los HFC y HFO que se importan y utilizan en el país. El gravamen resultante, por ejemplo, en forma de impuesto (al carbono), refleja el impacto climático del refrigerante respectivo y, por lo tanto, es mayor para los refrigerantes HFC que dañan el medio ambiente. El gravamen puede diseñarse de forma progresiva con aumentos periódicos, como es el caso de Francia, por ejemplo. Además, la definición de sustancias cubiertas por el reglamento se basa idealmente en los gases incluidos en el [→ EU F-gas regulation \(Anexo III\)](#).

Ejemplo de mejores prácticas: Impuesto HFC en Dinamarca

En 2000, el gobierno de Dinamarca adoptó un impuesto a los HFC que ahorró aprox. 5,3 MtCO₂eq hasta 2020. La norma subyacente regula el precio por tonelada de CO₂eq, que inicialmente se fijó en 150 coronas danesas (DKK) (21,6 USD). A medida que la disminución de las importaciones de HFC se hizo cada vez menor, el gobierno decidió aumentar el impuesto nuevamente en 2020. Además, el tope fiscal persistente de DKK 600 (USD 86,4) se eliminó con la revisión de la legislación. El impuesto se complementa con una prohibición de HFC en equipos nuevos que entró en vigor en 2006 y conduce a que las importaciones de HFC solo se realicen con fines de servicio (Stausholm 2020). La siguiente figura muestra el impacto de la legislación danesa sobre HFC para el período 2000–2018.

Figura 11: Importación de HFC a Dinamarca 2000–2018



Fuente: EPA danés 2019, Stausholm 2020

Ejemplo de mejores prácticas: Impuesto HFC en Francia

Al igual que el impuesto que introdujo el gobierno danés, Francia ha puesto en vigor una ley (Ley de Finanzas de 2019) que exige la imposición de un impuesto a los HFC a partir de 2023, que cubre el refrigerante a granel y los equipos precargados que ingresan al país. Los refrigerantes que son reciclados y puestos nuevamente en el mercado están excluidos del impuesto. El gravamen sigue un aumento gradual:

- 2023: 15 EUR / tCO₂eq
- 2024: 18 EUR / tCO₂eq
- 2025: 22 EUR / tCO₂eq
- 2026: 26 EUR / tCO₂eq
- 2027: 30 EUR / tCO₂eq

Además, se incentiva la compra de equipos libres de HFC con una reducción de impuestos de hasta el 40% sobre el valor original del dispositivo. La exención es aplicable a la base imponible de las empresas Alianza Global para el Futuro de la Alimentación 2022; Mundo de la Refrigeración 2022).

3. Incentivos financieros para usar refrigerantes naturales

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Incentivos financieros (ej., reducción en los impuestos de importación, subsidios) <20% del costo de equipos para utilizar refrigerantes naturales	Medio	Medio	Medio
Incentivos financieros (ej., reducción en los impuestos de importación, subsidios) >20% del costo de equipos para utilizar refrigerantes naturales	Alto	Alto	Alto

Fuente: autores

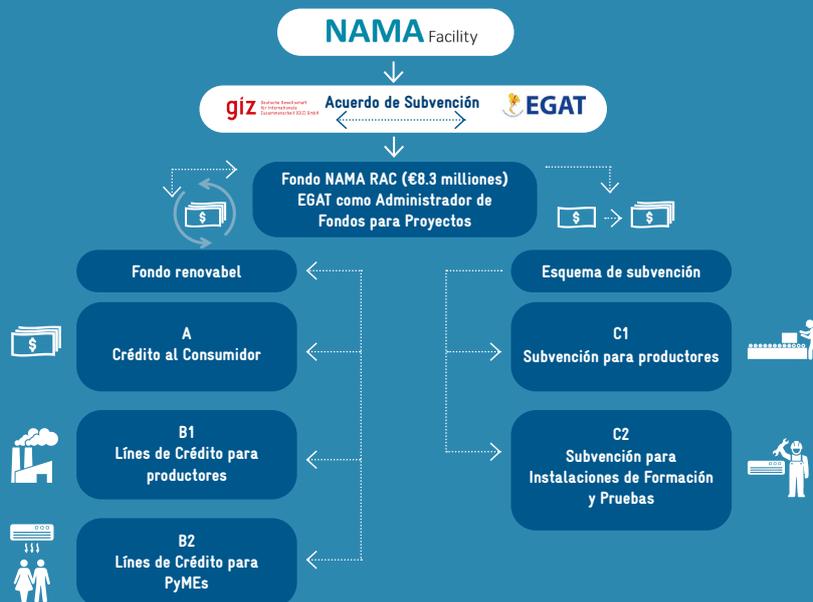
Los incentivos financieros que apoyan la introducción de equipos de refrigeración con refrigerantes con un PCG bajo o nulo pueden acelerar la adopción de estos aparatos amigables con el medio ambiente e inducir un cambio hacia tecnologías de refrigeración verde. Hay varias formas de ofrecer incentivos, como exenciones de impuestos, subsidios o esquemas de reembolso en la compra, subvenciones a la inversión o enfoques innovadores como la financiación en la factura y en el salario. Incluso los reembolsos después de la compra o los créditos a largo plazo (por ejemplo, hasta que las ganancias de las facturas de electricidad más bajas hayan compensado los costos iniciales más altos) pueden ser un medio eficaz para dirigir la demanda hacia tecnologías de refrigeración verde (IGSD y ONU Medio Ambiente 2020). En última

instancia, todos tienen como objetivo reducir el costo de las alternativas en comparación con las unidades HFC, haciéndolas económicamente más atractivas para el usuario, ya que en muchos casos las tecnologías basadas en refrigerantes naturales están asociadas con costos iniciales más altos. Incluso si estos se compensan con costos operativos más bajos durante el uso del equipo, a menudo se necesita un impulso para estimular la demanda, ya que los usuarios generalmente no tienen la conciencia correspondiente y se sienten disuadidos por los costos iniciales más altos. Dependiendo de la parte del costo del equipo que esté cubierta por el plan de incentivos financieros, dicha medida puede considerarse de nivel de ambición medio (<20% del costo del equipo) o alto (>20% del costo del equipo).

Ejemplo de mejores prácticas: RAC NAMA de Tailandia

Con el apoyo de NAMA Facility, Tailandia implementó la Acción de Mitigación Nacionalmente Apropriada de Refrigeración y Aire Acondicionado de Tailandia (RAC NAMA) en el período 2016–2021. Parte de las actividades cubiertas por la NAMA fue el establecimiento del Fondo RAC NAMA que tiene como objetivo promover la introducción en el mercado de tecnologías de refrigeración verde con instrumentos financieros diseñados para varios beneficiarios objetivo en el sector de la refrigeración. Esto incluye productores locales de equipos de refrigeración, consumidores residenciales y usuarios finales comerciales (pequeñas y medianas empresas, PYME) e instituciones de formación e instalaciones de prueba. El objetivo final es fomentar la adopción de refrigeradores, aires acondicionados y chillers comerciales ecológicos y promover la inversión en estas tecnologías. En total, el Fondo RAC NAMA desembolsó EUR 8,3 millones, divididos en dos componentes: fondo rotatorio (EUR 5,3 millones) y un esquema de subvenciones (EUR 3 millones). El fondo fue operado por la Autoridad de Generación de Electricidad de Tailandia (EGAT). EGAT se basará en estos éxitos y utilizará la experiencia y los conocimientos adquiridos a partir de la implementación del Fondo RAC NAMA para administrar el nuevo Fondo de Innovación en Refrigeración (CIF), resultante del presupuesto restante del Fondo RAC NAMA, para promover aún más la innovación sostenible y la transformación del mercado a tecnologías de refrigeración amigables con el medio ambiente y energéticamente eficientes utilizando refrigerantes naturales (Tailandia RAC NAMA nd).

Figura 12: Estructura del Fondo NAMA RAC de Tailandia



Fuente: Tailandia RAC NAMA n.d.

4. Reducción del costo de inversión a través del programa de compras al por mayor

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Reducción de los costes de inversión mediante un programa de compras al por mayor	Alto	Alto	Alto

Fuente: autores

Los programas de adquisición a granel son una variante de los GPP. Dichos programas agregan demanda y, debido a los lotes de mayor demanda, a menudo conducen a reducciones de costos en la producción. Por ejemplo, dichos conceptos se han utilizado en India para acelerar la difusión de lámparas LED con mucho éxito. Un aspecto crucial al diseñar la contratación masiva es el tamaño crítico para establecer una licitación efectiva. Debe reflejar los períodos de amortización y tener en cuenta las necesidades específicas del sector y la

demanda de los consumidores, lo que idealmente se basa en la información obtenida a través de un estudio de mercado detallado. De esta manera, se puede evitar la adquisición excesiva de productos, la estimación incorrecta de las necesidades de transporte y los ahorros en los requisitos de almacenamiento que pueden no haber sido incluidos en el proceso de planificación (IGSD & UN Environment, 2020). Además, es recomendable centralizar los procesos de adquisición a través de una entidad central de adquisición (GIZ 2021a).

Recomendación de lectura adicional:

- IGSD y ONU Medio Ambiente (2020). Manual del club de compradores. Actualización de enero de 2020 (solo en inglés), <http://www.igsd.org/wp-content/uploads/2020/07/Buyers-Club-Handbook-Jan2020.pdf>
- GIZ (2021a). Kahlen, L.; Moie, J.; Munzinger, P.; Teutsch, L.: Refrigeración ecológica en la contratación pública. Cómo avanzar en la adquisición de aires acondicionados eficientes energéticamente y amigables con el medio ambiente en el sector público (solo en inglés), https://www.green-cooling-initiative.org/fileadmin/user_upload/GIZ_Proklima_Green_Cooling_in_Public_Procurement_final.pdf

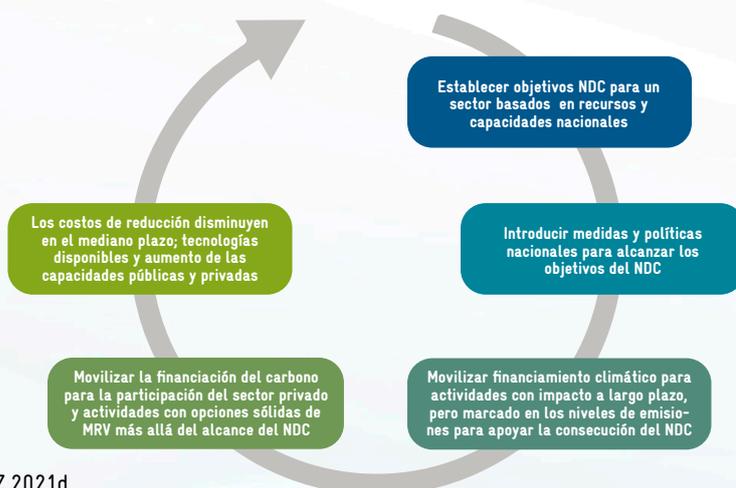
Ejemplo de mejores prácticas: Adquisición a granel de aires acondicionados domésticos en India

En 2017, el gobierno de la India a través de ESCO Energy Efficiency Services Limited (EESL) inició una adquisición a granel de 100.000 AC "split" de eficiencia energética para instituciones privadas (residenciales) y públicas. El objetivo general era acelerar la transformación del mercado hacia equipos de aire acondicionado altamente eficientes aumentando la demanda a través de compras agregadas. En última instancia, esto no solo estimularía la demanda, sino que también conduciría a una caída en los costos de los equipos. Desafortunadamente, no hubo restricción en el PCG de los refrigerantes utilizados en el equipo que se compraría. La licitación resultó en el suministro de 60.000 unidades con refrigerante R410a y 40.000 unidades con R-290 (propano). Este último fue suministrado por el fabricante indio Godrej. Sin agregar la demanda, la compra de estas unidades se habría asociado con costos significativamente más altos. Aunque la especificación de los refrigerantes para la licitación deja espacio para la mejora, la adquisición ha resultado útil para que varias instituciones adquieran sistemas de aire acondicionado altamente eficientes con costos de ciclo de vida más bajos (GIZ 2021a).

C. Instrumentos relacionados con el mercado para reducir el consumo de HFC

Los instrumentos relacionados con el mercado pueden vincularse y complementarse con financiamiento climático internacional y nacional, como se ilustra en el [gráfico a continuación](#).

Figura 13: División del trabajo entre diferentes fuentes de financiación en el contexto del ciclo NDC



Fuente: GIZ 2021d

Los instrumentos internacionales basados en el mercado pueden ayudar a establecer incentivos en el próximo ciclo de NDC a través de períodos de crédito de duración limitada y compartiendo los resultados de mitigación con el país comprador. A corto plazo, la financiación del carbono basada en actividades puede utilizarse para estimular la participación del sector privado más allá del logro incondicional de la NDC. A más largo plazo, las intervenciones basadas en el mercado podrían ampliarse a enfoques programáticos o sectoriales. Esto requeriría un desarrollo mayor e innovador de los enfoques metodológicos subyacentes para cuantificar los resultados de mitigación que se pueden utilizar para la acreditación. Existen básicamente dos opciones bajo el Artículo 6 para entrar en mecanismos basados en el mercado:

- **Enfoques bilaterales o multilaterales en virtud del artículo 6.2:** Los enfoques cooperativos están anclados en el Artículo 6.2 y pueden adoptar formas muy diferentes de cooperación basada en el mercado, como el comercio internacional de partes de los presupuestos de emisiones de los países definidos en las NDC, vinculando SCE y transfiriendo créditos desde un mecanismo de referencia y crédito. Por lo tanto, el Artículo 6.2 brinda un alto grado de flexibilidad a las Partes para adaptar su cooperación a las circunstancias nacionales a fin de alinearla con el logro de sus NDC. El elemento común de estos diferentes enfoques es que conducen a una transferencia de "resultados de mitigación transferidos internacionalmente" (ITMO). Los resultados de la mitigación deben ser "reales, verificados y adicionales" y no deben conducir a mayores emisiones globales. Se asignan al país (anfitrión) y al año (vintage) en que

se producen (GIZ 2021d). Las actividades del Artículo 6.2 pueden ayudar a movilizar los ingresos del carbono a corto plazo, a través de la implementación de actividades piloto. Dado que los países se encuentran actualmente en el proceso de establecer sus estructuras y procesos institucionales y de gobernanza del Artículo 6, tales medidas pioneras podrían conducir a costos de transacción más altos.

- **Artículo 6.4 mecanismo:** El mecanismo consagrado en el artículo 6.4 del AP, el denominado mecanismo del art. 6.4 (A6.4M), acreditará las reducciones de emisiones del Artículo 6.4 (A6.4ER) por actividades autorizadas por los países anfitriones de acuerdo con las metodologías aprobadas. El A6.4M es conocido como el sucesor del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) establecido por el Protocolo de Kioto. Aprovechará los fondos para la adaptación y tiene como objetivo ofrecer la Mitigación General de las Emisiones Globales (MGEG) a través de la cancelación de una cierta parte de los A6.4ER emitidos. El Órgano de Supervisión (OS), una entidad bajo la autoridad de la Conferencia de las Partes que actúa como reunión de las Partes del Acuerdo de París (CMA), tiene la responsabilidad de supervisar el mecanismo. Aprobará metodologías elegibles de línea de base y de seguimiento, así como herramientas metodológicas tales como pruebas de adicionalidad. Las actividades se registrarán tras la validación por parte de una entidad operativa designada (DOE), así como la aprobación por parte del país anfitrión (Michaelowa et al. 2021b). Los países podrían elegir las actividades del Artículo 6.4 para acciones de mitigación a largo plazo en el sector de la refrigeración para obtener financiamiento adicional a través de ingresos de ITMO y financiamiento basado en resultados.

Principios y criterios para las actividades previstas en el artículo 6 en el sector de refrigeración, párrafos 2 y 4 del artículo 6

- Criterios mínimos bajo la guía del Artículo 6.2:
 - La actividad debe aplicar una **metodología sólida** que esté en línea con la orientación del IPCC. También debe aplicarse para garantizar...
 - Que la actividad sea adicional. Esto se relaciona con la **adicionalidad financiera y regulatoria**, es decir, la actividad no es obligatoria por ley y no es financieramente viable sin los ingresos del carbono.
 - Que la actividad contribuya al **logro de las NDC** y no genere un aumento de las emisiones. Por lo tanto, necesita generar **reducciones de emisiones creíbles y reales** que se midan contra una línea de base estricta que va por debajo de BAU.
 - Debe demostrarse mediante una evaluación sólida que la actividad no tendrá **impactos ambientales, económicos y sociales negativos**. Esto incluye el respeto de los derechos humanos, los derechos de los pueblos indígenas, las comunidades locales y la igualdad de género.
 - Las Partes deben garantizar una **contabilización sólida** y evitar la **doble contabilización**, mediante la aplicación de la guía del Artículo 6.2.
- Criterios mínimos bajo el mecanismo del Artículo 6.4:
 - La actividad debe contribuir al **NDC de la Parte anfitriona** y a **las estrategias de desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero a largo plazo (LT-LEDS)** y la distribución equitativa de los resultados de mitigación.
 - La actividad debe ser consistente con los **objetivos nacionales de DS** y seguir los requisitos metodológicos A6.4M en este sentido.
 - Requiere la aplicación de una **metodología aprobada por el A6.4M**, que incluye pruebas de **adicionalidad regulatoria y financiera** y un **enfoque estricto de establecimiento de referencia** que considera:
 - Puntos de referencia derivados de una evaluación de las mejores tecnologías disponibles (BAT)
 - Puntos de referencia de rendimiento derivados de tecnologías implementadas en circunstancias similares
 - Tendencias y proyecciones de emisiones ajustadas a la baja
 - Debe demostrarse mediante una evaluación sólida que la actividad no tendrá **impactos ambientales, económicos y sociales negativos**. Esto incluye el respeto de los derechos humanos, los derechos de los pueblos indígenas, las comunidades locales y la igualdad de género.

Recomendación de lectura adicional:

- GIZ (2021e). Michaelowa, A., Laßmann, D., Espelage, Q., Feige, S., Moreno, L.: El 'sumador de HCFC' en el cálculo de referencia de la Enmienda de Kigali. Riesgos a la integridad ambiental del Acuerdo de París (solo en inglés), <https://www.green-cooling-initiative.org/news-media/publications/publication-detail/2021/12/17/the-hcfc-adder-in-the-kigali-amendment-baseline-calculation>
- GIZ (2021d). Michaelowa, A., Laßmann, D., Espelage, Q., Feige, S., Moreno, L.: Metodologías de referencia y seguimiento para la acción de mitigación de HFC. Estandarización y simplificación de MRV, así como contabilización de la mitigación de HFC, incluyendo la mejora de la eficiencia energética, en virtud de la Enmienda de Kigali y el Acuerdo de París (solo en inglés), <https://www.green-cooling-initiative.org/news-media/publications/publication-detail/2021/12/17/baseline-and-monitoring-methodologies-for-hfc-mitigation-action>

1. Inclusión del sector de la refrigeración en la estrategia/los planes nacionales del Artículo 6

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Inclusión del sector de la refrigeración en la estrategia/plan nacional del Artículo 6	Medio	Medio	Medio

Fuente: autores

Después de que la orientación y los requisitos para las actividades del Artículo 6 se finalizaron y adoptaron en la COP26 en Glasgow, los países ahora están comenzando gradualmente a desarrollar estrategias y planes del Artículo 6. La formulación de la estrategia del Artículo 6 de un país debe ser consistente con su NDC y su plan de implementación de NDC. Por lo tanto, la NDC del país debe ser el punto de referencia cuando los tomadores de decisiones inicien su trabajo en la estrategia del Artículo 6. Esto garantizará que la estrategia del artículo 6 tenga la máxima eficacia, sinergias con las estrategias existentes y coherencia política general. Si los países deciden embarcarse en actividades del Artículo 6 en el sector de la refrigeración, las medidas previstas deben ser parte de la estrategia del Artículo 6. Al integrar esas actividades y, por lo tanto, indicar claramente las prioridades relacionadas con el sector de RAC, los países pueden atraer y apuntar a compradores potenciales de resultados de mitigación y facilitar el emparejamiento entre desarrolladores de proyectos, financistas y formuladores de políticas.

Los requisitos previos para diseñar una estrategia del Artículo 6 son:

- Evaluar del potencial general de mitigación y la mitigación proyectada hasta el año objetivo por (sub)sectores y tecnologías;
- Categorizar las actividades de mitigación según sus necesidades de financiación, es decir, financiación posible a través de recursos nacionales (objetivo incondicional) o necesidad de financiación internacional (objetivo condicional);
- Identificar actividades de mitigación bajo el objetivo condicional que ya recibieron financiamiento climático internacional y de aquellas que están en trámite para recibir financiamiento climático internacional en el futuro;
- Estado actual del logro del pleno cumplimiento de los requisitos de contabilización y presentación de informes en virtud de la CMNUCC, especialmente con respecto a la MTM a partir de 2024 (Espelage et al. 2022).

Recomendación de lectura adicional:

- Espelage, A., Weldner, K., Censkowsky, P., Michaelowa, A., Hoch, S., Singh, A., Wawrzynowicz, I., Eman, Nsikan, N., Sfeir, J., Greiner, S. (2022). Plan para la preparación del Artículo 6 en los países miembros de la Alianza de África Occidental, Grupo de Perspectivas Climáticas/Enfoque Climático (solo en inglés), https://www.perspectives.cc/public/fileadmin/user_upload/Blueprint_FINAL.pdf

2. Inclusión de los HFC en el sistema de comercio de emisiones (SCE) para todos los sectores

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Inclusión de los HFC en el sistema de comercio de emisiones (SCE) para todos los sectores	Alto	Alto	Alto

Fuente: autores

Otra opción para abordar el uso de HFC es a través de la inclusión de HFC en los sistemas de comercio de emisiones (SCE) (existentes). Estos comprenden instrumentos de mercado que buscan reducir las emisiones de GEI dando incentivos económicos y apuntan a promover las reducciones de emisiones de GEI donde es más económico lograrlas. La mayoría de los SCE que actualmente operan a nivel nacional o regional se basan en el llamado sistema de "tope y comercio". El tope, que es fijado por el gobierno, determina la cantidad máxima de emisiones de GEI que pueden emitir los sectores incluidos en el SCE. Por lo general, esos son los sectores de la energía y la industria. Hay diferentes formas de establecer el límite que van desde un objetivo de

reducción de emisiones absolutas (el llamado límite "basado en la masa") hasta un objetivo de reducción de emisiones relativas (AIE 2020). Al integrar los HFC en un sistema de tope y comercio de este tipo, donde a los miembros se les dan asignaciones de CO₂ que determinan la cantidad de emisiones permitidas, las emisiones de HFC obtienen un límite. Si estos son superados por miembros individuales, tienen que comprar asignaciones adicionales. El SCE de EU, por ejemplo, que se estableció en 2005, cubre todas las grandes instalaciones de generación de electricidad y calefacción, grandes instalaciones industriales como acerías, refinerías, fábricas de cemento y, desde 2012, operadores de aeronaves (BMUV 2022).

Recomendación de lectura adicional:

- AIE (2020). Implementación de sistemas efectivos de comercio de emisiones: Lecciones de experiencias internacionales (solo en inglés), https://iea.blob.core.windows.net/assets/2551e81a-a401-43a4-bebd-a52e5a8fc853/Implementing_Effective_Emissions_Trading_Systems.pdf

3. Inclusión del sector refrigeración y HFC en el mercado voluntario nacional

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Inclusión del sector de la refrigeración y los HFC en el mercado voluntario nacional	Alto	Alto	Alto

Fuente: autores

De manera similar a la inclusión de los HFC en un SCE (existente), los países pueden integrar el sector de la refrigeración y, más específicamente, los HFC en sus mercados voluntarios nacionales. Los mercados de carbono voluntarios permiten a los emisores compensar sus emisiones inevitables mediante la adquisición de créditos de carbono de proyectos que eliminen o reduzcan las emisiones de GEI. Las empresas pueden participar en los mercados voluntarios de carbono de diferentes maneras: pueden participar individualmente o como parte de un esquema de toda la industria. Un ejemplo de tal esquema es el Esquema de reducción y compensación de carbono para la aviación

internacional (CORSIA), que fue establecido por el sector de la aviación para compensar sus emisiones de GEI. Varios países han desarrollado líneas de base y sistemas de crédito nacionales y subnacionales con fines voluntarios nacionales, por ejemplo, Costa Rica, Perú y Tailandia. Los mercados de carbono voluntarios pueden ofrecer tipos de proyectos y enfoques metodológicos complementarios en comparación con los mercados de carbono (internacionales) que se utilicen con fines de cumplimiento. Sin embargo, la integridad ambiental y una contabilización sólida y transparente son principios que también deben seguir los mercados voluntarios de carbono (Ahonen et al. 2021).

4. Existencia de las metodologías del Art. 6 para la refrigeración (HFC) relacionadas con las actividades del Art. 6

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Existencia de las metodologías del Art. 6 para la refrigeración (HFC) relacionadas con las actividades del art. 6	Alto	Alto	Alto

Fuente: autores

Un paso más para iniciar actividades basadas en el mercado en el sector de la refrigeración en virtud del artículo 6 es el desarrollo de las metodologías respectivas. Esas son la columna vertebral de cualquier iniciativa relacionada con el artículo 6 y un requisito previo para entrar en una cooperación basada en el mercado. Las metodologías del Artículo 6 deben adherirse a los principios estipulados por la orientación para el Artículo 6.2 y el Artículo 6.4 (consulte también el cuadro de texto en la sección → [C Instrumentos relacionados con el mercado para reducir el consumo de HFC](#)) y garantizar la integridad ambiental, una

contabilización sólida y evitar la doble contabilización. Además, deben salvaguardar la adicionalidad de las actividades del Artículo 6, la contribución al desarrollo sostenible en el país anfitrión, así como la contribución a la NDC y LT-LEDS de la Parte anfitriona. Las metodologías existentes que han sido desarrolladas bajo el MDL o estándares voluntarios no abordan ni cumplen suficientemente todos estos requisitos. Por lo tanto, se deben elaborar metodologías más integrales e innovadoras que apunten específicamente a las actividades del Artículo 6 relacionadas con los HFC.

D. Instrumentos regulatorios para promover la contención y reutilización de refrigerantes HFC

1. Reciclado in situ obligatorio de refrigerantes

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Reciclaje in situ obligatorio de refrigerantes	Medio	Medio	Medio

Fuente: autores

El reciclaje in situ significa utilizar el mismo refrigerante que se recuperó de un sistema antes de una reparación para cargar el sistema del que se extrajo después de la reparación. Idealmente, el refrigerante se limpia utilizando filtros básicos que eliminan el agua, el aceite y las partículas.

Esta práctica ayuda a reducir las cantidades de refrigerante que requieren recolección y tratamiento y, como tal, es eficiente en términos de costos y recursos. Requiere que el técnico de RAC esté capacitado y equipado con las herramientas adecuadas.

2. Regulación para garantizar que el manejo, las instalaciones, el servicio y las verificaciones de fugas de refrigerante sean realizados por técnicos certificados

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Regulación para garantizar que el manejo de refrigerantes, las instalaciones, el servicio y las revisiones de fugas sean realizados por técnicos certificados.	Medio	Medio	Medio

Fuente: autores

La generación de emisiones del refrigerante depende de la habilidad y conciencia del técnico de aire acondicionado y refrigeración (RAC, por sus siglas en inglés). De la mano con una formación adecuada (→ [Capítulo E](#)), se necesita una regulación para establecer las habilidades requeridas

que un técnico debe tener para realizar ciertas tareas en equipos de RAC. Por ejemplo, en la UE, el nivel de habilidad requerido aumenta si los sistemas son más grandes y las actividades requieren romper el circuito de refrigerante.

3. Establecimiento de instalaciones de recuperación de refrigerantes en combinación con la normativa obligatoria para garantizar una manipulación adecuada

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Establecimiento de instalaciones de recuperación de refrigerantes en combinación con la normativa obligatoria para garantizar una manipulación adecuada	NA	Alto	Alto

Fuente: autores

Esta medida es relevante para los países donde la cantidad de refrigerantes almacenada en el equipo indica que el potencial de recuperación de refrigerante es lo suficientemente grande como para operar una instalación de regeneración, es decir, los grupos de países B y C. La recuperación de refrigerante implica la limpieza adecuada de los refrigerantes y la separación de mezclas en sus componentes refrigerantes. El producto final se prueba y debe cumplir con un estándar de calidad específico, que es "tan bueno como nuevo". La calidad de los refrigerantes recuperados tiene un impacto directo en la eficiencia del proceso de recuperación. Los refrigerantes deben recuperarse

separados por especificación, es decir, cilindros de recolección separados para R134a, R410A, etc. Los cilindros deben limpiarse antes de su uso para evitar la contaminación y también el equipo utilizado para la recuperación debe limpiarse entre usos.

Eso lleva al requisito de garantizar el manejo adecuado del refrigerante recuperado para permitir su regeneración, junto con instalaciones de prueba para verificar la calidad entregada. Dichas disposiciones están mejor vinculadas a incentivos financieros para los refrigerantes devueltos en una calidad que permita la regeneración.

4. Normativa para garantizar verificaciones periódicas de fugas (UE) en función del tamaño de la carga, documentadas por libro de registro

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Normativa para garantizar comprobaciones periódicas de fugas (UE) en función del tamaño de la carga, documentadas por libro de registro	Alto	Alto	Alto

Fuente: autores

Las verificaciones de fugas realizadas por técnicos capacitados son clave para evitar las emisiones de refrigerante durante el funcionamiento. Especialmente en instalaciones grandes, pueden evitar grandes cantidades de emisiones y también ayudar a mantener los niveles originales de eficiencia energética, ya que las cargas de refrigerante más bajas también provocan un mayor consumo de energía. Si se detectan fugas, estas deben ser reparadas dentro de un plazo prescrito. Se recomienda utilizar un enfoque escalonado, estableciendo ciclos de verificación más cortos para

instalaciones más grandes. Para ayudar a la implementación, se requiere el mantenimiento obligatorio de registros por parte de los operadores. En su forma básica, esto se puede hacer como un libro de registro en papel que se lleva con el equipo. Varios países han adoptado sistemas de bitácora en línea donde el intervalo de verificación se puede monitorear automáticamente. Esto requiere un gran esfuerzo inicial, pero permite el seguimiento del mercado y brinda datos útiles para los informes de GEI y la reducción gradual de los HFC.

Un ejemplo de requisitos detallados sobre controles de fugas es el reglamento de gases fluorados de la UE No. 517/2014. El artículo 4 define las verificaciones obligatorias de fugas de los equipos que contienen gases fluorados en función de su carga. Los equipos que contienen cantidades de 5 t CO₂eq o más (o 10 t CO₂eq o más, si están sellados herméticamente) están sujetos a pruebas periódicas de fugas. Los sectores cubiertos son: refrigeración y aire acondicionado estacionario, bombas de calor (RAC&HP), equipos estacionarios de protección contra incendios, unidades de refrigeración en camiones y remolques, interruptores eléctricos y ciclos orgánicos de Rankine (ORC). Los intervalos de prueba de fugas especificados según el tamaño de la carga se resumen en la [Tabla 23](#).

La instalación de sistemas de detección de fugas es obligatoria para equipos que contengan 500 t CO₂eq o más para RAC&HP estacionarios, equipos estacionarios de protección contra incendios y para aparataje eléctrica y ORC instalados después del 1 de enero de 2017. Se debe verificar el correcto funcionamiento del sistema de detección de fugas cada 12 meses, y cada 6 años para aparataje eléctrica.

Tabla 23: Intervalos de prueba de fugas en función de su carga, necesarios para RAC&HP estacionarios, equipos estacionarios de protección contra incendios, unidades de refrigeración en camiones (de masa > 3 t) y remolques, aparataje eléctrica no exenta y ciclos orgánicos de Rankine

Intervalo de prueba requerido	Sin prueba	24 meses	12 meses	6 meses	3 meses
Sin sistema de detección de fugas instalado	< 5 t CO ₂ eq (o < 10 t CO ₂ eq, si está sellado herméticamente)		5 t CO ₂ eq o más, pero menos de 50 t CO ₂ eq	50 t CO ₂ eq o más, pero menos de 500 t CO ₂ eq	500 t CO ₂ eq o más
Con sistema de detección de fugas	< 5 t CO ₂ eq (o < 10 t CO ₂ eq, si está sellado herméticamente)	5 t CO ₂ eq o más, pero menos de 50 t CO ₂ eq	50 t CO ₂ eq o más, pero menos de 500 t CO ₂ eq	500 t CO ₂ eq o más	

Los requisitos estándar de verificación de fugas se definen en el Reglamento de aplicación (EC) n.º 1516/2007 para equipos fijos RAC&HP. Los requisitos comprenden la verificación de los registros del equipo y una verificación sistemática de las partes del sistema que son propensas a fugas. Se enumeran específicamente las juntas, las válvulas, los sellos, incluyendo los de los secadores y filtros reemplazables, las partes del sistema sujetas a vibraciones y las conexiones a los dispositivos operativos o de seguridad. Se aplicará un método de medición directo o indirecto para la verificación de fugas.

En caso de que se encuentre y repare una fuga, se debe realizar una prueba de fugas con nitrógeno libre de oxígeno u otra prueba de presión adecuada y gas de secado antes de recargar el sistema con gases fluorados.

En caso de fuga, el operador es responsable de reparar la fuga lo antes posible y de realizar una prueba de fugas en el plazo de un mes para comprobar si la reparación se ha realizado correctamente. Los equipos recién instalados deben revisarse para detectar fugas inmediatamente después de ponerlos en servicio.

Solo los técnicos certificados pueden realizar pruebas de fugas. Según el método aplicado y el tamaño de la carga, son necesarios diferentes niveles de certificación, tal como se define en los reglamentos de aplicación pertinentes.

Los operadores de equipos sujetos a pruebas periódicas de fugas están obligados a conservar los registros de las pruebas de cada equipo. Esos registros de prueba deben contener la información especificada en el Artículo 6.1 (como se reproduce en la lista a continuación) y deben ser conservados por el operador y el técnico (empresas) durante al menos cinco años si no hay una base de datos central donde se almacenen esos datos. Los registros se pondrán a disposición de la autoridad nacional competente previa solicitud.

Información requerida de los registros de prueba:

- la cantidad y el tipo de gases fluorados de efecto invernadero instalados
- las cantidades de gases fluorados de efecto invernadero añadidos durante la instalación, el mantenimiento o el servicio o debido a fugas
- si las cantidades de gases fluorados de efecto invernadero instaladas han sido recicladas o recuperadas, incluir el nombre y la dirección de la instalación de reciclaje o recuperación y, cuando corresponda, el número de certificado
- la cantidad de gases fluorados de efecto invernadero recuperados
- la identidad de la empresa que instaló, revisó, mantuvo y, en su caso, reparó o desmanteló el equipo, incluido, en su caso, el número de su certificado
- las fechas y los resultados de los controles de fugas realizados con arreglo al artículo 4, apartados 1 a 3
- si el equipo fue dado de baja, las medidas tomadas para recuperar y eliminar los gases fluorados de efecto invernadero

5. Registro de operadores para sistemas más grandes, incluyendo la regulación contra la liberación al final de su vida útil

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Registro de operadores para sistemas más grandes, incluida la regulación contra la liberación al final de su vida útil	NA	Alto	Alto

Fuente: autores

Para realizar un seguimiento del uso de refrigerantes, un registro obligatorio de operadores es una medida muy ambiciosa. Como los países del Grupo A no tienen tantas instalaciones grandes, el esfuerzo por establecer un registro a menudo se considera desproporcionado en beneficio. Dichos sistemas de registro requieren un gran esfuerzo para

establecerse, pero son un medio valioso para realizar un seguimiento de las actividades realizadas en el equipo RAC y dar cuenta del uso de refrigerante. La recarga repetida puede generar preguntas sobre la hermeticidad del sistema, así como la falta de registros de refrigerantes recuperados en el desmantelamiento es un motivo para una mayor investigación.

Ejemplo de mejores prácticas: Polonia

Para rastrear las emisiones de fugas relacionadas con refrigerantes, Polonia ha establecido una base de datos electrónica. La base de datos electrónica incluye un registro central de operadores que utilizan aparatos que contienen gas fluorado. La notificación a la base de datos es obligatoria para todos los operadores de equipos con equipos que contengan más de 5 t CO₂eq de gases fluorados. Los operadores deben realizar un seguimiento de las actividades de manipulación de gases fluorados, incluyendo las instalaciones, el mantenimiento/servicio, la reparación, el desmantelamiento, la verificación de fugas, la reparación de fugas, la detección de fugas, el tipo de sistemas de detección de fugas y la recuperación de refrigerante. Para cada tipo de equipo, se debe mantener un libro de registro. Los inspectores ambientales llevarán a cabo verificaciones puntuales sobre la correcta compilación periódica de los libros de registro y los informes relacionados. Los datos utilizados en la base de datos sirven como entrada de datos para el inventario nacional de emisiones de GEI fluorados en virtud del artículo 4 de la CMNUCC (PNUMA, opciones legislativas y políticas para controlar los hidrofluorocarbonos).

E. Desarrollo de capacidades para técnicos

Desde la primera vez que se inventó la refrigeración mecanizada en el siglo XVIII, ha habido cambios y mejoras continuos en los métodos de refrigeración basados en un mayor conocimiento y habilidades científicas. El movimiento global en la década de 1980 para proteger la capa de ozono de la destrucción causada por la liberación de CFC condujo a la adopción del Protocolo de Montreal (PM) en 1989. La necesidad urgente de eliminar gradualmente las SAO como los CFC en los equipos de RAC condujo a un desarrollo acelerado en la industria hacia refrigerantes alternativos. Los nuevos refrigerantes vistos como reemplazos de los refrigerantes con SAO existentes requerían nuevas habilidades y conocimientos que fueron apoyados principalmente bajo el régimen PM a través de actividades diseñadas para capacitar a los técnicos.

La industria de RAC ha tenido grandes desarrollos desde la década de 1980 a medida que la demanda global de refrigeración ha ido aumentando y se espera que siga aumentando a medida que nuestro medio ambiente se vuelve más cálido. La cantidad y los tipos de refrigerantes disponibles también han aumentado exponencialmente. Los diseños de los equipos de refrigeración han cambiado en función de los requisitos de refrigeración y, además, se suma la necesidad de abordar las emisiones de PCG que resultan directamente de la liberación/fugas de refrigerante e indirectamente a través del consumo de energía. Con todos estos desarrollos, los técnicos que manejan el equipo lo instalan, reparan y mantienen, deben tener conocimientos y habilidades para cumplir con estos requisitos en constante cambio. Los refrigerantes tienen diferentes características de toxicidad, inflamabilidad, alta presión de trabajo y valores PCG variados, todos los cuales requieren ser manipulados adecuadamente para garantizar la seguridad y la protección del medio ambiente. Los sistemas se están volviendo más complicados tanto electrónicamente como en las funciones que contienen y las tareas que realizan. El funcionamiento exitoso de estos equipos de refrigeración necesita técnicos adecuadamente calificados que son la columna vertebral de la industria de la refrigeración en todo el mundo. Los técnicos de RAC deben poder instalar, dar servicio, reparar y mantener una amplia gama de equipos de RAC. El desarrollo de capacidades y las habilidades de estos técnicos de RAC es un requisito previo para un trabajo seguro y eficiente en el tiempo extra del sector de la refrigeración.

El énfasis en la capacitación de los técnicos de RAC ha ocupado un lugar central como parte de un enfoque holístico del sector de RAC. Una base de técnicos calificados de RAC disponible en un país tiene múltiples ventajas. Los

técnicos bien capacitados son un gran beneficio para la industria del equipo RAC está bien mantenido. Para los propios técnicos de RAC, estar mejor calificados aumenta su seguridad y conduce a mejores ingresos asociados con mejores habilidades.

La siguiente sección brinda una lista de características que ayudan a los países a determinar su estado general con respecto a las iniciativas de desarrollo de capacidades para los técnicos de RAC que están en curso en el país, así como también brindan un punto de referencia de lo que un país puede aspirar para la capacitación de sus técnicos RAC. Idealmente, los países incluirían todas estas características; sin embargo, es probable que un país adopte una combinación de características en lugar de todas. Entonces, el país estaría en mejores condiciones para decidir cómo ponderar el estado existente y qué medidas adicionales se pueden adoptar con el tiempo para tener un camino verdaderamente progresivo y ambicioso para lograr las metas deseadas en el sector de RAC.

Las acciones financiadas bajo los Planes de Gestión de Eliminación de HCFC (HPMP) del PM y bajo los Planes de Implementación de Kigali (PIK) se consideran de baja ambición, ya que no requieren un esfuerzo adicional y generalmente no están diseñadas para formalizar la capacitación de técnicos de RAC.

Los 197 países de la ONU han ratificado el PM. Una parte integral del PM y su mecanismo de financiamiento para los países en desarrollo, el FML, es la necesidad de capacitación de los técnicos de RAC. El concepto de “costo incremental” en la eliminación gradual de SAO es el criterio de elegibilidad fundamental para la financiación bajo el FML. Eso significa que se brinda financiación para cubrir el costo adicional que se genera por el uso de sustancias alternativas. Por lo tanto, el objetivo de estas capacitaciones, realizadas bajo los auspicios del FML, es principalmente preparar la base de técnicos de trabajo en un país, para tratar específicamente con la eliminación gradual de los refrigerantes con SAO según lo dispuesto en el PM y sus enmiendas. Todos los países han realizado tales capacitaciones desde el momento en que ratificaron el PM. Sin embargo, el punto de partida es muy diverso. Es posible que algunos países no hayan podido formalizar el desarrollo de capacidades de los técnicos de RAC. Esto podría deberse a conflictos políticos, conflictos armados o inestabilidad que impidan esfuerzos concertados para establecer un régimen de desarrollo de capacidades que sea estable y continuo. En cambio, la capacitación es un ejercicio ad hoc realizado para cumplir con

los objetivos del proyecto. Esta formación ad hoc suele tener las siguientes características:

- Podría incluir un enfoque de capacitación de capacitadores (TOT), en el que los capacitadores reciben la formación adecuada de conformidad con los requisitos del MLF;
- Estos capacitadores luego realizan capacitación nacional para la mayoría de los técnicos que ya están trabajando (duración que varía de 2 a 5 días);
- El contenido de estas capacitaciones se limitaría a los requisitos de eliminación gradual de SAO y las alternativas que podrían utilizarse como reemplazo;
- El contenido del curso no está incorporado formalmente en el plan de estudios oficial de los institutos locales que podrían impartir cursos de RAC como materia independiente o como parte de un curso de electricidad. Por lo tanto, las capacitaciones se llevan a cabo para cumplir con hitos específicos (número de técnicos capacitados) dentro de los proyectos aprobados en el marco del FML;
- El "aprendizaje en el trabajo" es el principal motor que impulsa el desarrollo de habilidades en el sector de RAC, ya que la capacitación formal no es obligatoria ni requerida

1. Introducción de la formación de técnicos

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Introducción de la formación de técnicos para reducir los índices de fugas y familiarizarse con los refrigerantes inflamables, de alta presión o tóxicos	Medio	Medio	Medio

Fuente: autores

Existe una aceptación general de que el PM a través del FML ha fomentado una mayor creación de capacidad de los técnicos de RAC en todos los países. Sin embargo, la forma de estas capacitaciones de RAC varía de un país a otro en función de los esfuerzos realizados por los países para abordar específicamente las necesidades de la industria nacional de RAC y, hasta cierto punto, alinearse con las tendencias globales en el sector de RAC. El enfoque adoptado para el desarrollo de capacidades sigue un enfoque sistemático que se guía por los marcos y estructuras existentes en relación con las habilidades y el desarrollo de capacidades para los campos técnicos. Se espera que la mayoría de los países en desarrollo cuenten con varios elementos que caractericen un enfoque sistemático:

- Los TOT son más completos, de mayor alcance y cubren aspectos que van más allá de los requisitos inmediatos del FML en relación con la eliminación simple de SAO. Los TOT se extienden a las necesidades de la industria local e incorporan señales globales sobre desarrollos futuros esperados o en curso en el sector de RAC.
- Existencia de un procedimiento formal de desarrollo del plan de estudios. Puede tener un marco de tiempo sistemático para la actualización y revisión del plan de estudios o depender de la demanda.
- Se hace algún esfuerzo para actualizar el plan de estudios de RAC existente en los institutos de capacitación locales para incluir los componentes identificados relevantes, especialmente relacionados con la "capacitación de mejores prácticas" en el servicio y mantenimiento de RAC. Estas "capacitaciones sobre mejores prácticas" incluirían temas como métodos de prueba de fugas, uso de nitrógeno para lavado, recuperación, reutilización y reciclaje de refrigerantes e información básica sobre refrigerantes naturales como hidrocarburos, CO₂ y amoníaco y sus aplicaciones se incorporan al curso de capacitación.
- Bajo los proyectos del FML se realizarían cursos cortos para técnicos en activo de 2 a 5 días de duración y se otorgaría un "certificado de participación" a todos los participantes.
- Existe un marco para alguna forma de interacción entre la industria de RAC y la UNO para garantizar un enfoque de colaboración para el desarrollo de capacidades de los técnicos. Esto podría ser la existencia de una asociación RAC, o un comité directivo especialmente establecido para abordar las actividades realizadas bajo el FML.
- Adopción de estándares internacionales como ISO 5149 – Sistemas de refrigeración y bombas de calor – Requisitos de Seguridad y Medio Ambiente. Sin embargo, la implementación y cumplimiento de estas normas no es obligatoria.

2. Introducción de un sistema nacional de calificación, certificación y registro (QCR)

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Introducción de un sistema nacional de calificación, certificación y registro (QCR), incluido el desarrollo de competencias para refrigerantes inflamables/de alta presión/tóxicos (refrigerantes naturales)	Alto	Alto	Alto

Fuente: autores

Hasta el momento, alrededor de 130 países ya han ratificado la EK, lo que demuestra que están comprometidos a optar por refrigerantes amigables con el medio ambiente. Los países que ya cuentan con algunas condiciones marco (régimen establecido para estándares y normas) pueden avanzar más fácil y efectivamente hacia el establecimiento de un marco de creación de capacidad que se reconozca como "de última generación" para la calificación de la mano de obra en el país. El valor de una capacitación bien pensada y correctamente ejecutada tiene una amplia gama de beneficios para la industria de RAC, así como para el medio ambiente, como se indicó al comienzo de este capítulo.

La norma europea EN 13313:2010 "Sistemas de refrigeración y bombas de calor: competencia del personal" es una de las principales normas que brinda una guía sobre cómo los países deben desarrollar la capacidad y las pruebas de habilidades de los técnicos de RAC para reducir las fugas de refrigerante, mantener la seguridad y minimizar los impactos ambientales. La norma establece perfiles de competencia asociados y establece procedimientos para evaluar la competencia de las personas que realizan trabajos relacionados con la instalación, el mantenimiento, el servicio y la operación de sistemas RAC. GIZ Proklima, el programa de Alemania para brindar apoyo a los países para avanzar en la transformación del sector de RAC, ha sido pionero en la defensa del uso de refrigerantes naturales y la alta eficiencia energética en el sector de RAC a través del concepto de "Refrigeración verde". Para apoyar este esfuerzo, GIZ Proklima ha desarrollado un esquema integral de Calificación, Certificación y Registro (QCR) para abordar las

necesidades de capacidad del sector de RAC llamado "Apto para refrigeración verde".¹⁷

El esquema QCR se refiere específicamente a lo siguiente:

- **La cualificación** se refiere a la formación del personal que se basa en brindar competencias específicas de acuerdo con las tareas que se espera realizar y el nivel de cualificación respectivo del personal. Una cualificación adecuada garantizará que se minimicen los riesgos relacionados con el medio ambiente y la salud, se incremente la eficiencia energética y se cree una mano de obra orientada al futuro.
- **La certificación** es el medio por el cual se pueden medir los conocimientos adquiridos. Todas las personas que demuestren su competencia práctica (habilidades) y teórica (conocimiento) al ser evaluadas con éxito por un Organismo Certificador aprobado recibirán un certificado de competencia.
- **El registro** es el registro formal mantenido por una autoridad central de todos los técnicos de RAC y su estado de certificación adquirido.

¹⁷ <https://www.green-cooling-initiative.org/green-cooling/fit-for-green-cooling>

El esquema "Fit for Green Cooling" está diseñado en base a las disposiciones de EN13313 - 2010, EN 378, ISO 5159, EN50110, ISO 13585, así como las regulaciones europeas de gases fluorados y una serie de estándares de organismos industriales como ASHRAE, AHRI etc.

Para que un país se embarque en un esquema QCR, deberá establecer las condiciones marco apropiadas. Aunque la QCR ha establecido pasos, brinda flexibilidad a los países para adaptar los componentes de la QCR a sus marcos nacionales de desarrollo de capacidades existentes.

- Al principio, se requeriría una evaluación exhaustiva del estado actual relacionado con la infraestructura existente, políticas/regulaciones, currículos para la capacitación de técnicos de RAC, como se muestra en la [Figura 14](#).

Figura 14: Evaluación para establecer un esquema QCR



Fuente: autores

- Luego de la identificación de las brechas, el próximo paso sería abordar las brechas y establecer la base apropiada para implementar el esquema QCR con éxito. Esto incluiría garantizar una infraestructura adecuada para que las instituciones de formación lleven a cabo una formación práctica adecuada, actualizando los planes de estudios, TOT para garantizar su capacidad para llevar a cabo las capacitaciones según el nuevo plan de estudios. Por ejemplo, GIZ Proklima ha desarrollado 14 módulos de capacitación ampliamente detallados que capturan los detalles de todos los componentes necesarios del plan de estudios de refrigeración, aire acondicionado y bomba de calor (RACHP). Incluye el contenido detallado de los temas que se enseñarán, ayudas didácticas para los capacitadores de acuerdo con el contenido (es decir, Power Points, folletos, etc.), así como los criterios de evaluación que deben ser considerados para determinar la competencia y el conocimiento adquirido.
- El componente de certificación del esquema QCR requerirá que se desarrolle y acuerde un marco de cualificación adecuado con las autoridades responsables del país. El marco de cualificación establece los diferentes niveles de competencias, los requisitos previos que deben cumplirse para ser elegible para un nivel de cualificación específico y las autoridades responsables de las pruebas de competencia. A continuación, se muestra un ejemplo del Marco de cualificaciones de Kenia para la educación técnica que también se aplica a los cursos RACHP en el país
- Los técnicos que logren la certificación a través de las evaluaciones de competencias serán registrados con sus datos en una autoridad central que mantiene el registro de nombres. Se establecería un sistema de acreditación asociado que idealmente tendría la forma de un esquema de licencias para todas y cada una de las personas que trabajan en el espacio RACHP en función de su nivel de competencia.
- El esquema QCR solo puede tener éxito si existe un procedimiento incorporado que incluya la provisión de una revisión periódica de las cualificaciones ofrecidas bajo el esquema QCR.
- Para garantizar que el desarrollo de capacidades se mantenga dinámico y actualizado, el esquema QCR también debe incluir el requisito de renovación de la licencia de técnico de RAC después de un número específico de años. De cuatro a cinco años se considera ideal como duración de la validez de la licencia de técnico RAC. Esto asegura que los técnicos en el campo estén siempre actualizados con los desarrollos que tienen lugar en este sector que cambia rápidamente.

Caso del país: Kenia

El Marco Nacional de Cualificaciones de Kenia (KNQF) se adoptó con la visión de establecer un único sistema armonizado para el desarrollo, la evaluación y la concesión de cualificaciones. Abarca todos los sectores educativos y formativos con sus diferentes formas de aprendizaje. El KNQF establece criterios en todas las cualificaciones que se relacionan con la acreditación, el control de calidad y los sistemas de examen, y se alinea con los estándares nacionales y las mejores prácticas internacionales. Los niveles KNQF consisten en descripciones detalladas de niveles que se basan en conocimientos, habilidades y competencias.

Los estudiantes en Kenia tienen dos caminos para adquirir la calificación: académico o vocacional. Los primeros 2 niveles en el KNQF se relacionan con la educación básica, los niveles 3-6 se refieren al sistema de formación y educación vocacional o técnica y vocacional (TVET), mientras que el nivel 7 y superiores se relacionan con la calificación universitaria.

Marco Nacional de Cualificaciones de Kenia¹⁸

Nivel KNQF	Sub-Marco de Educación y Formación General y Complementaria			Notional hours (minimum)	
10	Doctorado			3600 a partir del nivel 9 del KNQA	
9	Maestría			2400 a partir del nivel 7 del KNQA	
8	Título de Postgrado	Título Profesional		Maestro Artesano Profesional 1200 a partir del nivel 7 del KNQA o 6000 a partir del nivel 2 del KNQA	
7	Título de Pregrado		Maestro Artesano Profesional -I o Profesional de Gestión	4800 a partir del nivel 2 del KNQA o 2400 a partir del nivel 6 del KNQA	
6	Diploma Nacional		Maestro Artesano Profesional-II o Profesional de Gestión	2400 a partir del nivel 2 del KNQA o 1200 a partir del nivel 5 del KNQA	
5	Certificado Técnico Certificado Nacional Certificado Nacional de Formación Vocacional-IV		Certificado Profesional o Maestro Artesano Profesional-III	1200 a partir del nivel 2 del KNQA o 600 a partir del nivel 4 del KNQA	
4	Nacional Vocacional Certificado -III/Certificado Técnico		Certificado Nacional de Competencias-I/GTT-I	600 a partir del nivel 2 del KNQA o 300 a partir del nivel 3 del KNQA	
3	Certificado Nacional de Formación Vocacional-II		Certificado Nacional de Competencias-II/GTT-II	300 a partir del nivel 2 del KNQA	
2	Certificado de Secundaria		Certificado Nacional de Formación Vocacional-I	Certificado Nacional de Competencias-III /Prueba Gubernamental de Comercio GTT-III	Educación Primaria nivel 1
1	Certificado de Primaria			Competencia Básica/ Competencias para la Vida	Certificado de Nacimiento

El KNQF se considera un paso importante, ya que también establece estándares para el reconocimiento de las calificaciones adquiridas dentro y fuera de Kenia. Facilitar la comparación entre diferentes niveles y tipos de calificaciones permite a los empleadores comparar claramente el nivel de competencia de un posible empleado. Un sistema estandarizado de calificación apoya la mayor movilidad de estudiantes y trabajadores.

La Autoridad de Cualificación de Kenia (KNQA) se creó principalmente para poner en funcionamiento el KNQF y garantizar su cumplimiento. Como parte de su mandato, KNQA es responsable de acreditar todas las instituciones y sus planes de estudios de acuerdo con KNQF, entre otras tareas. En general, el KNQF puede verse como un paso prometedor para generar confianza en las cualificaciones de Kenia.

La formación profesional para ser técnico RAC puede iniciarse a partir de la finalización del 10º grado, a través del Certificado Nacional de Formación Profesional 1 y avanzar progresivamente hacia titulaciones superiores. Mientras que los certificados de Formación Profesional son para cursos a largo plazo, la Certificación Nacional de Habilidades está esencialmente alineada con las evaluaciones que se llevan a cabo en instituciones designadas en momentos específicos del año. Las pruebas de aprendizaje previo, que son especialmente relevantes para el sector de RAC, se evalúan en las Pruebas Comerciales Gubernamentales (I - III) que dan derecho al técnico que se gradúa con éxito a

18 <https://www.knqa.go.ke/index.php/about-the-qualification-framework/>

recibir un Certificado Nacional de Habilidades. Actualmente hay tres organismos de cualificación acreditados relevantes para el sector de RAC: el Consejo y Evaluación y Certificado de Desarrollo Curricular (CDACC/TVET), la Autoridad Nacional de Capacitación Industrial (NITA) y el Consejo Nacional de Exámenes de Kenia (KNEC). Los planes de estudios de estos organismos de calificación de RAC se están actualizando actualmente para la estandarización en los diferentes organismos. Después de la actualización del plan de estudios RAC, el nuevo plan de estudios requerirá el registro en la KNQA para permitir la implementación de los cursos de acuerdo con los niveles de la KNQF. Se brindarán ayudas didácticas y criterios de evaluación apropiados a las instituciones y capacitadores que estén adecuadamente capacitados para llevar a cabo el plan de estudios actualizado. El marco de tiempo para que el plan de estudios actualizado esté operativo es a mediados de 2023 o principios de 2024, cuando Kenia imparta cursos de capacitación de RAC de última generación en todas las instituciones del país.

F. Instrumentos normativos para gestionar el tratamiento al final de la vida útil de los refrigerantes (y aparatos)

La creación de una infraestructura de recolección suficiente para los equipos de desecho (refrigeradores y congeladores domésticos, aires acondicionados domésticos y equipos independientes comerciales como congeladores de isla, enfriadores de botellas, etc.), así como refrigerantes usados para recuperación o destrucción, es una gran empresa para todos los países. Como ambos son importantes, pero requieren socios y logística diferentes, las medidas se separan para los dos tipos de residuos.

La hoja de ruta para la gestión de bancos de SAO y HFC ofrece una guía detallada y específica cuatro procesos

principales en los que es necesario trabajar:

- 1) Reglamento
- 2) Financiamiento sostenible
- 3) Infraestructura de recolección
- 4) Destrucción/Regeneración

A continuación, se describen las medidas recomendadas en términos de su cobertura. Para obtener detalles sobre su implementación, se remite al lector a la hoja de ruta y las directrices sobre bancos de SAO.

Recomendación de lectura adicional:

- Alianza para la Protección del Medio Ambiente y el Ozono (COPA) (solo en inglés), <https://www.copalliance.org/>
- GIZ (2018). Papst, I.: Bancos mundiales de sustancias que agotan la capa de ozono. Un estimado a nivel de país (solo en inglés), https://www.green-cooling-initiative.org/fileadmin/Publications/2018_Global_banks_of_ozone_depleting_substances.pdf
- GIZ (2017). Heubes, J., Gloel, J., Papst, I.: Hoja de ruta mundial sobre gestión de bancos de SAO (solo en inglés), https://www.green-cooling-initiative.org/fileadmin/Publications/2017_Global_roadmap_on_ODS_bank_management.pdf
- GIZ (2017). Heubes, J.: Directrices para realizar un inventario de bancos de SAO (solo en inglés), https://www.green-cooling-initiative.org/fileadmin/Publications/2017_Guideline_to_conduct_an_ODS_bank_inventory.pdf
- GIZ (2017). Gloel, J., Heubes, J.: Directrices sobre medidas normativas para la gestión y destrucción de SAO (solo en inglés), https://www.green-cooling-initiative.org/fileadmin/Publications/2017_Guideline_on_policy_measures_for_the_management_and_destruction_of_ozone_depleting_substances.pdf
- GIZ (2017). v. Heinemann, S., Beckmann, J., Heubes, J.: Directrices para establecer un sistema de recogida de equipos que contengan SAO (solo en inglés), https://www.green-cooling-initiative.org/fileadmin/Publications/2017_Guideline_to_establish_a_collection_system_for_equipment_containing_ODS.pdf
- GIZ (2017). Gloel, J.: Directrices para el movimiento transfronterizo de desechos de SAO (solo en inglés), https://www.green-cooling-initiative.org/fileadmin/Publications/2017_Guideline_for_the_transboundary_movement_of_ODS_waste.pdf

1. Establecimiento de sistema de recolección de refrigerante incl. tratamiento adecuado para las regiones piloto (áreas urbanas/metrópolis)

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Establecimiento de sistema de recolección de refrigerante incl. tratamiento adecuado para las regiones piloto (áreas urbanas/metrópolis)	Medio	Medio	Medio

Fuente: autores

Aparte de los recursos financieros, a menudo es la densidad de la red de los centros de recolección lo que plantea un desafío. Por lo tanto, la medida de ambición media sugerida es poner a prueba una región metropolitana, donde la

densidad de actividad es alta y los montos de recaudación se maximizan. Al mismo tiempo, las estructuras organizacionales pueden probarse para un despliegue posterior.

2. Establecimiento de un sistema de recogida de residuos de aparatos, incl. tratamiento adecuado para las regiones piloto (áreas urbanas/metrópolis)

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Establecimiento de un sistema de recogida de residuos de aparatos, incl. tratamiento adecuado para las regiones piloto (áreas urbanas/metrópolis)	Medio	Medio	Medio

Fuente: autores

La recogida de equipos de refrigeración viejos suele ser responsabilidad de los municipios como parte de las actividades de recogida de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). Los equipos de refrigeración viejos son una categoría de RAEE y requieren precauciones para evitar las emisiones de HFC. Un desafío es recolectar los aparatos con el ciclo de refrigeración intacta, para que el

HFC pueda recuperarse en el centro de recolección. Esto a menudo requiere la inclusión del sector informal para evitar que los recicladores saquen el compresor como chatarra, sino que entreguen el refrigerador completo a los centros de acopio. La configuración se puede volver a probar en una región metropolitana antes de una implementación más grande.

3. Puntos de recolección de refrigerantes y rutinas para un tratamiento adecuado, incluyendo la logística inversa (esquemas de devolución para países importadores)

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Puntos de recolección de refrigerantes y rutinas para un tratamiento adecuado, incluida la logística inversa (esquemas de devolución para países importadores)	Alto	Alto	Alto

Fuente: autores

La logística que se configura para la distribución de refrigerantes, desde el importador hasta el mayorista y el usuario final, es un componente importante para recolectar también el refrigerante desde el usuario final hasta el mayorista y el exportador (o recuperador/destructor). Sobre la base de una regulación respectiva, la logística de contenedores de gas es mejor para aquellos que ya tienen experiencia con ella y que ya tienen una red de distribución en funcionamiento.

En última instancia, es necesario establecer un plan de financiación sostenible. El enfoque más lógico es el principio de quien contamina paga. Para los países importadores de refrigerantes, un enfoque significativo es imponer un impuesto a la

importación de HFC. El uso de un enfoque ponderado de PCG tiene una función de orientación adicional para el mercado. El impuesto de importación también podría formar parte del esquema de reembolso para incentivar la recuperación, donde una fracción del impuesto pagado se devuelve al entregar el refrigerante usado en los puntos de recolección designados. Puede encontrar más información sobre instrumentos financieros en la sección [→ B Instrumentos financieros para reducir el consumo de HFC](#).

Este enfoque regulatorio es adoptado por varios países europeos. Se requieren capacidades de prueba suficientes cuando se implementa como un esquema de descuento.

4. Puntos de recogida de residuos de aparatos y rutinas para su correcto tratamiento

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Puntos de recogida de residuos de aparatos y rutinas para su correcto tratamiento	Alto	Alto	Alto

Fuente: autores

El reciclaje de RAEE es una necesidad para avanzar hacia una economía circular. Los aparatos que contienen HFC son solo una categoría de RAEE, pero requieren un tratamiento especial para evitar que se emitan refrigerantes y agentes espumantes. Las plantas de reciclaje completamente integradas y automatizadas para refrigeradores, donde la trituración del cuerpo ocurre en un sistema cerrado y se integra con la recuperación de HFC, a menudo están fuera

del alcance. Sin embargo, la recuperación adecuada del refrigerante requiere menos recursos y es el primer paso importante, independientemente del tratamiento del cuerpo del refrigerador. El desmontaje manual del cuerpo del refrigerador no se puede recomendar incondicionalmente, pero tiene beneficios medioambientales si lo realiza personal debidamente formado y equipado.

5. Capacidad de recolección y reciclaje suficiente, financiada por el esquema REP

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Capacidad de recolección y reciclaje suficiente, financiada por el esquema REP	NA	NA	Alto

Fuente: autores

La gestión de los refrigerantes al final de su vida útil y de los aparatos refrigeradores de desecho con plena capacidad e íntegramente financiados es sin duda muy ambiciosa. Sin embargo, dados los grandes beneficios ambientales de tal

acción, es imperativo perseguir este objetivo. El esquema REP para los fabricantes de equipos, así como para los productores de gas, son componentes importantes para dicho sistema.

6 Seguimiento y MRV del consumo y las emisiones de HFC

1. Informe de emisiones de nivel 1 de HFC

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Informe de emisiones de nivel 1 de HFC	Medio	Medio	Medio

Fuente: autores

Un sistema MRV permite a los países fortalecer su base de información para realizar un seguimiento de sus acciones de mitigación para la planificación, implementación y coordinación nacional. Si aún no se incluye en los esfuerzos de monitoreo y presentación de informes de un país, un enfoque de nivel 1 podría ser un punto de partida para rastrear e informar las emisiones de HFC. Como ya se mencionó en el Paso 5, una metodología de Nivel 1 sigue un enfoque de

arriba hacia abajo que analiza el sector de RAC como un todo sin más desagregación en diferentes subsectores. El parámetro clave es el consumo a granel de refrigerantes a nivel nacional, combinado con un factor de emisión predeterminado. Por lo tanto, brinda poca información sobre las características específicas del sector de la refrigeración y no brinda más datos sobre la distribución de los equipos en subaplicaciones.

2. Informe de emisiones de nivel 2 de HFC

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Informe de emisiones de nivel 2 de HFC	Alto	Alto	Alto

Fuente: autores

El enfoque de Nivel 2 entra en más detalle al calcular las emisiones. En el sector de la refrigeración, este enfoque a menudo implica cuantificar el equipo instalado (stock) que utiliza HFC para derivar la demanda y las emisiones. Al contar los aparatos en existencia por subsector y evaluar el uso de refrigerante respectivo, los factores de emisión predeterminados se pueden ajustar a los valores específicos del país. Por lo tanto, brinda información más precisa y detallada sobre las características reales del sector de RAC que se encuentran en el contexto nacional y, por lo tanto, permite un enfoque específico para abordar los subsectores más relevantes en términos de emisiones de HFC. Un esquema de

monitoreo continuo podría hacer uso de diferentes enfoques para rastrear parámetros clave para distintas subaplicaciones. Por ejemplo, los productos en masa o estandarizados, como refrigeradores domésticos, aires acondicionados domésticos o unidades independientes comerciales, pueden monitorearse contando las ventas a través de una base de datos de productos y estimando el stock mediante el uso de datos estadísticos. Para productos hechos a la medida, por ejemplo, sistemas industriales centralizados o chillers, el stock puede estimarse de manera similar a través de un enfoque estadístico o contarse a través de un sistema de registro de operadores (GIZ 2021b).

Tabla 24: Descripción general de las aplicaciones estandarizadas y personalizadas

Productos estandarizados (preferiblemente en la base de datos de registro de productos)	Productos personalizados (preferiblemente mediante registro de operador)
Unidades comerciales e independientes (ej., enfriadores de botella, gabinetes para helados)	Unidades condensadoras comerciales (ej., cuartos fríos) Sistemas centralizados de supermercado
Refrigeradores y Congeladores	Sistemas industriales integrales Unidades condensadoras industriales Sistemas industriales centralizados
Camiones refrigerados	Camiones refrigerados
AC en carros	AC en vehículos más grandes
AC autónomos (portátiles) AC split (sencillos)	AC por conductos Sistemas tipo paquete Sistemas Multi-split y de flujo de refrigerante variable (VRF) Chiller

Fuente: GIZ 2021b

Recomendación de lectura adicional:

- GIZ (2021b). Kotin-Förster, S., Gloel, J., Papst, I., Oppelt D.: Medición, Reporte y Verificación (MRV) en la Práctica (solo en inglés), https://www.green-cooling-initiative.org/fileadmin/Publications/GIZ2021_Measurement_Reporting_Verification_MRV_Handbook.pdf

3. Indicadores específicos del subsector definidos y rastreados

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Indicadores específicos del subsector definidos y rastreados	Alto	Alto	Alto

Fuente: autores

La obtención de datos más granulares sobre los usos y las emisiones de HFC se puede lograr mediante la definición y el seguimiento de indicadores específicos del subsector. Por ejemplo, las bases de datos de productos mencionadas en el subcapítulo anterior pueden utilizarse para solicitar más información sobre parámetros específicos del aparato, como el refrigerante utilizado, la carga inicial de refrigerante, la capacidad de refrigeración, la vida útil, el precio, etc. Tiene la ventaja de que las características sobre la energía también se pueden consultar, como el factor de

eficiencia energética o el SEER. Esto requeriría un registro obligatorio para los fabricantes e importadores de los aparatos que se pretendan vender en el país. Tras el registro inicial, la cantidad de unidades vendidas debe informarse anualmente. Otros factores cruciales, como los factores de emisión durante la fabricación/primer llenado de los aparatos, el servicio y el final de su vida útil, se pueden obtener al involucrar a las partes interesadas relevantes, incluyendo representantes de la UNO, de la Asociación de técnicos de RAC y fabricantes de equipos, entre otros (GIZ 2021b).

Ejemplo de mejores prácticas: Corea del Sur

En Corea del Sur, los importadores y fabricantes están obligados a informar anualmente sobre las unidades de venta. De este modo, la base de datos combina información sobre el fabricante, el nombre del modelo, la capacidad de refrigeración, la eficiencia estacional y el refrigerante, así como las ventas de RAC (Ministerio de Economía del Conocimiento 2011).

4. Requisito de notificación para los usuarios de refrigerantes

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Requisito de notificación para los usuarios de refrigerantes	Alto	Alto	Alto

Fuente: autores

Especialmente, el seguimiento del uso específico de subsectores y equipos de refrigerantes HFC plantea un desafío. Una solución para superar esta barrera es adoptar requisitos de informes para los usuarios de refrigerantes, por ejemplo, a través del seguimiento y registro obligatorio de cada uso de refrigerantes HFC (por ejemplo, importación, exportación o fabricación). Esto debe incluir información detallada

sobre el tipo de refrigerante, la cantidad y el propósito de uso. El enfoque más sofisticado y eficiente es tener un sistema electrónico donde los datos se procesen y notifiquen automáticamente. Esto permite tener un enfoque ascendente para rastrear el uso de HFC que puede ser verificado y validado a través del monitoreo de las importaciones de HFC a nivel agregado.

Ejemplo de mejores prácticas: Eslovaquia

Las empresas certificadas figuran en un registro en línea según su categoría de actividad (aire acondicionado fijo y móvil, refrigeración, solventes, SF6, etc.). El sistema ofrece registro electrónico, informes y procesamiento de datos. Los datos se informan en www.szchkt.org, www.cochkt.sk, donde se resumen los datos y se generan estadísticas de acuerdo con la necesidad de IPCC 2006 (Área nd).

II. Instrumentos de política para abordar las emisiones relacionadas con la energía

Hay mucho material disponible sobre la promoción de la eficiencia energética de los aparatos en general y sobre equipos de refrigeración eficientes en particular. Hacemos especial referencia al reglamento modelo y documentos de antecedentes elaborados por U4E, quien publicó información sobre varios equipos de refrigeración: Refrigeradores y congeladores domésticos, aires acondicionados domésticos y aparatos independientes comerciales. Las regulaciones modelo incluyen el establecimiento de niveles de MEPS, así como propuestas para categorías de etiquetas y podrían aplicarse a nivel nacional con pequeños ajustes.

Nos limitamos a describir las medidas, consulte los enlaces dados para obtener más información.

A. Instrumentos normativos para promover una mayor eficiencia energética de los equipos

U4E ha realizado un extenso trabajo sobre este tema. Así, el lector a quien le interese es remitido a sus informes.

Recomendación de lectura adicional:

- Unidos por la Eficiencia (2019). Pautas de regulación modelo, aires acondicionados energéticamente eficientes y amigables con el medio ambiente (solo en inglés), https://united4efficiency.org/wp-content/uploads/2021/11/U4E_AC_Model-Regulation_EN_2021-11-08.pdf
- Unidos por la Eficiencia (2019). Información de apoyo sobre las Pautas de regulación modelo para aires acondicionados energéticamente eficientes y amigables con el medio ambiente (solo en inglés), https://united4efficiency.org/wp-content/uploads/2020/05/U4E_AC_Model-Reg-Supporting-Info_20200227.pdf
- Unidos por la Eficiencia (2019). Pautas de regulación modelo para equipos de refrigeración energéticamente eficientes y respetuosos con el medio ambiente (solo en inglés), https://united4efficiency.org/wp-content/uploads/2019/11/U4E_Refrigerators_Model-Regulation_20191029.pdf
- Unidos por la Eficiencia (2019). Información de apoyo sobre las Pautas de regulación modelo para equipos de refrigeración energéticamente eficientes y amigables con el medio ambiente (solo en inglés), https://united4efficiency.org/wp-content/uploads/2019/11/U4E_Refrigerators_Supporting-Info_20191029.pdf
- Unidos por la Eficiencia (2021). Pautas de Reglamento Modelo para Equipos de Refrigeración Comercial Energéticamente Eficientes y Amigables con el medio ambiente (solo en inglés), https://united4efficiency.org/wp-content/uploads/2021/11/U4E_CommercialRefrig_ModelRegulation_20211109.pdf
- Unidos por la Eficiencia (2021). Información de apoyo sobre las Directrices de Reglamento Modelo para Equipos de Refrigeración Comercial Energéticamente Eficientes y Amigables con el medio ambiente (solo en inglés), https://united4efficiency.org/wp-content/uploads/2021/11/U4E_CommercialRefrig_Supporting-Info_20211109.pdf

1. Introducir programas de concienciación para animar a los consumidores a elegir productos y servicios energéticamente eficientes

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Introducir programas de concienciación para animar a los consumidores a elegir productos y servicios energéticamente eficientes	Medio	Medio	Medio

Fuente: autores

Dado que los consumidores son quienes toman la decisión de inversión, deben ser conscientes de sus elecciones y de las consecuencias. Lo más necesario son las evaluaciones del costo del ciclo de vida que comparan el costo de inversión

con el costo operativo, por ejemplo, como fuente de información basada en la web. Además, el personal de las tiendas que venden aparatos debe estar al tanto del problema para ofrecer orientación calificada a los clientes.

2. Apoyar la capacitación y el desarrollo de habilidades de los técnicos de RAC para garantizar el mantenimiento adecuado de los equipos para mantener la eficiencia energética

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Apoyar la capacitación y el desarrollo de habilidades de los técnicos de RAC para garantizar el mantenimiento adecuado de los equipos para mantener la eficiencia energética	Medio	Medio	Medio

Fuente: autores

Esta medida se relaciona con el concepto QCR descrito anteriormente y pone un énfasis específico en el mantenimiento de la eficiencia energética. Las actividades incluyen la limpieza periódica de los filtros, así como la garantía de

las cargas de refrigerante adecuadas mediante verificaciones periódicas, y también pueden incluir asesoría para un ajuste de temperatura y un control del sistema eficientes.

3. Introducción de MEPS que son al menos un 10% más bajos que los umbrales U4E

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Introducción de MEPS que son al menos un 10% más bajos que los umbrales U4E	Medio	Medio	Medio

Fuente: autores

Se reconoce que el umbral de MEPS propuesto por U4E, aunque está bien justificado con las tendencias de los estándares mínimos de desempeño dentro de los países exportadores de aparatos, es muy ambicioso para muchos países.

Por lo tanto, se propone la medida de ambición media para apuntar a un nivel de MEPS algo más bajo que el propuesto por U4E. Sin embargo, esto solo debe verse como un objetivo intermedio en el camino hacia la adopción de MEPS altamente ambiciosos.

4. MEPS basado en la eficiencia energética estacional (SEER o CSPF) para aparatos de AC

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
MEPS basado en la eficiencia energética estacional (SEER o CSPF) para aparatos de AC	Medio	Medio	Medio

Fuente: autores

El problema con la elección de la métrica para MEPS es la consideración del rendimiento de carga parcial. Tradicionalmente, los aparatos de AC solo tenían un interruptor de encendido/apagado, por lo que funcionaban a toda velocidad o se apagaban. La introducción de la tecnología de tipo inverter permite que el compresor module la velocidad del compresor según las necesidades reales de refrigeración,

evitando así los frecuentes ciclos de encendido/apagado que consumen mucha energía. Sin embargo, siempre que los MEPS se determinen utilizando únicamente la eficiencia energética a una temperatura ambiente máxima definida, se penalizarán los AC de tipo inverter eficientes. El reglamento modelo de U4E propone utilizar la norma ISO 16358 como referencia para las pruebas y el cálculo del CSPF.

5. Compromiso de los fabricantes locales para cumplir con los altos requisitos de EE y cambiar a refrigerantes naturales

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Compromiso de los fabricantes locales para cumplir con los altos requisitos de EE y cambiar a refrigerantes naturales	NA	NA	Medio

Fuente: autores

Para los países del Grupo C que tienen capacidades nacionales de fabricación de equipos de refrigeración y aire acondicionado, es importante asegurarse de que esos fabricantes puedan competir con los crecientes requisitos con respecto a la eficiencia energética y también adaptarse a la reducción

gradual de HFC lo antes posible. Dado que los cambios en el diseño y, posteriormente, en el proceso de fabricación requieren mucho tiempo, es recomendable incluir tanto la eficiencia energética como el cambio a refrigerantes naturales al mismo tiempo.

6. Prohibición para importar aparatos de segunda

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Prohibición para importar aparatos de segunda	Medio	Medio	Medio

Fuente: autores

Como los equipos de segunda no suelen ser eficientes, no es recomendable permitir su importación. Además, la declaración como artículos de segunda a menudo se utiliza

indebidamente para importar desechos electrónicos. Prohibir la importación de equipos de segunda hace que sea más fácil detener la importación de desechos electrónicos.

7. Contratación pública verde limitada a aparatos con niveles de rendimiento U4E de eficiencia media

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Contratación pública verde limitada a aparatos con niveles de rendimiento U4E de eficiencia media	Medio	Medio	Medio

Fuente: autores

La contratación pública verde a menudo se denomina una medida de atracción para estimular el mercado y brindar aparatos altamente eficientes. Dado que la contratación pública a menudo requiere grandes cantidades de equipos,

también puede ayudar a reducir los costos por unidad. U4E ha publicado varias guías de compras públicas sostenibles¹⁹ y hojas de cálculo de apoyo que se utilizarán como orientación adicional.

8. Etiqueta energética o ecológica obligatoria informada por niveles U4E, incluyendo la provisión de actualización periódica

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Etiqueta energética o ecológica obligatoria informada por niveles U4E, incluyendo la provisión de actualización periódica	Medio	Medio	Medio

Fuente: autores

¹⁹ <https://united4efficiency.org/resources/green-public-procurement-technical-guidelines-and-specifications-for-energy-efficient-refrigeration-appliances/>, <https://united4efficiency.org/resources/green-public-procurement-technical-guidelines-and-specifications-for-energy-efficient-air-conditioners/>

Permitir que los consumidores elijan con conocimiento de causa se implementa mejor mediante el etiquetado obligatorio. Para mantenerse al día con el desarrollo técnico, las categorías de etiquetas deben revisarse en intervalos regulares. Cuando se introduce recientemente un esquema de etiquetas, es recomendable definir clases de etiquetas incluso por encima de la mejor tecnología disponible actual para proporcionar espacio para que el mercado se desarrolle,

como se hizo con la reciente revisión de la etiqueta energética de la UE.

Para que las etiquetas energéticas sean efectivas, deben ser ambiciosas para mostrar la diferencia entre los aparatos de baja y alta eficiencia. Por lo tanto, las clases de eficiencia recomendadas por U4E se utilizan como guía para el diseño ambicioso de clases de energía.

9. MEPS en grado de eficiencia media U4E para 2025

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
MEPS en grado de eficiencia media U4E para 2025	Alto	Alto	Alto

Fuente: autores

A medida que la eficiencia energética mejora con el tiempo, es importante que los MEPS sigan este desarrollo. Idealmente, un enfoque escalonado establece los niveles futuros

de MEPS ya hoy, de modo que el mercado tenga tiempo para la transición. Como ambición alta, el nivel medio actual se puede establecer como mínimo en futuros pasos de fortalecimiento, es decir, en 2025.

10. Compra pública verde para promover la disponibilidad de equipos altamente eficientes que utilicen refrigerantes naturales

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Compra pública verde para promover la disponibilidad de equipos altamente eficientes que utilicen refrigerantes naturales	Alto	Alto	Alto

Fuente: autores

Además de la medida de ambición media sobre eficiencia energética, esta medida de ambición alta también requiere que el refrigerante sea uno natural, es decir, R290, R600a,

R744, R717, etc. Dado que la disponibilidad en algunas categorías de equipos sigue siendo un desafío, esto es considerado como una gran ambición.

11. Regulación/requisito para que los fabricantes locales cumplan con altos requisitos de EE

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Regulación/requisito para que los fabricantes locales cumplan con altos requisitos de EE	NA	NA	Alto

Fuente: autores

Para los países que tienen fabricantes nacionales de aparatos, es importante permitirles mantenerse al día con los desarrollos internacionales y cumplir con los requisitos de fortalecimiento. Promover la fabricación nacional no solo

para mantenerse al día, sino para ofrecer equipos de alta eficiencia se considera altamente ambicioso. Esto también podría ser una ventaja económica, potencialmente abriendo mercados de exportación para aparatos de alta eficiencia.

B. Cumplimiento de la regulación de eficiencia energética

1. Confirmación de conformidad del equipo

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Confirmación ad hoc de la conformidad (pruebas puntuales/de verificación) de los equipos para garantizar la conformidad de los productos	Medio	Medio	Medio
Confirmación periódica de la conformidad (pruebas puntuales/de verificación) de los equipos para garantizar la conformidad de los productos, incluida la imposición de sanciones en caso de incumplimiento	Alto	Alto	Alto

Fuente: autores

La confirmación de conformidad de los equipos se refiere a los pasos que deben seguir los proveedores y otras partes interesadas relevantes para garantizar que los productos cumplan con los requisitos de eficiencia energética antes de comercializarlos. Estos requisitos deben especificarse para cada producto regulado y deben incluirse en una legislación vigente. Un procedimiento de confirmación de la conformidad claro y factible incluye instrucciones para los proveedores y brinda requisitos claros y prácticos. La implementación de requisitos poco realistas o irrazonables aumenta el riesgo de incumplimiento incluso cuando las partes interesadas del mercado pretenden seguir la legislación pertinente (U4E 2021b).

Dentro del procedimiento de confirmación de la conformidad, se pueden realizar algunos procesos adicionales, como la verificación de la conformidad, para verificar que los productos ya comercializados se ajustan a los requisitos reglamentarios más relevantes. Este proceso es útil para evitar que algunos proveedores introduzcan productos que no cumplen con dichos requisitos, asegurando en última instancia el impacto previsto de las normas de eficiencia energética. Los pasos relacionados con la verificación de la conformidad incluyen la inspección de la documentación, las inspecciones visuales, las inspecciones en la tienda y en línea, las pruebas de verificación, los costos de las actividades de verificación y la detección de riesgos (U4E 2021b).

La inspección de documentación está dirigida a la revisión de documentos en un sistema de registro de productos (consulte el Anexo II.B.2). En caso de que no exista un sistema de registro del producto, la parte que coloque el producto deberá proporcionar la documentación, como el código de identificación del modelo y la marca, una lista de productos equivalentes, características técnicas que incluyan el consumo de energía, informes de pruebas de eficiencia energética, detalles del refrigerante y agente espumante, entre otros, a una Autoridad de Vigilancia del Mercado (AVM).

La inspección visual realizada por la AVM está destinada a verificar si el producto cumple con los requisitos reglamentarios y determinar si se requiere una evaluación de verificación adicional. Esto puede ocurrir en el caso de que el producto presente defectos o discrepancias técnicas.

Las inspecciones en la tienda y en línea están destinadas a verificar que las etiquetas energéticas se muestren de manera adecuada en los puntos de venta y verificar que la información de los productos sea precisa con la categoría de la etiqueta.

La prueba de verificación es un paso crucial para determinar la conformidad de un producto y debe ser variada por un laboratorio imparcial que opere bajo contrato. Este paso permite identificar productos que tienen riesgo de incumplimiento.

El costo de las actividades de verificación se relaciona con las acciones que la AVM puede implementar para garantizar que las pruebas de verificación se lleven a cabo junto con la provisión de los costos relacionados con las mismas. U4E reveló los costos de laboratorio y operativos de realizar las pruebas de verificación para refrigeradores domésticos:

Tabla 25: Costos de laboratorio y operativos de las pruebas de verificación para refrigeradores domésticos

Categoría de costos	Estimación baja (USD)	Estimación alta (USD)	Descripción
Costos de Capital			
Equipamiento específico para refrigeradores	\$252,000	\$602,000	Cámara de pruebas para varias unidades, sistema de tratamiento del aire, chiller, equipo de control y medición, cargas de prueba y acondicionamiento, software.
Equipamiento genérico (usualmente de segunda mano)	\$3,000	\$5,000	Estabilizador de voltaje, controles de temperatura ambiente, medidores y sensores
Acreditación	\$5,000		To ISO 17025
Ensayos entre laboratorios	\$5,000		Para calibrar la competencia
Costos Operativos			
Personal	2		Mínimo de técnicos capacitados
Espacio	50m ²		Espacio mínimo requerido
Calibración y mantenimiento de equipos	\$2,000		Estimación de los costos anuales
Desarrollo de capacidades, formación del personal, reacreditación de laboratorios, recertificación	\$2,000		Estimación de los costos anuales

Fuente: U4E 2021b

El tamizaje de riesgos se refiere a apoyar estrategias que permitan que las acciones y procesos de verificación alcancen el máximo cumplimiento dentro del presupuesto disponible para tales fines. Una acción dentro de este paso es apuntar y probar productos que tienen un mayor riesgo de incumplimiento en lugar de probar todos los productos que se lanzarán al mercado (U4E 2021b).

Un ejemplo de la implementación y aplicación de MEPS lo demuestra el estudio sobre la regulación de eficiencia energética para equipos que consumen energía en Europa desarrollado por Navigant Consulting Europe. Según el estudio, la situación institucional promedio para el etiquetado energético y las directivas de diseño ecológico es la siguiente (Waide et al. 2021):

Figura 15: Situación Institucional Típica para Actividades de MV&E bajo las Directivas de Etiquetado Energético y Ecodiseño



Fuente: Waide et al. 2021

Los principales obstáculos para mejorar el cumplimiento por parte de los Estados miembros en la aplicación de estas estrategias son la financiación y la capacidad inadecuadas de las instituciones responsables de llevar a cabo las actividades de seguimiento, verificación y aplicación; sanciones débiles por

incumplimiento; falta de transparencia relacionada con las actividades de cumplimiento; y la falta de conciencia entre los consumidores (lo que es aceptado por los fabricantes y minoristas, ya que esto reduciría la posibilidad de que sean “avergonzados” públicamente (Waide et al. 2021).

2. Sistema de registro de productos para implementar y monitorear los MEPS

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Sistema de registro de producto para implementar y monitorear los MEPS (incl. la EE e información del refrigerante de los aparatos importados) incluida la imposición de sanciones en caso de incumplimiento	Alto	Alto	Alto

Fuente: autores

Como se explica en la sección I.G. Seguimiento y MRV del uso y las emisiones de HFC, el sistema de registro de productos sirve para realizar un seguimiento de la importación y venta de equipos de refrigeración (principalmente productos masivos como refrigeradores domésticos, aire acondicionado doméstico y equipos de refrigeración comerciales). El

requisito de indicar EER y SEER apoya el monitoreo del desempeño de eficiencia energética del equipo que se comercializa y ayuda a implementar y hacer cumplir las regulaciones de eficiencia energética (MEPS) existentes. En caso de incumplimiento de los MEPS, es recomendable imponer sanciones para fortalecer la aplicación.

C. Instrumentos financieros para apoyar una mayor eficiencia energética de los equipos

1. Impuesto a la electricidad

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Impuesto de electricidad <20% del precio de la electricidad	Medio	Medio	Medio
Impuesto de electricidad >20% del precio de la electricidad	Alto	Alto	Alto

Fuente: autores

Los impuestos a la electricidad son un instrumento de dirección que ayuda a gestionar la demanda. Cuanto mayor sea el impuesto, mayor será el incentivo para cambiar a aparatos de bajo consumo. Por supuesto, esto es aplicable a una amplia gama de aparatos eléctricos. Pero especialmente en países donde la refrigeración de espacios representa una gran parte de la factura eléctrica mensual o anual, dicho

impuesto puede ser una herramienta eficaz para reducir el consumo de electricidad a través de aparatos más eficientes. Según el nivel del impuesto en comparación con el precio de la electricidad, la medida puede clasificarse como de ambición media (<20% del precio de la electricidad) o alta (>20% del precio de la electricidad).

2. Incentivo financiero (p. ej., reembolsos, préstamos, planes de financiación en la factura, programas de intercambio nuevos para antiguos, etc.)

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Incentivo financiero (p. ej., reembolsos, préstamos, planes de financiación en la factura, programas de intercambio nuevos para antiguos, etc.) <20% del costo de los equipos, para fomentar la compra de equipos RAC altamente eficientes	Medio	Medio	Medio
Incentivo financiero (Ej., descuentos, préstamos, esquemas de financiamiento de facturas, programas de intercambio "nuevo por viejo", etc.), >20% del costo de los equipos, para fomentar la compra de equipos RAC altamente eficientes	Alto	Alto	Alto

Fuente: autores

Otra opción para alentar o acelerar el cambio a aparatos de bajo consumo es ofrecer incentivos financieros, como subsidios o préstamos con condiciones más favorables (por ejemplo, tasas de interés muy bajas). Tales medidas ayudan a superar la barrera del costo que existe en la mayoría de los casos de equipos RAC de alta eficiencia energética. Al ofrecer incentivos financieros que reducen el precio del aparato, el costo de inversión inicial y, en consecuencia, los períodos de amortización pueden reducirse significativamente. Hay una variedad de formas para diseñar dichos incentivos financieros. Estos incluyen, pero no se limitan a:

- Subsidios
- Reembolsos
- Préstamos
- Esquemas de financiación en la factura o en el salario
- Programas de intercambio de viejos por nuevos

Cuanto mayor sea el apoyo financiero, más ambiciosa puede ser la medida de mitigación.

3. Subsidio del programa de I+D para desarrollar soluciones tecnológicas de mayor rendimiento

Instrumento de política	Nivel de ambición		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Subsidio del programa de I+D para desarrollar soluciones tecnológicas de mayor rendimiento, <50% de los costos	Medio	Medio	Medio
Subsidio del programa de I+D para desarrollar soluciones tecnológicas de mayor rendimiento, >50% de los costos	Alto	Alto	Alto

Fuente: autores

Para apoyar la transición a aparatos más eficientes desde el punto de vista energético también desde el lado de la oferta, existe la posibilidad de promover a los fabricantes mediante el apoyo financiero de programas específicos de I+D. Los subsidios que están dirigidos a dichos programas que

apunten a desarrollar soluciones tecnológicas de mayor rendimiento pueden variar, dependiendo del subsector objetivo respectivamente del equipo. Si se apoya financieramente más de la mitad de los costos de I+D, la medida es considerada muy ambiciosa.

III. El sector de la refrigeración en el contexto internacional

En cuanto a las reducciones de emisiones generadas por los dos regímenes, la EK y el AP, hay dos aspectos metodológicos importantes a considerar. En primer lugar, la EK establece una ruta de reducción de HFC basada en líneas de base nacionales y con un objetivo final de reducción del consumo y la producción de HFC entre el 80 y el 85%, dependiendo de si el país es Parte del artículo 5 o no. La [Tabla 26](#) presenta el cronograma de reducción paulatina para los países del Artículo 5.

Tabla 26: Descripción general del cronograma de reducción gradual de EK HFC para los Grupos 1 y 2 del art. 5 fiestas

	Art. 5 Grupo 1 ²⁰	Art. 5 Grupo 2 ²¹
Años iniciales	2020 – 2022	2024-2026
Cálculo de referencia	Promedio de producción y consumo de HFC en 2020-2022 + 65% de HCFC inicial	Promedio de producción y consumo de HFC en 2024-2026 + 65% de HCFC inicial
Año de congelación	2024	2028
Fase de Reducción 1	2029 – 10%	2032 – 10%
Fase de Reducción 2	2035 – 30%	2037 – 20%
Fase de Reducción 3	2040 – 50%	2042 – 30%
Fase de Reducción 4	2045 – 80%	2047 – 85%

Fuente: GIZ 2021

Para una parte del Art. 5, el primer paso de reducción de HFC del 10% tendrá lugar en 2029, seguido de una reducción del 30% en 2035, 50% en 2040 y 80% en 2045. Es importante considerar el paso inicial porque este es el punto donde las reducciones reales de emisiones comienzan a manifestarse. La línea de base contra la cual se medirá la reducción consta de dos componentes (GIZ 2021e):

1. **El consumo (y la producción) promedio de HFC** durante el período de tres años, como se muestra en la [Tabla 26](#).
2. **El componente HCFC:** un equivalente al 65% de la línea de base de producción y consumo de HCFC, establecida en base a los niveles de 2009–2010. production and consumption baseline, established based on 2009–2010 levels.

El componente de HCFC puede tener un impacto significativo en la línea de base de HFC en comparación con los niveles realistas habituales de consumo y emisión de HFC (BAU). La razón detrás de esto es que varios países lograron lograr reducciones de HCFC mayores que el 65% exigido por el calendario de eliminación de HCFC y, por lo tanto, esperado para 2020.

Por lo tanto, el uso del componente HCFC probablemente afecte la línea de base de algunos de esos países que lograron reducciones aceleradas de HCFC en el pasado. Para ellos, sería crucial ajustar y calcular una línea de base que se base en una ruta de emisiones BAU realista, en el caso de que la ruta EK conduzca a sobreestimaciones en la línea de base, lo que comúnmente se conoce como "aire caliente" si los países dicen tener una reducción de emisiones que no es real (GIZ 2021e).

Además, es relevante comprender la diferencia entre los enfoques contables entre la EK al PM y el AP. La EK considera exclusivamente los niveles de producción y consumo de HFC ignorando el momento en el que realmente se produce la emisión. Esto significa que, según la EK, los países contabilizan **las emisiones potenciales** en función del valor PCG del refrigerante relevante. Según el AP, los países informan las emisiones de HFC teniendo en cuenta el ciclo de vida de los equipos de refrigeración y los factores de emisión que se relacionan con las fugas de refrigerante a lo largo del tiempo durante el funcionamiento del equipo y en el punto de eliminación. Por lo tanto, las emisiones reportadas bajo el AP se consideran **emisiones reales**.

20 Países del Artículo 5, Grupo 1: la mayoría de los países del Artículo 5, excepto las Partes que forman parte del Grupo 2 (ver más abajo)

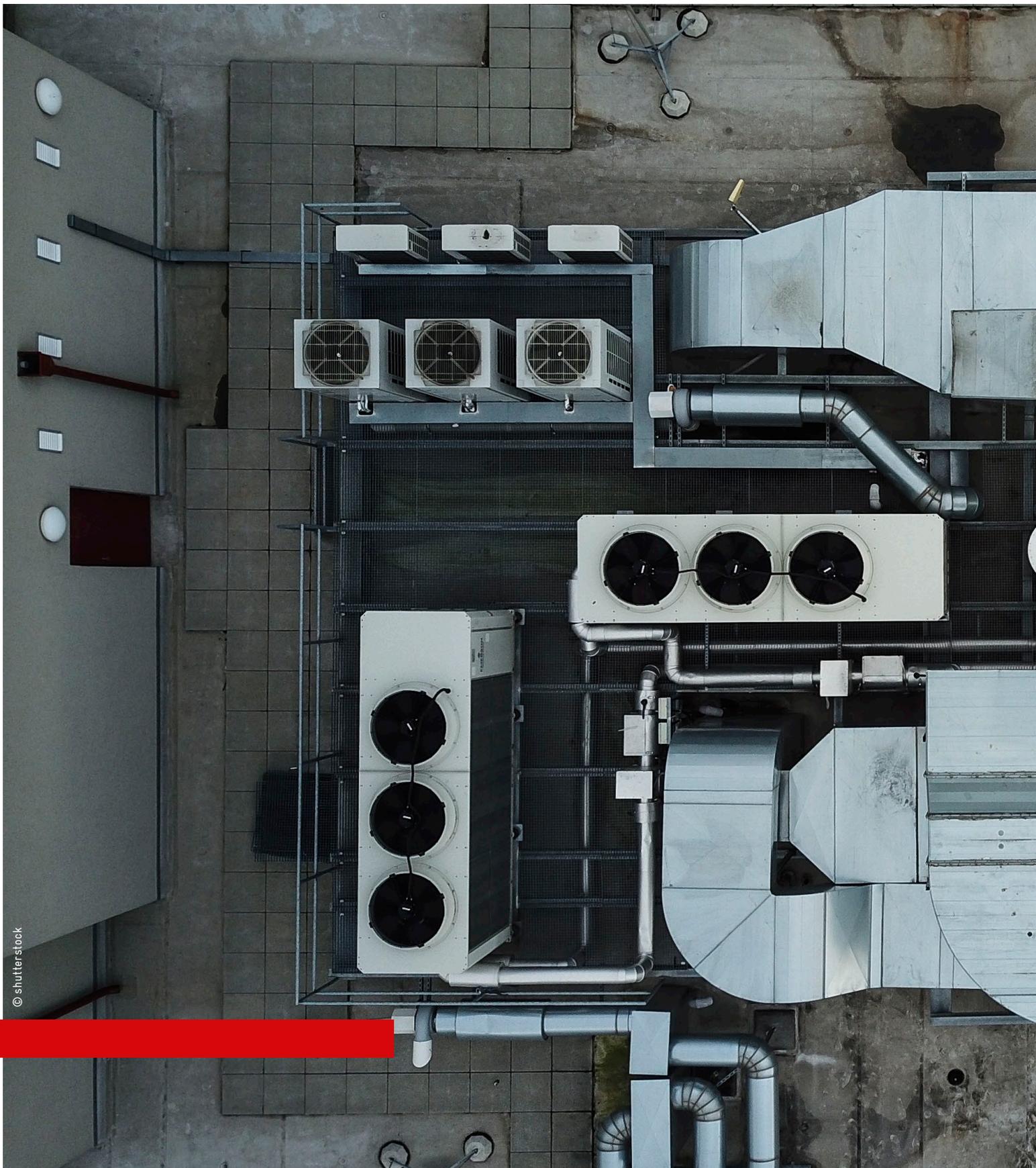
21 Países del Artículo 5, Grupo 2: Bahréin, India, Irán, Irak, Kuwait, Omán, Pakistán, Qatar, Arabia Saudita, Emiratos Árabes Unidos

Referencias (solo en inglés)

- BMUV (2022).** Energy and Environment Councils set the course for a climate-neutral European economy, <https://www.bmuv.de/en/pressrelease/energy-and-environment-councils-set-the-course-for-a-climate-neutral-european-economy>
- Danish EPA (2019).** Danish consumption and emission of F-gases, <https://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2019/03/978-87-7038-051-5.pdf>
- Department of Energy of the United States (n.d.).** About the appliance and equipment standards program, <https://www.energy.gov/eere/buildings/about-appliance-and-equipment-standards-program>
- Department of the Environment and Energy of Australia (2016).** Emissions reduction options for synthetic greenhouse gases, <https://www.awe.gov.au/sites/default/files/documents/ris-sgg-emissions-reduction-options.pdf>
- EPA (2022).** Significant New Alternatives Policy (SNAP) Program, <https://www.epa.gov/snap>
- Espelage, A., Weldner, K., Censkowsky, P., Michaelowa, A., Hoch, S., Singh, A., Wawrzynowicz, I., Emanu, Nsikan, N., Sfeir, J., Greiner, S. (2022).** Blueprint for Article 6 Readiness in member countries of the West African Alliance, https://www.perspectives.cc/publicfileadmin/user_upload/Blueprint_FINAL.pdf
- European Environmental Agency (2021).** Fluorinated greenhouse gases 2021, <https://www.eea.europa.eu/publications/fluorinated-greenhouse-gases-2021/fluorinated-greenhouse-gases-2021-annex>
- European Parliament and the Council of the European Union (2014).** Regulation No. 517/2014 on fluorinated greenhouse gases and repealing regulation No 842/2006.
- FIRECE (2018).** Guidelines on financial instruments to support the implementation of energy plans, <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/FIRECE-D.T1.5.2-Guidelines.pdf>
- GCI (2013a).** Green Cooling Initiative, <https://www.green-cooling-initiative.org/country-data#!total-emissions/all-sectors/absolute>
- GIZ (2013b).** Heubes, J., & Papst, I.: NAMAs in the refrigeration, air conditioning and foam sectors. A technical handbook. Module 1 Inventory, https://www.green-cooling-initiative.org/fileadmin/user_upload/giz2014-en-NAMA-Handbook-Module-1_WEB.pdf
- GIZ (2014).** Gloël, J., Oppelt, D., Becker, C., Heubes, J., & Papst, I.: Green Cooling Technologies - Market trends in selected refrigeration and air conditioning subsectors, <https://courses.edx.org/c4x/DelftX/RI101x/asset/GIZGreenCoolingInitiativeMarketTrends2014.pdf>
- GIZ (2016).** Becker C., Usinger, J., Papst I., Heubes, J., Oppelt, D., Röser, F., Munzinger, P., Andres, D., Boos D.: Advancing nationally determined contributions (NDCs) through climate-friendly refrigeration and air conditioning. Guidance for policymakers, https://www.green-cooling-initiative.org/fileadmin/Publications/2016_C4_Advancing_ndcs_climate_friendly_rac.pdf
- GIZ (2017).** Papst, I.: Global banks of ozone depleting substances. A country-level estimate, <https://www.giz.de/en/downloads/giz2017-en-ods-banks-methodology.pdf>
- GIZ (2018a).** Becker, C., & Kurdziel, M.-J.: Non-state action towards climate-friendly and energy-efficient cooling, https://www.green-cooling-initiative.org/fileadmin/Publications/2018_Green_Cooling_Initiative_Non-state-action.pdf
- GIZ (2018b).** Kanakakumar, V., Oppelt, D., Mischel, S., Becker, L., & Munzinger, P.: Cost, energy and climate performance assessment of Split Air Conditioners.
- GIZ (2021a).** Kahlen, L., Moie, J., Munzinger, P., & Teutsch, L.: Green Cooling in Public Procurement. How to advance the procurement of climate-friendly and energy efficient air conditioners in the public sector, https://www.green-cooling-initiative.org/fileadmin/user_upload/GIZ_Proklima_Green_Cooling_in_Public_Procurement_final.pdf
- GIZ (2021b).** Kotin-Förster, S., Gloel, J., Papst, I., & Oppelt, D.: Measurement, Reporting & Verification (MRV) in practice, https://www.green-cooling-initiative.org/fileadmin/Publications/GIZ2021_Measurement_Reporting_Verification_MRV_Handbook.pdf
- GIZ (2021c).** Laßmann, D., & Michaelowa, A.: Green Cooling in updated NDCs – Are we embarking on an ambitious path or a journey into a cooling crisis? How to achieve more ambition with Green Cooling approaches, https://www.green-cooling-initiative.org/fileadmin/Publications/GIZ__2021_-_Green_Cooling_in_updated_NDCs.pdf

- GIZ (2021d).** Michaelowa, A., Laßmann, D., Espelage, A., Feige, S., & Moreno, L.: Baseline and monitoring methodologies for HFC mitigation action. MRV standardisation and streamlining as well as accounting of HFC mitigation – including energy efficiency improvement – under the Kigali Amendment and Paris Agreement, https://www.green-cooling-initiative.org/fileadmin/Publications/GIZ__2021v2_-_Baseline_and_monitoring_methodologies_for_HFC_mitigation_action.pdf
- GIZ (2021e).** Michaelowa, A., Laßmann, D., Espelage, A., Feige, S., & Moreno, L.: The “HCFC adder” in the Kigali Amendment baseline calculation. Risks to environmental integrity of the Paris Agreement, https://www.green-cooling-initiative.org/fileadmin/Publications/giz2021_HCFC_Adder_in_the_Kigali_Amendment_baseline_calculation.pdf
- Global Alliance for the Future of Food (2022).** Untapped opportunities for climate action: an assessment of food systems in Nationally Determined Contributions, https://www.bosch-stiftung.de/sites/default/files/documents/2022-03/NDC_Country%20Assessments_EU.pdf
- Grubb, M., Crawford-Brown, D., Neuhoﬀ, K., Schanes, K., Hawkins, S., & Poncia, A. (2020).** Consumption-oriented policy instruments for fostering greenhouse gas mitigation. *Climate Policy*, 20(sup1), p. 58–73. <https://doi.org/10.1080/14693062.2020.1730151>
- GSA Federal Acquisition Service (2013).** Significant New Alternatives Policy, protecting the earth’s ozone layer, <https://www.michaeldbaker.com/wp-content/uploads/2014/01/GSA-SNAP-Factsheet-091213.pdf>
- Hawken, P. (Ed.). (2017).** Drawdown.
- Höglund-Isaksson, L., Purohit, P., Amann, M., Bertok, I., Rafaj, P., Schöpp, W., & Borken-Kleefeld, J. (2017).** Cost estimates of the Kigali Amendment to phase-down hydrofluorocarbons. *Environmental Science and Policy*, <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.05.006>
- Crosby, I. (2018).** Chilling prospects: Providing sustainable cooling for all. 71. https://www.seforall.org/sites/default/files/SEforALL_CoolingForAll-Report_0.pdf
- IEA (2018).** The Future of Cooling. Opportunities for energy-efficient air conditioning, https://webstore.iea.org/download/direct/1036?fileName=The_Future_of_Cooling.pdf
- IEA (2020).** Implementing Effective Emissions Trading Systems. Lessons from international experiences, <https://www.iea.org/reports/implementing-effective-emissions-trading-systems>
- IGSD & UN Environment (2020).** Buyers Club Handbook. January 2020 Update, <http://www.igsd.org/wp-content/uploads/2020/07/Buyers-Club-Handbook-Jan2020.pdf>
- IPCC (2006).** 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.
- K-CEP (2019).** Principles for national cooling plans, <https://www.k-cep.org/wp-content/uploads/2019/04/Principles-for-National-Cooling-Plans.pdf>
- Kumar, S., Sachar, S., George, G., & Goenka, A. (2021).** Holistic methodology for developing a national cooling action plan.
- Pardo, F., Gutiérrez-Hernández, S. v, Zarca, G., & Urriaga, A. (2021).** Toward the Recycling of Low-GWP Hydrofluorocarbon/Hydrofluoroolefin Refrigerant Mixtures Using Composite Ionic Liquid–Polymer Membranes. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 9(20), 7012–7021. <https://doi.org/10.1021/acsschemeng.1c00668>
- Purohit, P., Borgford-Parnell, N., Klimont, Z., & Höglund-Isaksson, L. (2022).** Achieving Paris climate goals calls for increasing ambition of the Kigali Amendment. *Nature Climate Change*, 12(4), 339–342. <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01310-y>
- Purohit, P., Höglund-Isaksson, L., Dulac, J., Shah, N., Wei, M., Rafaj, P., & Schöpp, W. (2020).** Electricity savings and greenhouse gas emission reductions from global phase-down of hydrofluorocarbons. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20(19), 11305–11327, <https://doi.org/10.5194/acp-20-11305-2020>

- Radermacher, P., Both, J., Papst, I., Gschrey, B., & Zeiger, B. (2016).** Recommendations to safety guidelines and standards for the use of natural refrigerants, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1968/publikationen/2017-01-16_leitfaden_recommendations_on_the_use_of_natural_refrigerants_en-1.pdf
- Refrigeration World (2022).** Incentives and HFC-phase down: what are the most efficacious options? <https://www.refrigerationworldnews.com/incentives-and-hfc-phase-down-what-are-the-most-efficacious-options/>
- Republic of Seychelles (2021a).** Environment Protection (Environmental Levies) (Amendment) Regulations, 2021, S.I. 9 of 2021.
- Republic of Seychelles (2021b).** Value Added Tax (Amendment of First Schedule) Regulations, 2021, p. I. 6 of 2021.
- SE4ALL (2018).** Chilling prospects: Providing sustainable cooling for all, https://www.seforall.org/sites/default/files/SEforALL_CoolingForAll-Report_0.pdf
- SE4ALL (2022).** Chilling Prospects: Tracking Sustainable Cooling for All 2022, <https://www.seforall.org/chilling-prospects-2022>
- Shakti Foundation (2017).** Promoting low-GWP refrigerants through public procurement, policy brief, <https://shaktifoundation.in/wp-content/uploads/2014/02/CEEW-Procuring-Low-GWP-Refrigerants-through-Public-Procurement-5Oct17.pdf>
- Stausholm, T. (2020).** Denmark plans increase in HFC tax as leading F-gas phase-down continues, <https://accelerate24.news/regions/europe/denmark-plans-increase-in-hfc-tax-as-leading-f-gas-phase-down-continues/2020/>
- Thailand RAC NAMA (n.d.).** RAC NAMA Fund, <https://racnama.org/racnama-fund/>
- UN (1989).** Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer, Montreal
- United for Efficiency Initiative (U4E) (2019a).** Accelerating the global adaptation of energy-efficient and climate-friendly air conditioners, https://united4efficiency.org/wp-content/uploads/2021/11/U4E_AC_Model-Regulation_EN_2021-11-08.pdf
- United for Efficiency Initiative (U4E) (2019b).** Model regulation guidelines for energy-efficient and climate-friendly refrigerating appliances, <https://united4efficiency.org/resources/model-regulation-guidelines-for-energy-efficient-and-climate-friendly-refrigerating-appliances/>
- United for Efficiency Initiative (U4E) (2021a).** Energy-efficient and climate-friendly commercial refrigeration equipment, https://united4efficiency.org/wp-content/uploads/2021/11/U4E_CommercialRefrig_ModelRegulation_20211109.pdf
- United for Efficiency Initiative (U4E) (2021b).** Ensuring compliance with MEPS and energy labels, <https://united4efficiency.org/wp-content/uploads/2021/01/U4E-Compliance-Guidance-20210115.pdf>
- Waide, P., Watson, R., Eide, A., & Scholand, M. (2021).** Enforcement of energy efficiency regulations for energy consuming equipment: findings from a new European study, https://www.clasp.ngo/wp-content/uploads/2021/01/MVE_EEDAL_paper.pdf
- World Meteorological Organization, United States. National Oceanic and Atmospheric Administration, United States. National Aeronautics and Space Administration, United Nations Environment Programme, & European Commission (2018).** Scientific assessment of ozone depletion: 2018. Global Ozone Research and Monitoring Project - Report No. 58.
- Xu, Y., Zaelke, D., Velders, G. J. M., & Ramanathan, V. (2013).** The role of HFCs in mitigating 21st century climate change. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 13(12), 6083–6089. <https://doi.org/10.5194/acp-13-6083-2013>



© shutterstock

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Registered offices
Bonn and Eschborn

Dag-Hammarskjöld-Weg 1 - 5
65760 Eschborn, Germany
T +49 61 96 79-0
F +49 61 96 79-11 15

Friedrich-Ebert-Allee 36 + 40
53113 Bonn, Germany
T +49 228 44 60-0
F +49 228 44 60-17 66

E info@giz.de
I www.giz.de