



El ambiente es de todos

Minambiente

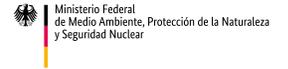


Cofinanciado por la Unión Europea



cooperación alemana
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Por encargo de:

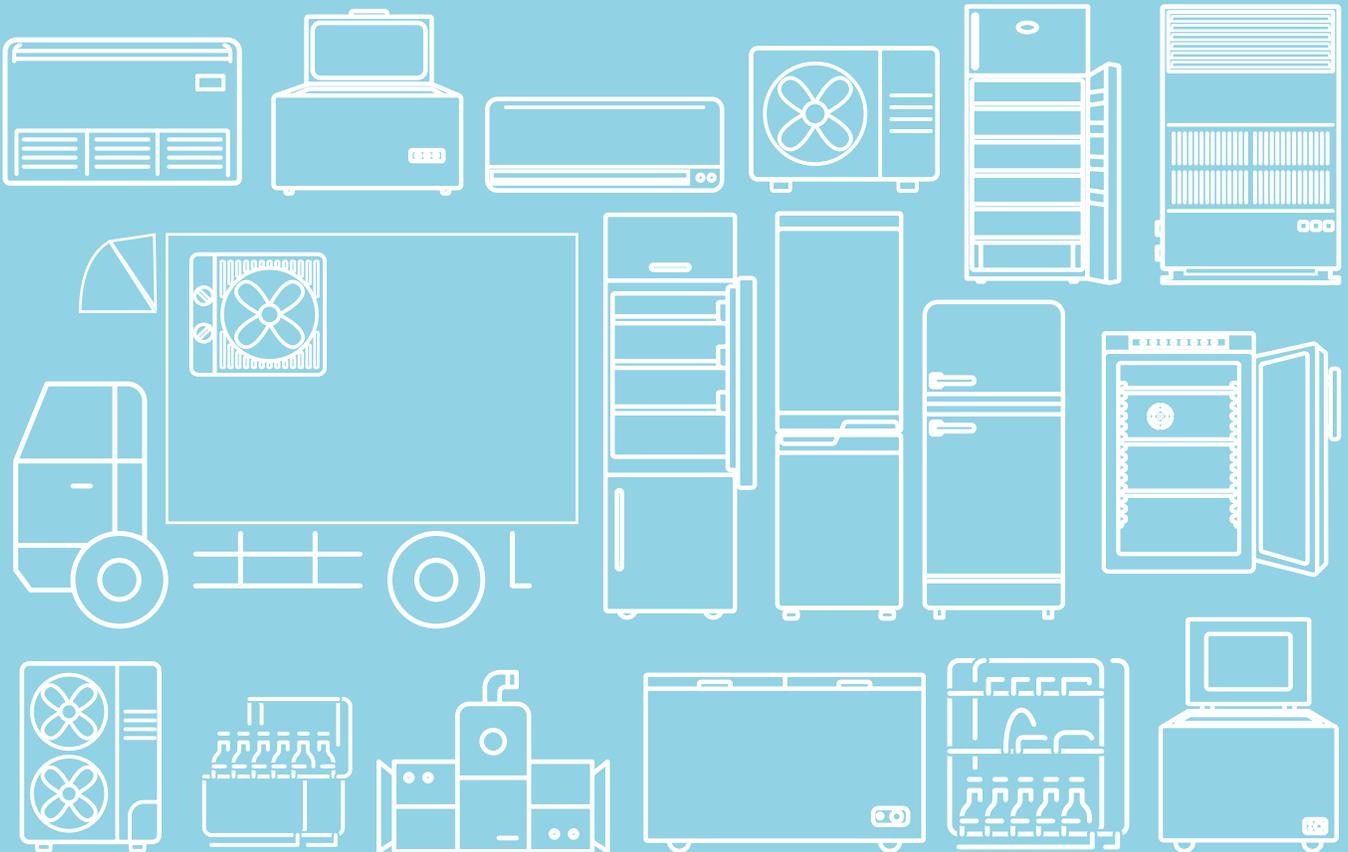


Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear
de la República Federal de Alemania

Plan Nacional para la Gestión de Bancos de

SAO/HFC

(Fase-RAC)



giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



Plan Nacional para la Gestión de Bancos de SAO/HFC

(Fase-RAC)



Como empresa federal, la GIZ asiste al Gobierno de la República Federal de Alemania en su labor para alcanzar sus objetivos en el ámbito de la cooperación internacional para el desarrollo sostenible.

Publicado por

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Domicilios de la Sociedad

Bonn y Eschborn, Alemania

Programa Proklima

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn, Alemania
T +49 61 96 79-1022

E proklima@giz.de
I www.giz.de/proklima

Proyectos

Gestión y destrucción de sustancias que agotan la capa de ozono existentes en los bancos de SAO

Una eliminación sostenible y respetuosa con el clima de las sustancias agotadoras de la capa de ozono (SPODS)

Responsables

Bernhard Siegele, Director del programa
Proklima, bernhard.siegele@giz.de

Franziska Schmittner, Gerente de proyectos Proklima,
franziska.schmittner@giz.de

Autor

Martha Cecilia Hoyos Calvete

Revisión temática

Leydy María Suárez Orozco
(*Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, PNUD*)

Nidia Mercedes Pabón Tello
(*Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, PNUD*)

María Carolina Vélez Rincón
(*GIZ Colombia*)

Revisión tipográfica y de estilo

María del Pilar Hernández Moreno

Diseño

Puntoaparte
Editores

Por encargo de

Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU)

División KI II 7 Financiación Climática Internacional, Iniciativa Internacional del Clima

11055 Berlín, Alemania

Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania (BMZ), y cofinanciado por la Unión Europea (UE)

10963 Berlín, Alemania

La presente publicación ha sido elaborada con el apoyo financiero de la Unión Europea (UE), el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) y el Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) de Alemania. Su contenido es responsabilidad exclusiva de la GIZ y de la Unidad Técnica Ozono de Colombia y no necesariamente refleja los puntos de vista de la UE, del BMZ y BMU.

© GIZ, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, 2021

© Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y divulgación de material contenido en este documento para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización del titular de los derechos de autor, siempre que se cite claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento para fines comerciales.



No comercializable – Distribución gratuita

Lugar y fecha de publicación

Bogotá, noviembre 2021

PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

Iván Duque Márquez

MINISTRO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Carlos Eduardo Correa Escaf

VICEMINISTRO DE POLÍTICAS Y NORMALIZACIÓN AMBIENTAL

Francisco Cruz Prada

DIRECTORA DE ASUNTOS AMBIENTALES SECTORIAL Y URBANA

Andrea Corzo Álvarez

UNIDAD TÉCNICA OZONO - UTO

COORDINADORA NACIONAL

Leydy María Suárez Orozco

EQUIPO TÉCNICO

Edwin Mauricio Dickson Barrera

Gabriel Felipe Martínez Romero

Maria Carolina Vélez Rincón (GIZ, Colombia)

Nidia Mercedes Pabón Tello

EQUIPO ADMINISTRATIVO

Myriam Cristina Jiménez Moreno

Oscar Mauricio Jaimes González

Catalogación en Publicación. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

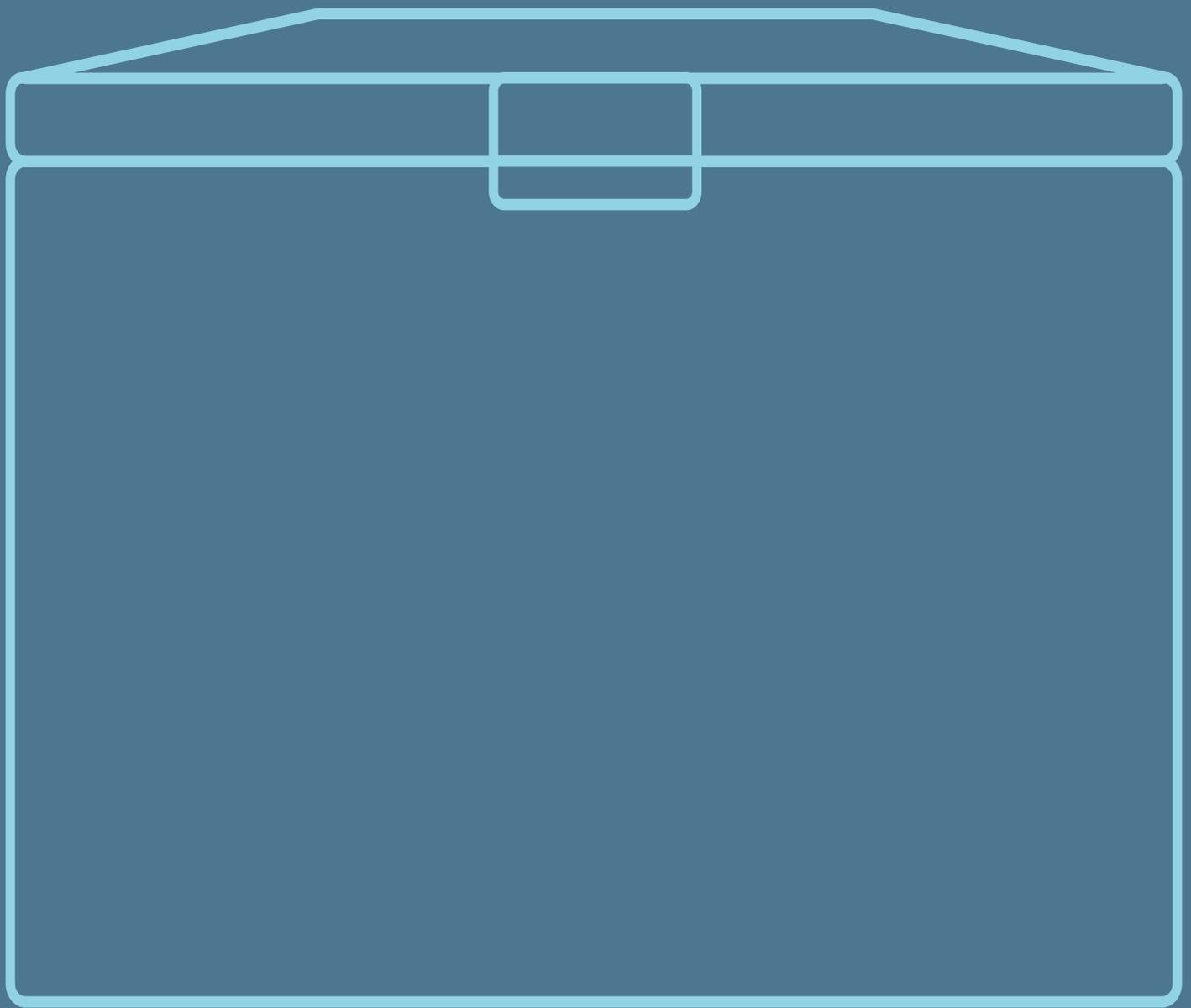
Plan Nacional para la Gestión de Bancos de SAO/HFC (Fase-RAC) [recurso electrónico] / Hoyos Calvete, Martha Cecilia. ----. Bogotá, D. C.: Colombia: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit -GIZ; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; 2021.

108 P. :il.

ISBN 978-958-8945-61-3

1. sustancias agotadoras de la capa de ozono 2. bancos de SAO 3. hidrofluorocarbono 4. sustancias químicas 5. aire acondicionado
I. Tit. II. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
III. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit -GIZ

CDD: 697



Presentación

El Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono (SAO) ha venido regulando eficazmente la producción y el consumo de SAO desde 1989. Sin embargo, se han acumulado grandes bancos de SAO a nivel mundial debido al uso histórico excesivo de estas sustancias. Las SAO están siendo continuamente liberadas a la atmósfera desde estos bancos, afectando la capa de ozono y contribuyendo al calentamiento global.

Asimismo, diversos programas y proyectos que fueron promovidos y financiados por el Protocolo de Montreal con el fin de reducir y eliminar el consumo de las SAO, dieron lugar a la reconversión voluntaria por parte de las grandes empresas a tecnologías libres de estas sustancias, pero en la mayoría de los casos, los hidrofluorocarbonos - HFC han sido introducidos como sustancias alternativas, siendo potentes gases de efecto invernadero. Por esta razón, el Protocolo de Montreal adoptó la última Enmienda de Kigali, mediante la cual se establecen los cronogramas para la reducción del consumo y la producción de los HFC.

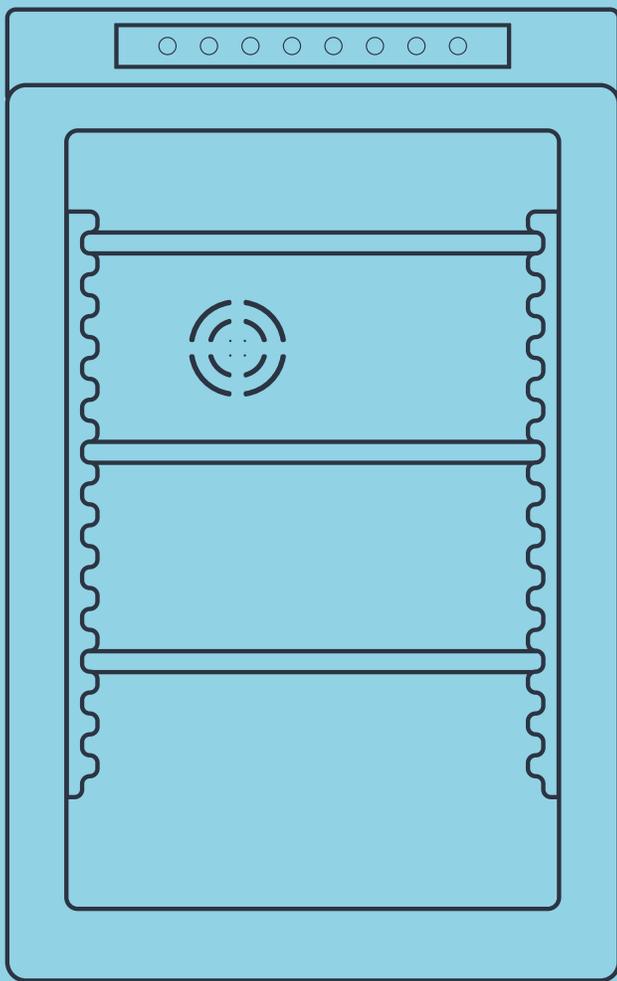
Es importante señalar que los bancos de SAO/HFC no están regulados por el Protocolo de Montreal y que su gestión ambientalmente racional, que incluye su recolección, recuperación y destrucción, representa un desafío para los países en desarrollo y requiere el diseño e implementación de una serie de acciones en el corto, mediano y largo plazo, las cuales brindarán grandes beneficios para la capa de ozono y el clima global.

Según las recomendaciones de algunas de las agencias implementadoras de los proyectos en el marco del Protocolo de Montreal, el primer paso para proponer de una manera estratégica estas acciones es la elaboración de un plan de gestión

de los bancos de estas sustancias controladas. Dicho plan debe incluir un diagnóstico de la situación actual y su proyección en un horizonte de tiempo determinado. A su vez, el plan debe establecer objetivos, metas y líneas de acción estratégicas. Con el fin de alcanzar los objetivos del plan, las líneas estratégicas que se establezcan deberán estar orientadas hacia la prevención y reducción de las liberaciones de las SAO/HFC y la recuperación o aprovechamiento y tratamiento de sus residuos de una manera ambientalmente adecuada, con metas para periodos de tiempo definidos; dichas líneas estratégicas podrán ajustarse conforme el inventario nacional de bancos de las SAO/HFC sea más preciso o acorde a las políticas nacionales, entre otros factores.

El proyecto “Gestión y destrucción de sustancias que agotan la capa de ozono existentes en los bancos de SAO” forma parte de la Iniciativa Internacional del Clima (IKI) del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) y apoya a Colombia en la gestión de bancos de SAO. Por otra parte, la iniciativa de la Unión Europea (UE) y el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania (BMZ) “Una eliminación sostenible y respetuosa con el clima de las sustancias agotadoras de la capa de ozono (SPODS, por sus siglas en inglés)” apoya al país en las nuevas medidas de mitigación de HFC incluidas en la enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal.

En el marco de estos dos proyectos, la Unidad Técnica Ozono – UTO del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el programa Proklima de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, han preparado este documento con el propósito de presentar el plan de acción estratégico para la gestión de los bancos de SAO en Colombia.



Contenido

Introducción	1
1. Justificación	5
2. Antecedentes	7
2.1 Contexto internacional	10
2.1.1 El Protocolo de Montreal y el control a la producción y consumo de SAO/HFC	10
2.1.2 Panorama global sobre usos de SAO y HFC en el sector de RAC	11
2.1.3 Problemática global de bancos de SAO/HFC, desde la perspectiva ambiental	17
2.2 Contexto nacional	23
2.2.1 Uso de SAO y HFC en el sector de RAC	23
2.2.2 Avances nacionales sobre la gestión de bancos de SAO/HFC	29
3. Marco de referencia	31
3.1 Marco conceptual	32
3.1.1 Bancos de SAO/HFC y el ciclo de vida de las sustancias	32
3.1.2 Etapas para la gestión de bancos de SAO/HFC	35
3.1.3 Jerarquía en la gestión de los residuos	37
3.1.4 Clasificación de los residuos de SAO y HFC	39
3.2 Marco de políticas	40
3.3 Marco normativo	40
3.4 Marco institucional	50

4. Diagnóstico	51
4.1 Existen liberaciones de SAO/HFC intencionales y no intencionales durante el ciclo de vida de los equipos de RAC que las contienen	52
4.2 La capacidad de recolección de residuos de SAO/HFC y de RAEE que las contienen es escasa y la infraestructura para su gestión insuficiente	54
4.3 La información disponible de equipos que contienen SAO/HFC y sobre sus residuos es limitada y presenta falencias	57
4.4 La capacidad técnica para la desinstalación de equipos de RAC que contienen SAO/HFC y la gestión de los residuos presenta falencias	58
4.5 Poca educación y conciencia ambiental de los diferentes actores relacionados con la gestión de los bancos de SAO/HFC para prevenir la liberación de estas sustancias al ambiente	59

5. Marco estratégico	61
5.1 Principios	62
5.2 Objetivos	62
5.2.1 General	62
5.2.2 Específicos	62
5.3 Líneas estratégicas	64
6. Plan de Acción	65
7. Seguimiento, evaluación y financiación del plan	70
7.1 Seguimiento y evaluación	71
7.2 Fuentes de financiación	71
Anexos	80
Anexo 1. Ejemplos de mecanismos implementados en algunos países que abordan la gestión de bancos de SAO/HFC	80
Anexo 2. Árbol de problemas y árbol de objetivos	84
Anexo 3. Avances nacionales con respecto a la gestión de los bancos de SAO/HFC	88
Referencias	98

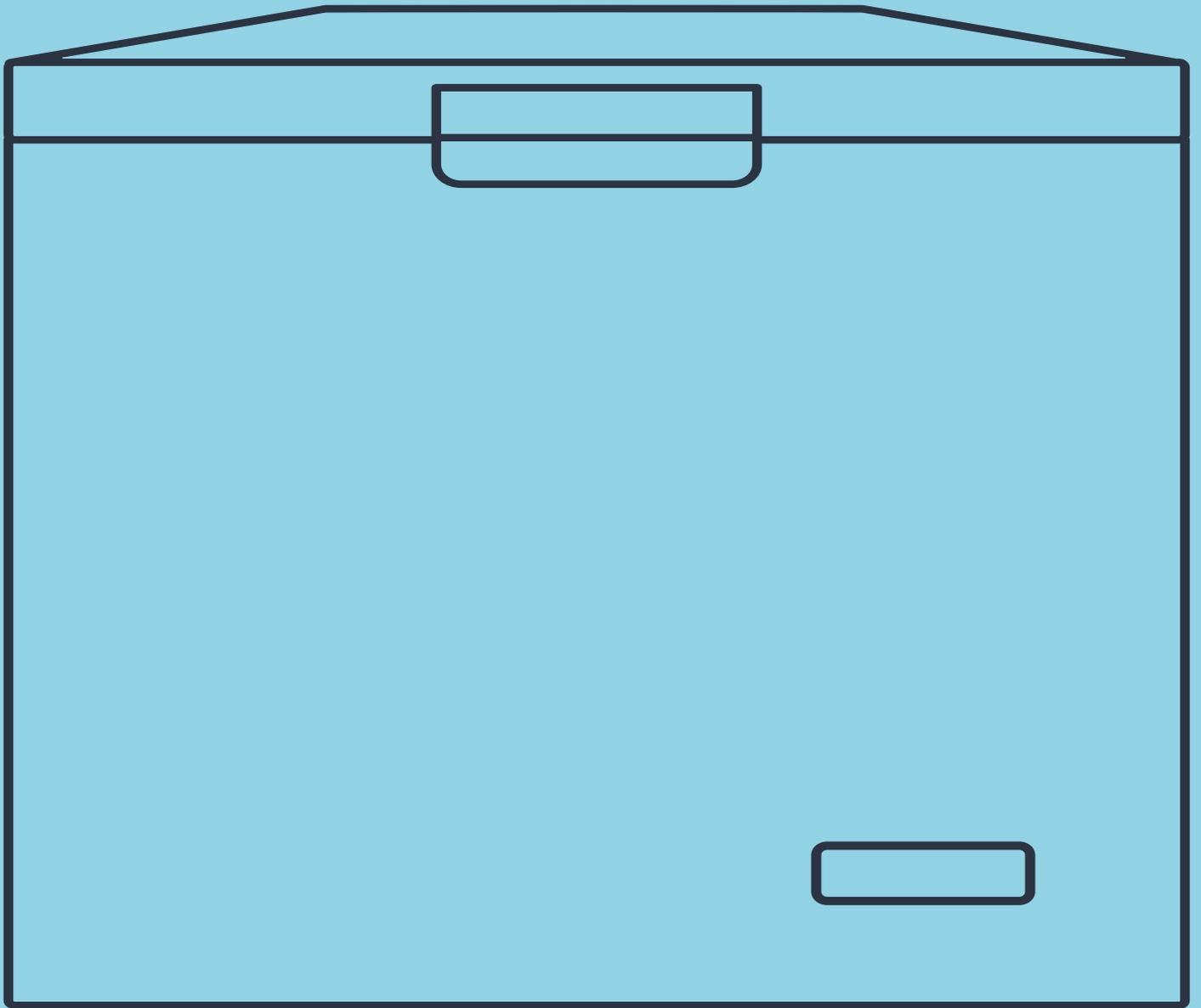
Índice de figuras

Figura 1.	Eliminación de las SAO/HFC utilizadas en el sector de RAC, en el marco del Protocolo de Montreal. Calendario de Colombia	9
Figura 2.	Hechos y cifras relevantes atribuibles al Protocolo de Montreal	13
Figura 3.	Número de aparatos de RAC en uso a nivel mundial, por sector	14
Figura 4.	Número de aparatos RAC en uso a nivel mundial y proyecciones, por sector	15
Figura 5.	Comportamiento de los bancos de SAO/HFC a nivel global	19
Figura 6.	Comportamiento del banco de SAO en países no-Artículo 5	20
Figura 7.	Principales aspectos que contribuyen a la problemática ambiental mundial de los bancos de SAO/HFC	22
Figura 8.	Equipos de refrigeración doméstica y comercial puestos en el mercado entre 2017 y 2019	24
Figura 9.	Evolución en el uso de SAO/HFC en refrigeración doméstica en Colombia	26
Figura 10.	Proyección del consumo a 2030 de equipos de refrigeración doméstica	27
Figura 11.	Proyección del consumo a 2030 de equipos de refrigeración comercial e industrial	28
Figura 12.	Proyección del consumo a 2030 de equipos transporte refrigerado	28
Figura 13.	Proyección del consumo a 2030 de equipos de aire acondicionado estacionario y móvil	30
Figura 14.	Conformación de los bancos de SAO/HFC	33
Figura 15.	Mapa de procesos de la gestión de bancos de SAO/ HFC	36
Figura 16.	Jerarquía en la gestión de residuos peligrosos	37

Figura 17.	Interacción de la Red R&R&R	92
Figura 18.	Operatividad de los centros de acopio entre 2015 y 2020	93
Figura 19.	Consumo consolidado por tipo de sustancia y proyección a 2030	95
Figura 20.	Bancos de SAO/HFC en 2015	96
Figura 21.	Disponibilidad estimada de SAO al final de la vida útil del sector RAC, asumiendo una tasa ideal de recuperación del ciento por ciento	97
Figura 22.	Disponibilidad estimada de SAO al final de la vida útil del sector RAC, asumiendo una tasa mínima de recuperación del 5 %	98

Índice de tablas

Tabla 1.	Comparativo de valores de PAO y PCG de los principales refrigerantes con usos pasados y actuales, en los sectores de refrigeración y acondicionamiento de aire	16
Tabla 2.	Clasificación de los equipos de refrigeración	25
Tabla 3.	Relación de la gestión de SAO con las políticas y estrategias nacionales	41
Tabla 4.	Normativa relacionada con la gestión de los bancos de SAO/HFC	45
Tabla 5.	Principios que orientan la gestión de bancos de SAO/HFC	63
Tabla 6.	Acciones prioritarias y sus posibles fuentes de financiación	72
Tabla 7.	Instituciones y programas que pueden ser fuentes de recursos	76

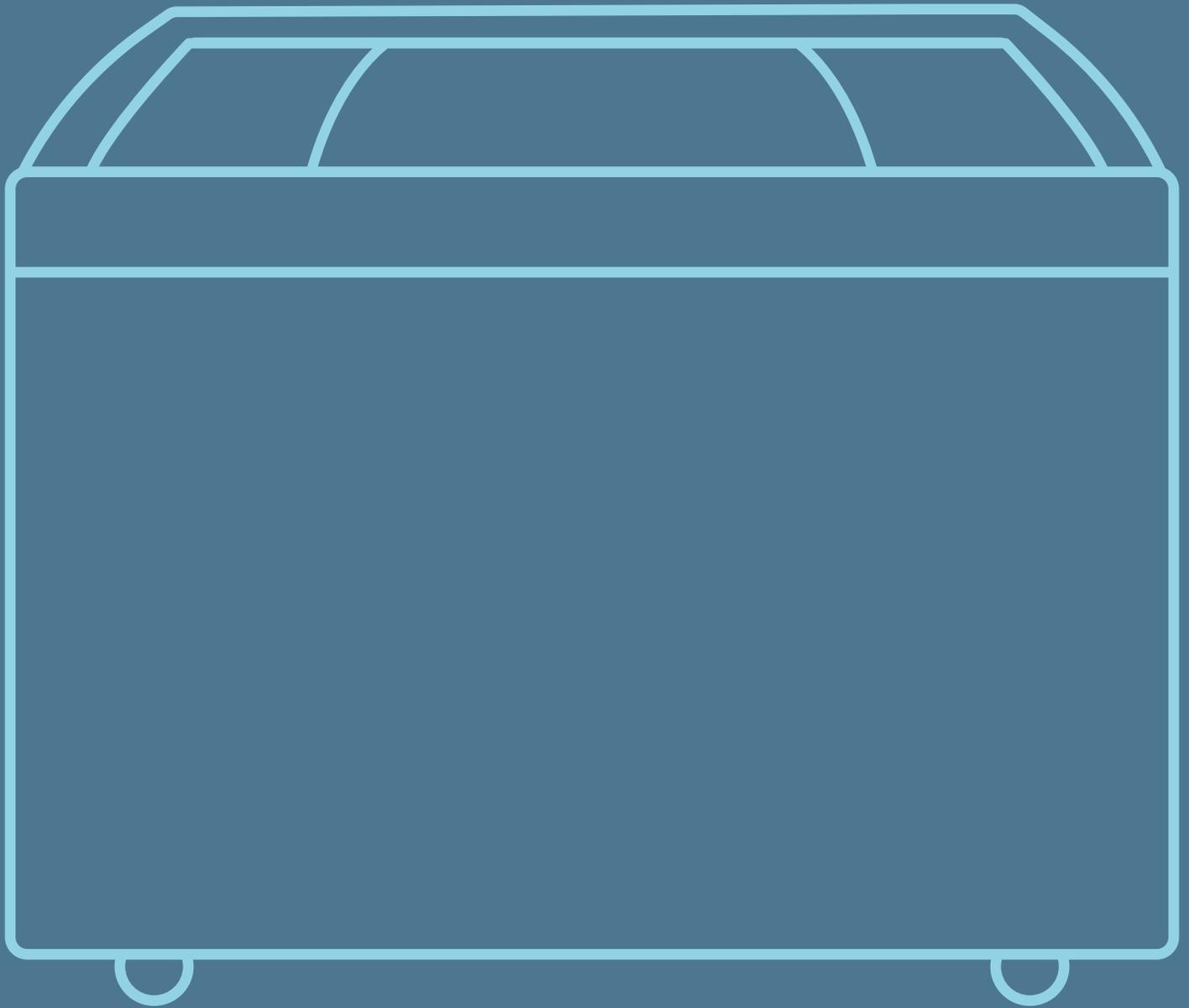


Siglas y acrónimos

ADN	Ácido desoxirribonucleico
AEE	Aparatos eléctricos y electrónicos
ANLA	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales
BAU	<i>Business as usual</i> . Escenario inercial
BMU	Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de Alemania (por sus siglas en alemán)
CAA	Acta de Aire Limpio relativa a la protección de la capa estratosférica de ozono
CAF	Banco de Desarrollo de América Latina
CE	Conformidad Europea (por sus iniciales en francés)
CFC	clorofluorocarbonos
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CO₂	dióxido de carbono
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
ENEC	Estrategia Nacional de Economía Circular
EPA	Environmental Protection Agency. Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de América
FINDETER	Banca de Desarrollo Territorial
FOMAM	Fondo Mundial para el Medio Ambiente
FVC	Fondo Verde para el Clima
GEI	gases de efecto invernadero
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH. Cooperación Alemana para el Desarrollo

HBFC	hidrobromofluorocarbono
HCFC	hidroclorofluorocarbono
HFC	hidrofluorocarbono
HFO	hidrofluoro olefina
HPMP-I	etapa I Plan de Manejo para la Eliminación del Consumo de HCFC
HPMP-II	etapa II Plan de Manejo para la Eliminación del Consumo de HCFC
IEA	Agencia Internacional de Energía
IKI	Iniciativa Internacional del Clima, por sus iniciales en alemán
INDC	Contribución Nacional Prevista, por sus iniciales en inglés
IVA	impuesto al valor agregado
IVC	inspección, vigilancia y control
K-CEP	Programa de Refrigeración Eficiente de Kigali
MDI	inhaladores de dosis medida (por sus iniciales en inglés)
MRV	sistema de monitoreo, reporte y verificación
NAMA	acción nacionalmente apropiada de mitigación
NDC	contribuciones determinadas a nivel nacional (por sus iniciales en inglés)
NSCL	Normas Sectoriales de Competencia Laboral
PAO	potencial de agotamiento de ozono
PCG	potencial de calentamiento global

PNE	Plan Nacional de Eliminación
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
Proklima	Programa para la Protección Integrada del Ozono y el Clima
R&R&R	Red de recuperación, reciclaje y regeneración de gases refrigerantes
RAC	refrigeración y acondicionamiento de aire
RAEE	residuos de aparatos eléctricos y electrónicos
REP	responsabilidad extendida del productor
RESPEL	residuos peligrosos
RETC	Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes
RPCAEE	Registro de Productores y Comercializadores de Aparatos Eléctricos y Electrónicos
RPM	Programa de manejo de refrigerantes (por sus iniciales en inglés)
SAO	sustancia agotadora de la capa de ozono
SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje
SRyG	Sistemas de recolección y gestión
SNAP	Programa de Políticas de Nuevas Alternativas Significativas (por sus iniciales en inglés)
UE	Unión Europea
UTO	Unidad Técnica Ozono
UVB	rayos ultravioleta B
VRF	flujo variante de refrigerante por sus iniciales en inglés



Introducción

El ozono es un compuesto oxigenado en estado gaseoso, sumamente escaso en la atmósfera y su presencia en la tropósfera es nociva por sus efectos oxidantes. Sin embargo, el 90 % de este gas se concentra en las capas superiores (estratósfera) entre 10 y 50 km por encima de la superficie terrestre, donde forma una barrera natural vital para el desarrollo de la vida, ya que filtra totalmente las radiaciones ultravioleta C y gran parte de las B emitidas por el sol.

Estas radiaciones afectan al ADN, causan cáncer de piel y cataratas, entre otras enfermedades. También producen alteraciones en la producción vegetal, del plancton y pesquera, disminuyen su cantidad y calidad y provocan daños a algunos materiales (por ejemplo, en las pinturas, gomas, madera, plásticos y envases empleados en la construcción), que son degradados por la radiación UVB.

El ozono se está formando y destruyendo continuamente en la estratósfera, manteniendo un equilibrio dinámico; sin embargo, las moléculas de cloro y de bromo liberadas a esas altitudes, debido a la fotólisis de ciertos hidrocarburos halogenados producidos por el hombre, actúan como catalizadores y contribuyen a que se destruya más ozono del que se forma, disminuyendo su concentración. Desde la década de los años setenta se descubrieron importantes reducciones de las concentraciones de ozono en esa capa, con especial incidencia en la zona de la Antártida, causadas por las llamadas sustancias que agotan la capa de ozono (SAO), que tienen el potencial de reaccionar con las moléculas de ozono de la atmósfera y que han sido fabricadas por el hombre para diversas aplicaciones.

El término “capa de ozono” hace referencia a la zona de mayor concentración de moléculas de ozono en la estratósfera. La capa, que tiene un grosor de 10-20 km, envuelve a todo el planeta como una burbuja y actúa como filtro contra la dañina radiación ultravioleta B producida por el sol. Una vez se destruye una molécula de ozono,

el cloro o bromo de la SAO está disponible para destruir otra más. La duración de la vida destructiva de una SAO puede extenderse entre los 100 y 400 años, dependiendo de su tipo; por consiguiente, una molécula de SAO puede destruir cientos de miles de moléculas de ozono.

Las SAO más comunes pertenecen a la familia de los clorofluorocarbonos (CFC) que empezaron a producirse en 1892 y a la familia de los hidroclo-rofluorocarbonos (HCFC), fabricados desde 1946. Se emplean como refrigerantes en los circuitos de enfriamiento de equipos de refrigeración y de acondicionamiento de aire, en la fabricación de espumas de poliuretano y poliestireno que se utilizan como aislantes, como solventes de limpieza en la industria electrónica, como propelentes en los productos en aerosol, como agentes para combatir fuego y como fumigantes para el control de plagas, entre las más conocidas.

El Protocolo de Montreal, acuerdo ambiental internacional que busca proteger la capa de ozono, ha conseguido mediante un riguroso calendario gradual la eliminación global de la producción y consumo de ciertas sustancias SAO, lo que ha ayudado a revertir los daños a la capa de ozono y a reducir las emisiones acumuladas de gases de efecto invernadero (GEI), lo cual representa claramente un beneficio ambiental adicional.

En el marco de este Protocolo, la transición de los CFC de alto potencial de agotamiento de la capa de ozono (PAO) a los HCFC intermedios con un PAO más bajo, se ha completado prácticamente en el mundo; por otro lado, muchos países optaron por buscar alternativas para estas sustancias, como los HFC que, si bien no son sustancias agotadoras de la capa de ozono, tienen altos potenciales de calentamiento global (PCG). Con la adopción en 2016 de la Enmienda de Kigali, que entró en vigor en 2019, se incluyó bajo control del Protocolo de Montreal la reducción de la producción y el consumo de los HFC debido a sus potenciales efectos climáticos. Por esta razón se trabaja en la transición hacia alternativas que tengan un nivel PAO de cero y a la vez mínimos o bajos valores de PCG.

El aumento de las temperaturas, la urbanización y el crecimiento económico han llevado a una creciente demanda de sistemas de refrigeración y acondicionamiento de aire (RAC) lo que ha generado una acumulación de existencias de SAO/HFC y de los equipos que las contienen. Estas cantidades se conocen como los “bancos de SAO/HFC”, término que hace referencia a la cantidad total de sustancias controladas por el Protocolo de Montreal contenidas en equipos, en espumas y otros productos o envases, que aún no se han liberado a la atmósfera.

Desde estos bancos se liberan a la atmósfera, de manera continua e incontrolada, cantidades de estas SAO (CFC y HCFC) y HFC que afectan la capa de ozono y contribuyen al calentamiento global. Por ello, corresponde ahora a los países realizar la gestión ambientalmente adecuada de estos bancos de SAO/HFC, de manera que se reduzcan al mínimo las liberaciones de las sustancias y se gestionen de una manera apropiada los equipos que las contienen, en las diferentes etapas de su ciclo de vida. El Protocolo de Montreal solo controla la producción y el consumo de SAO y más recientemente de HFC, no sus emisiones, es decir, que estos bancos no están regulados por el protocolo.

Lo anterior representa un desafío importante para Colombia que debe plantearse las mejores estrategias que le permitan realizar una gestión ambientalmente racional de estos bancos e involucrar de manera activa y articulada a los diferentes actores.

Desde hace aproximadamente una década, el país ha venido desarrollando diversos estudios y documentos y ha implementado acciones que han facilitado la comprensión y el análisis de la situación nacional con respecto a los bancos de SAO/HFC, que constituyen la base para la planeación de las estrategias y acciones que redunden en una gestión integral y ambientalmente conveniente de estos bancos.

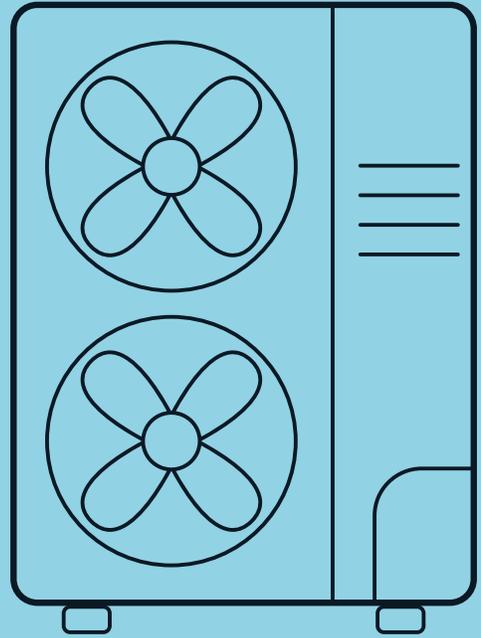
El Plan Nacional para la gestión de los bancos de SAO/HFC, que en su primera fase se enfoca en los sectores de refrigeración y de acondicionamiento de aire, por ser los de mayor consumo de esas sustancias en el país, se elaboró teniendo en cuenta:

- » Un diagnóstico sobre la situación actual de la gestión de los bancos de SAO/HFC correspondiente a los sectores de interés.
- » Las experiencias y lecciones aprendidas de los proyectos y actividades habilitadoras realizadas en el marco de la implementación nacional del Protocolo de Montreal por la Unidad Técnica Ozono del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- » El desarrollo de inventarios nacionales iniciales de sustancias SAO y HFC y de equipos de RAC que las contienen.
- » La identificación de los actores involucrados en la gestión de los bancos, en las etapas de uso, desuso y final de la vida útil de las sustancias y equipos que las contienen.
- » El marco institucional, normativo y de política vigente en el país de cara a las sustancias químicas, los residuos peligrosos y los RAAE.
- » Consultas realizadas en el país con los diferentes actores interesados para conocer las principales problemáticas que afrontan con respecto a la gestión de las SAO/HFC y los equipos de RAC.
- » Orientaciones de algunas de las agencias implementadoras de los proyectos en el marco del Protocolo de Montreal.

La información anterior se utilizó como insumo para la formulación del plan que define, acorde con seis líneas estratégicas, las acciones específicas que se emprenderán a 2030, los responsables de su ejecución y los indicadores de seguimiento.



Fotografía por richardjohnson / Shutterstock.com



Justificación

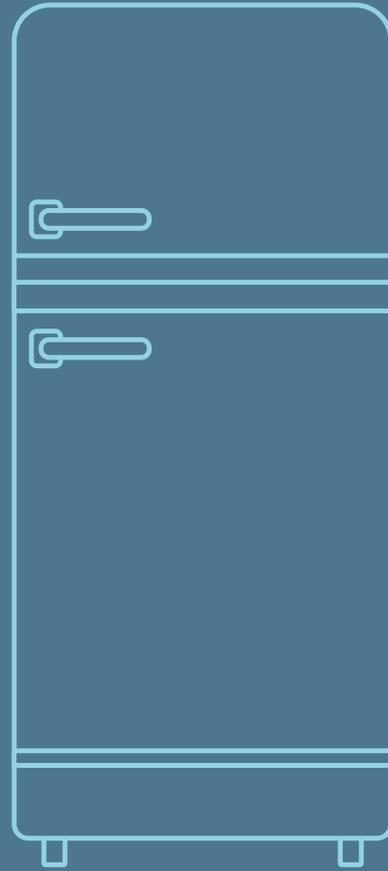
Una fuente importante que agota la capa de ozono y calienta el planeta ha sido en gran medida descuidada en el pasado: se trata de las emisiones de los Bancos de SAO/HFC. Se han acumulado numerosos bancos a escala mundial por el uso excesivo de SAO/HFC, que se encuentran en refrigeradores y acondicionadores de aire viejos, en espumas aislantes o cilindros, que merecen una gestión ambientalmente eficaz cuando están en uso o al final de su vida útil en forma de residuos.

Muchos países se han dado cuenta de la urgente necesidad de evitar los impactos ambientales negativos que generan las SAO/HFC, ya que agotan la capa de ozono o contribuyen significativamente al cambio climático. Casi todos los países han ratificado el Protocolo de Montreal, que restringe de manera efectiva la producción y el consumo de SAO/HFC y el Convenio de Basilea sobre el control

del movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y su eliminación, que persigue la gestión ambientalmente racional de los desechos.

En lo que respecta a Colombia, las estimaciones de los bancos de SAO/HFC realizadas en 2015 en los sectores RAC, dan cuenta de 8.982 toneladas métricas repartidas en 4.817 toneladas métricas de HFC, 4.077 toneladas métricas de HCFC y 88 toneladas métricas de CFC.

Las estimaciones anteriores y los retos que la gestión de las SAO/HFC representan actualmente para el país exigen de forma perentoria la formulación e implementación de un plan nacional, con la participación de los diferentes actores públicos y privados involucrados y con estrategias y acciones a corto y mediano plazos, para prevenir, controlar o mitigar los posibles efectos adversos sobre la capa de ozono y el clima que puedan derivarse de la gestión de los bancos de SAO/HFC.



Antecedentes

▶ 10

Contexto internacional

▶ 23

Contexto nacional

Colombia es Parte en el Protocolo de Montreal desde la aprobación de la Ley 29 de 1992 y la ratificación en 1993. La Unidad Técnica Ozono (UTO) de la Dirección de Asuntos Ambientales Sectorial y Urbana del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente), que inició actividades en 1994, es la instancia encargada de diseñar e implementar las estrategias de eliminación del consumo de sustancias agotadoras de ozono, con el fin de dar cumplimiento a los compromisos adquiridos por Colombia ante el Protocolo de Montreal.

Desde entonces se han desarrollado varias acciones entre las cuales se destacan las siguientes:

Mediante el desarrollo del Plan Nacional de Eliminación del consumo de CFC y halones, aprobado en 2003 por el Comité Ejecutivo del Fondo Multilateral del Protocolo de Montreal, Colombia cumplió con los compromisos del Protocolo para la reducción y eliminación definitiva del consumo de las sustancias controladas incluidas en los Anexos A y B.

Este plan contempló la sustitución de CFC en las empresas del sector de fabricación de refrigeradores comerciales que aún no la habían hecho, las propuestas para la disminución del uso de CFC en el sector de mantenimiento, la eliminación de importaciones de halones y la asistencia técnica para la implementación del plan (monitoreo, regionalización, supervisión, información y concientización).

En diciembre de 2010 se aprobó para Colombia la Etapa I del Plan de Manejo para la Eliminación del Consumo de HCFC en Colombia (HPMP) 2011-2015.

El HPMP-I comprendió la estrategia nacional para el cumplimiento de las dos primeras metas de eliminación de HCFC en el marco del Protocolo de Montreal, correspondientes al congelamiento del consumo al nivel de la línea base (promedio consumo 2009-2010) en 2013 y la

reducción del 10 % de la línea base en 2015. La estrategia estaba conformada por cinco programas, que incluyeron doce proyectos específicos enfocados en los diferentes sectores consumidores de HCFC. Estos programas contribuyeron a fortalecer las capacidades nacionales necesarias para lograr las metas de reducción del consumo de HCFC a 2015.

La Etapa I del HPMP incluyó acciones tendientes a: 1) controlar el suministro de bienes y servicios que utilizan HCFC, por medio de asistencia técnica y financiera directa a la industria consumidora de HCFC con el propósito de facilitar su cambio tecnológico; 2) controlar la demanda de bienes y servicios que usan HCFC mediante campañas de divulgación al público general y a los usuarios finales de HCFC para promover cambios en los patrones de consumo de estas sustancias; 3) regular la importación, distribución, comercialización y uso de HCFC en virtud del fortalecimiento del marco legal con el ánimo de mantener el cambio tecnológico; 4) promover un mercado de equipos con sustancias alternativas y la recuperación, reciclaje y regeneración de refrigerantes enfocado en el HCFC-22 y 5) el monitoreo permanente y control de las actividades propuestas por la estrategia, con el propósito de asegurar los resultados deseados.

Con la aprobación de la Etapa II del HPMP Plan de Manejo para la Eliminación del Consumo de HCFC en Colombia, en 2015, el país se comprometió con el cumplimiento de las metas de reducción del 60 % del consumo de los HCFC para 2020 y del 65 % en 2021.

En la figura 1 se indican de manera esquemática las fechas del calendario para la reducción y eliminación de sustancias SAO y HFC que tiene el país en relación con los compromisos con el Protocolo de Montreal y el estado del cumplimiento de los compromisos adquiridos hasta 2019.



Figura 1. Eliminación de las SAO/HFC utilizadas en el sector de RAC, en el marco del Protocolo de Montreal. Calendario de Colombia

Fuente: Manual del Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la Capa de Ozono, 2019 [1]

Anexo y grupo del Protocolo	Tipo de SAO	Línea Base	Compromisos de Colombia	Estado
Anexo A-1	CFC	1995 a 1997	Congelación en 1999	Cumplida
			Reducción del 50% para 2005	Cumplida
			Reducción del 85% para 2007	Cumplida
			2010 eliminación	Cumplida
Anexo B-1	Otros CFC	1998 a 2000	Reducción del 20% para 2003	Cumplida
			Reducción del 85% para 2007	Cumplida
			2010 eliminación	Cumplida
Anexo C-1	HCFC	2009 a 2010	Congelación en 2013	Cumplida
			Reducción del 10% para 2015	Cumplida
			Reducción del 60% para 2020	Cumplida
			Reducción del 65% para 2021	-
			Reducción del 67.5% para 2025	-
Eliminación del 97.5% para 2030	-			
Anexo F	HFC	HFC: 2020 a 2022 + HCFC: 65% de la línea base	Congelación al consumo en 2024	-
			Reducción del 10% para 2029	-
			Reducción del 30% para 2035	-
			Reducción del 50% para 2040	-
Reducción del 80% para 2045	-			

En el marco del Protocolo de Montreal, la transición de los CFC, de alto potencial de agotamiento de la capa de ozono (PAO)¹ a los HCFC intermedios con un PAO más bajo se ha completado prácticamente en el mundo; por otro lado, muchos países optaron por buscar alternativas para estas sustancias, como los HFC que, si bien no son sustancias agotadoras de la capa de ozono, sí tienen altos potenciales de calentamiento global (PCG)².

Con la adopción en 2016 de la Enmienda de Kigali, que entró en vigor en 2019, se incluyó bajo control del Protocolo de Montreal la reducción de la producción y el consumo de los HFC debido a sus potenciales efectos climáticos. Actualmente se trabaja en la transición hacia alternativas que tengan un nivel PAO de cero y a la vez mínimos o bajos valores de PCG.

Con el objetivo de limitar el aumento de la temperatura por debajo de los 1,5 °C, Colombia como parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), acordó en la 21 Conferencia de las Partes en 2015 en París, luchar contra el cambio climático mediante la reducción de sus emisiones de gases de efecto invernadero.

Para contribuir con los objetivos globales del Acuerdo de París, con la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés) de 2020 el país se comprometió a reducir en un 51 % sus emisiones de GEI para 2030, mediante una serie de acciones de mitigación, y a trabajar en la adaptación para estar preparados a los posibles efectos del cambio climático.

Una de las medidas o líneas estratégicas sectoriales de mitigación es la reducción de emisiones

de GEI por el uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (como los HFC), con una meta de reducción del 11 % al 2030 ante un escenario tendencial [2].

2.1 Contexto internacional

2.1.1 El Protocolo de Montreal y el control a la producción y consumo de SAO/HFC

Desde 1989, cuando entró en vigor, después de su firma en 1987, el Protocolo de Montreal, relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, ha venido regulando eficazmente la producción y el consumo de las SAO en el mundo. El protocolo ha logrado un trabajo participativo con obligaciones vinculantes para las Partes³, pero considerando la gradualidad, el consenso científico, la innovación técnica, la integración de los proveedores, la creación de capacidades, la capacitación y el progreso institucional, la activa cooperación entre los países desarrollados y en desarrollo y la eficacia de las normativas de comercio.

Los principales hitos derivados de las medidas adoptadas por los países de cara a la eliminación de la producción y consumo de sustancias SAO en el marco del Protocolo son [3]:

- » Entre 1994 y 1996 fue eliminado el uso de los halones (sustancias formadas por bromo, flúor y carbono) en los países desarrollados y de los hidrobromofluorocarbonos (HBFC), en todos los países.
- » En 2003 se inicia la reducción de la producción y consumo de CFC en los países en desarrollo, que disminuye al 85 % al término de 2006. Los países desarrollados habían eliminado los CFC en 1995.
- » En 2007 el Protocolo de Montreal enfoca esfuerzos para que los países en desarrollo aceleren la eliminación de los HCFC.

1. PAO: el Potencial de agotamiento de ozono es la cantidad relativa de degradación de la capa de ozono que la sustancia puede causar.

2. PCG: el Potencial de Calentamiento Global define el efecto de calentamiento integrado a lo largo del tiempo (generalmente cien años) que produce hoy una liberación instantánea de 1kg de un gas de efecto invernadero, en comparación con el causado por el CO₂. También se conoce como potencial de calentamiento mundial (PCM) o potencial de calentamiento atmosférico (PCA).

3. Partes hace referencia a los países firmantes del Protocolo.

- » En 2010 todas las Partes del Protocolo de Montreal habían eliminado prácticamente la producción y el consumo de CFC, los halones, el tetracloruro de carbono y otras sustancias que agotan el ozono. Como consecuencia, la eliminación total de la producción y el consumo de tales sustancias alcanzó más del 98 %.
- » Para 2015 los países desarrollados habían eliminado la producción y el consumo de HCFC en un 90 %; los países en desarrollo eliminaron el metilcloroformo y redujeron la producción y consumo de HCFC en un 10 %.
- » En octubre de 2016 se adopta la Enmienda de Kigali (que entró a regir el primero de enero de 2019) para reducir gradualmente la producción y el uso de los HFC, potentes gases efecto invernadero y se incorpora el nuevo anexo F sobre sustancias controladas. La Enmienda de Kigali surge en un contexto de crisis climática mundial y reconoce la responsabilidad del Protocolo de Montreal al promover el uso de los HFC.

Debido a las diferencias económicas y tecnológicas de las naciones, las disposiciones del Protocolo de Montreal no se aplican igual para todas las Partes; por ello se establecen diferencias en los cronogramas de cumplimiento de obligaciones y metas para los países desarrollados (Partes que operan al amparo del Artículo 2) y en desarrollo (Partes que operan al amparo del Artículo 5), como Colombia.

Si bien el objetivo del Protocolo de Montreal es eliminar la producción y el consumo de las sustancias que agotan la capa de ozono, dado que la mayoría de esas sustancias son también potentes gases de efecto invernadero, se han logrado a la vez beneficios importantes relacionados con la mitigación del cambio climático. Al tiempo que se han ido eliminando las sustancias peligrosas para el ozono, también se ha logrado reducir en cierta medida el calentamiento global, motivado por las restricciones impuestas a la producción y uso de sustancias como los CFC (que poseen altos

valores de PAO y de PGC) y HCFC (que poseen valores de PAO y de PGC más bajos).

En la figura 2 se destacan algunos de los hechos y cifras del Protocolo de Montreal.

2.1.2 Panorama global sobre usos de SAO y HFC en el sector de RAC

Históricamente el sector de refrigeración y acondicionamiento de aire (RAC) ha sido el mayor consumidor de sustancias CFC y HCFC y más recientemente de HFC. La creciente demanda de este tipo de equipos en el mundo se asocia con el aumento de la población y las necesidades de enfriamiento de alimentos, espacios y procesos, especialmente en zonas cálidas del mundo.

En 2018 el sector de RAC representó un stock de 3,6 billones de equipos, de los cuales casi el 45 % son refrigeradores domésticos; las ventas anuales fueron de más de 350 millones de unidades; de estas, 38 % correspondió a refrigeración doméstica. De otra parte, se estima que el número de aparatos de refrigeración a nivel global aumentará de 3,6 billones a 9,5 billones en 2050 y se pronostica que en 2050 estos aparatos consumirán cinco veces la cantidad de energía que se prevé actualmente para el uso de refrigeración [5]. En la figura 3 se aprecia el crecimiento en el número de aparatos de refrigeración en uso a nivel mundial, por sector [5]. En la figura 3 se aprecia el crecimiento en el número de aparatos de refrigeración en uso a nivel mundial, por sector.

De acuerdo con la IEA, las existencias mundiales de aparatos de acondicionamiento de aire en edificios crecerán a 5,6 billones en 2050, en comparación con los 1,6 billones actuales, lo que equivale a diez nuevos equipos de acondicionamiento de aire vendidos en el mundo por segundo durante los próximos 30 años [6]. El uso de estos equipos y de ventiladores eléctricos ya representa alrededor de una quinta parte del consumo de la electricidad total en los edificios de todo el mundo o el 10 % de todo el consumo de electricidad mundial.





Figura 2. Hechos y cifras relevantes atribuibles al Protocolo de Montreal

Adaptado de: UNEP, Ozone Secretariat, 2020 [4]



Eliminación del 98,6% del las SAO, o 1,75 millones de toneladas de potencial de agotamiento de las capa de ozono (PAO), a nivel mundial. El 1,4% restante corresponde principalmente a HCFC.



Cada año hasta 2030 se podrán prevenir a nivel mundial hasta en 2 millones los casos de cáncer de piel.



Se impuso a los HFC, que se han utilizado como sustitutos de SAO. El impacto promedio del calentamiento global de 22 de los HFC más utilizados es unas 2.500 veces mayor que el del CO₂.



Ha contribuido significativamente para frenar el cambio climático al evitar un estimado de 135 mil millones de toneladas de dióxido de carbono (CO₂) equivalentes a las emisiones de 1990 a 2010.



A través del Fondo Multilateral para la implementación del Protocolo de Montreal y con contribuciones de cerca de US 4.100 millones a 2019, se ha dado apoyo a los países en desarrollo en la ejecución de proyectos en el marco del Protocolo.



Durante las últimas dos décadas se han observado algunos signos de recuperación de la capa de ozono. En las latitudes medias, el ozono estratosférico superior ha aumentado entre un 1% y un 3% por decenio desde 2000.



En ausencia del Protocolo de Montreal, las temperaturas medias globales habrían aumentado más de 2°C para 2070, solo debido al calentamiento de sustancias que agotan la capa de ozono.



Sin el Protocolo de Montreal, el agujero de ozono antártico habría sido aproximadamente un 40% más grande en 2013 y se habría producido un agotamiento más profundo del ozono en el Ártico en el frío invierno de 2011



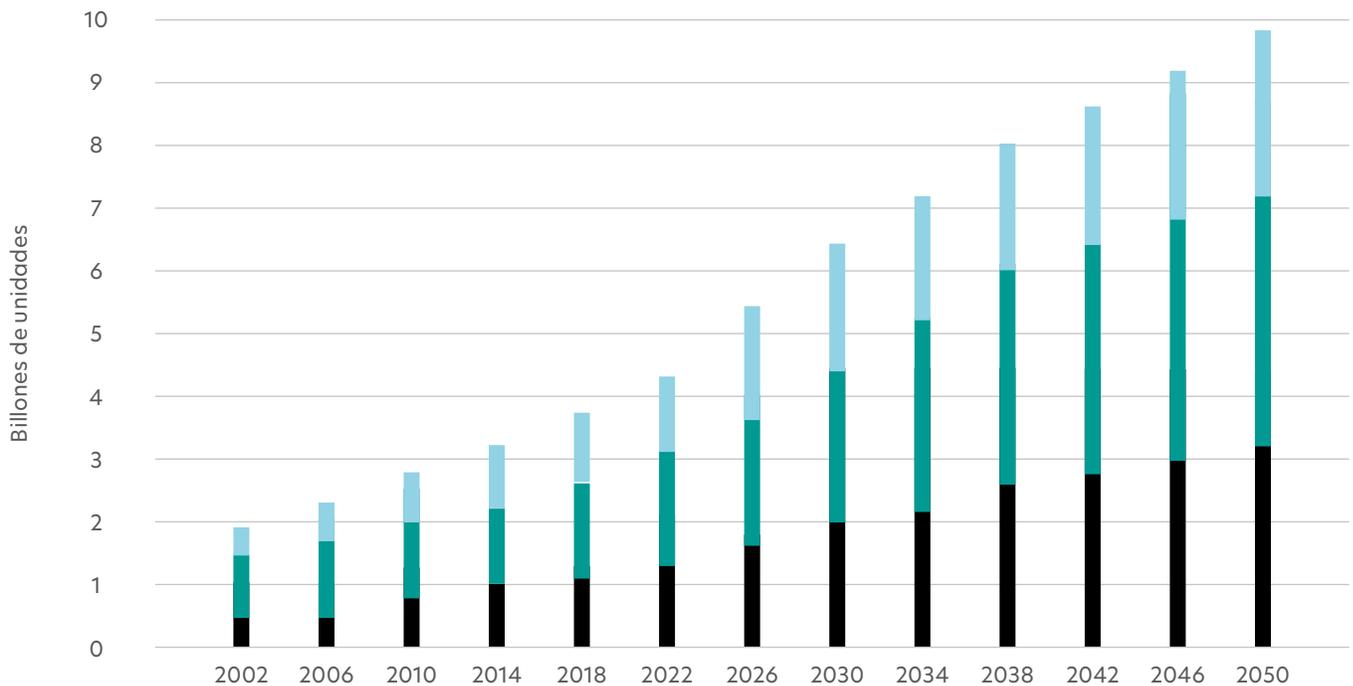
Las estimaciones sugieren que las emisiones que se habrán evitado para 2100 podría alcanzar las 420 Gt de equivalentes de CO₂, que es más de 10 años de las emisiones actuales CO₂ debidas a actividades humanas.



Figura 3. Número de aparatos de RAC en uso a nivel mundial, por sector

Fuente: University of Birmingham, UK. 2018 [5]

- Aire acondicionado estacionario
- Refrigeración industrial, comercial y doméstica
- Aire acondicionado móvil y transporte refrigerado



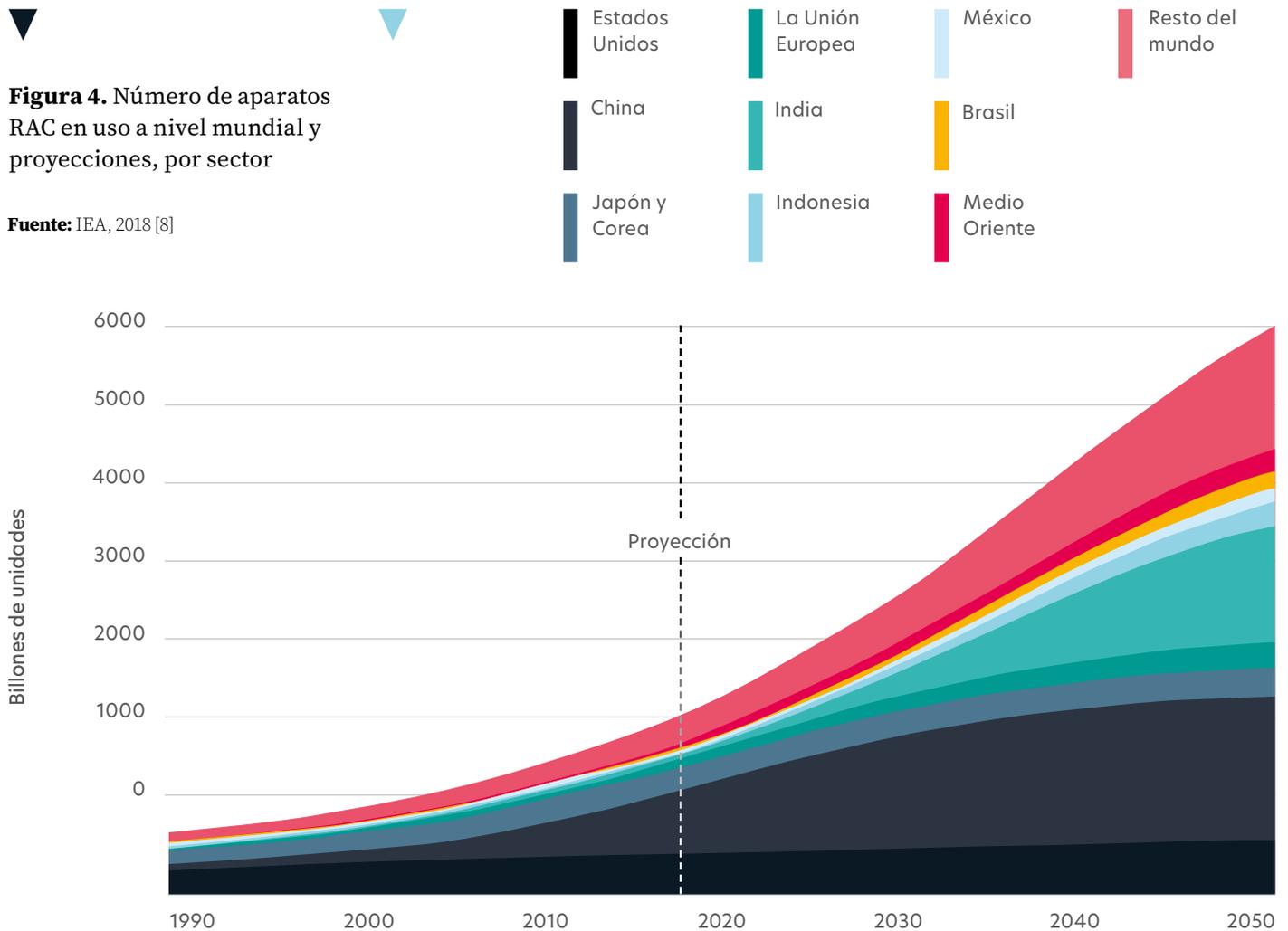
Para 2050, alrededor de dos terceras partes de los hogares del mundo podrían tener aire acondicionado. China, India e Indonesia juntos representarán la mitad del número total de unidades. En la figura 4 se representan las cantidades históricas y proyectadas de aparatos de aire acondicionado en varios países.

Dada la eliminación de los CFC en 2010 y las restricciones al uso de HCFC desde 2013, la utilización en los equipos de RAC de sustancias HFC que no son agotadoras de la capa de ozono y que brindan opciones técnicamente viables para los propósitos del sector ha aumentado aceleradamente, lo que podría ocasionar que en un par de décadas los HFC sean los responsables de provocar el 19 % del efecto invernadero del planeta [7].

De acuerdo con el PNUMA, con la implementación de la Enmienda de Kigali de 2019 se estima que se reducirá la producción y el consumo proyectados de HFC en más de 80 % durante los próximos 30 años; también se abrió una ventana para que se rediseñen equipos de refrigeración que sean más eficientes energéticamente, lo que favorecería aún más la acción climática [9].

En la tabla 1 se muestran comparativamente los valores de PAO y PCG de las sustancias más utilizadas tanto en el pasado como hoy, en los diversos subsectores de RAC y se señalan a la vez los usados en Colombia.

Para evitar el uso y las emisiones de HFC, actualmente se dispone de una variedad de alternativas



respetuosas con el clima, energéticamente eficientes, técnicamente seguras y aprobadas por las autoridades competentes, algunas de las cuales ya han sido implementadas a escala mundial.

Debido a las diferentes propiedades termodinámicas y de seguridad de las sustancias alternativas, no existe una solución única para todos los equipos. La idoneidad de una determinada alternativa debe considerarse por separado para cada categoría de producto y equipo y, en algunos casos, también deberá tenerse en cuenta la ubicación geográfica donde se utilizarán el producto y el equipo.

En el caso de Estados Unidos, en el marco del Programa de Políticas de Nuevas Alternativas

Significativas (SNAP) de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de América (EPA), que evalúa y regula los sustitutos de los productos químicos que dañan la capa de ozono, en virtud de lo dispuesto en el Acta de Aire Limpio relativa a la protección de la capa estratosférica de ozono (CAA), se listan los refrigerantes alternativos aprobados por esta agencia para reemplazar los HFC en los equipos del sector de RAC [10]. Por su parte la Unión Europea también avala el uso de sustancias sustitutas de los HFC, que clasifica de acuerdo con su característica de inflamabilidad⁴.

4. Las alternativas aprobadas por la UE, por sector, se pueden consultar en: https://ec.europa.eu/clima/policies/f-gas/alternatives_en



Tabla 1. Comparativo de valores de PAO y PCG de los principales refrigerantes con usos pasados y actuales, en los sectores de refrigeración y acondicionamiento de aire

Fuente: elaboración propia

 Usos en el mundo, incluida Colombia
 Otros usos en el mundo

* Constituyente de la mezcla R409A

** Constituyente de la mezcla HFC-422D

TIPO DE SUSTANCIA	SUSTANCIA	 (PAO)	 (PCG)					
CFC	CFC-11	1,0	4.750					
	CFC-12	1,0	10.900					
	R-502	0,2	4.667					
HCFC	HCFC-141b	0,11	725					
	HCFC-22	0,055	1.810					
	HCFC-123	0,022	77					
	HCFC-124	0,02 a 0,04	609	 *				
	HCFC-142b	0,065	2.310	 *				
HFC	HFC-134a	0	1.430					
	R-404A	0	3.922					
	R-32	0	675					
	R-410A	0	2.100					
	R-407C	0	1.800					
	R-415B	0,013	550					
	R-507	0	3.300					
	HFC-125	0	3.500	 **				
HC / HFO / Otras sustancias naturales	R-290 (propano)	0	3					
	R-600a (isobutano)	0	4					
	Ciclopentano	0	< 0.1					
	R-1270 (propileno)	0	3 a 5					
	R-744 (CO2)	0	1					
	R-717 (amoníaco)	0	0					
	R-1234yf	0	4					
	HFO-1336mzz-Z	0	4					

En los grandes sistemas de refrigeración para supermercados o sistemas centralizados, los equipos de cascada de CO₂ son una alternativa a los sistemas de HFC de uso común en muchos climas. Los hidrocarburos también han demostrado ser alternativas altamente eficientes en la mayoría de las aplicaciones comerciales en ambientes de altas temperaturas, excepto en las unidades de condensación más grandes.

En el subsector de refrigeración industrial, el amoníaco ha sido la opción de reemplazo más popular del R-404A y su uso está muy extendido en Europa y Norteamérica; también se ha instalado en la industria de alimentos y bebidas un número creciente de sistemas en cascada con amoníaco y CO₂.

En el transporte refrigerado se ha vuelto común el uso de R-448A, R-449A y R-452A para reemplazar al R-404A en vehículos refrigerados de transporte por carretera; estos refrigerantes son mezclas de HFC+HFO que no dañan la capa de ozono. Para los contenedores refrigerados el CO₂ se puede utilizar como alternativa a largo plazo.

En los sistemas de aire acondicionado de habitaciones, los hidrocarburos se utilizan de forma segura como refrigerantes alternativos en India y China, pero todavía no es común su uso en los países de la Unión Europea. En aire acondicionado móvil, en los países desarrollados se utiliza casi exclusivamente la hidrofluoro olefina R-1234yf; existe una alternativa, el CO₂, que actualmente utilizan algunos fabricantes de automóviles y que se espera se generalice en el futuro. También se espera que esté disponible como una alternativa en el futuro para autobuses y trenes.

2.1.3 Problemática global de bancos de SAO/HFC, desde la perspectiva ambiental

El Protocolo de Montreal ha venido regulando eficazmente la producción y el consumo de SAO desde 1989. Sin embargo, en el mundo se han acumulado grandes bancos de SAO/HFC debido al uso histórico excesivo de estas sustancias. Las

SAO y los HFC se liberan continuamente a la atmósfera desde estos bancos; esto afecta la capa de ozono y contribuye al calentamiento global. Estos bancos no están regulados por el Protocolo de Montreal y su recolección, recuperación y destrucción adecuadas representan un desafío para los países en desarrollo [11].

Una estimación realizada por la GIZ sobre los bancos totales de SAO accesibles en 2010 en el mundo, es decir bancos disponibles para su gestión, mostró que eran de 6.404 kt⁵, equivalentes a 13,2 Gt CO₂eq⁶. Debido a que las SAO se han reemplazado en parte por HFC (de alto PCG), la cantidad total de refrigerantes y agentes de soplado en el sector de RAC y espumas con estas sustancias se mantendría en un alto nivel hasta 2050; por tanto, mientras se proyecta que el banco de SAO disminuya en el tiempo, los bancos de HFC aumentarían, tal como se aprecia en la figura 5.

Se calcula que las liberaciones anuales a la atmósfera de los bancos de SAO a nivel global son de alrededor de 1,5 Gt CO₂eq en razón a que una gran parte de las SAO no se recuperan de manera adecuada [13].

Con respecto a los países que no operan al amparo del artículo 5 del Protocolo de Montreal, el banco de SAO estimado en 2014 era de 3.070 kt. En la figura 6 se representa el comportamiento de este banco durante el periodo 1990-2014 [14]⁷.

5. kt (kilotonelada) = 1.000 toneladas métricas.

6. El equivalente de CO₂ o equivalente de dióxido de carbono es una medida de la huella de carbono, nombre dado a la totalidad de la emisión de gases de efecto invernadero. La masa de los gases emitidos es medida por su equivalencia en CO₂. Como unidad se utiliza tCO₂eq que supone un volumen de emisión de gas de efecto invernadero equivalente a una tonelada de CO₂. También se utilizan múltiplos de la unidad, dependiendo de la magnitud de la cifra.

7. Cifras agregadas para los países A2 y A5 (los datos específicos de cada país solo están disponibles para muy pocos).

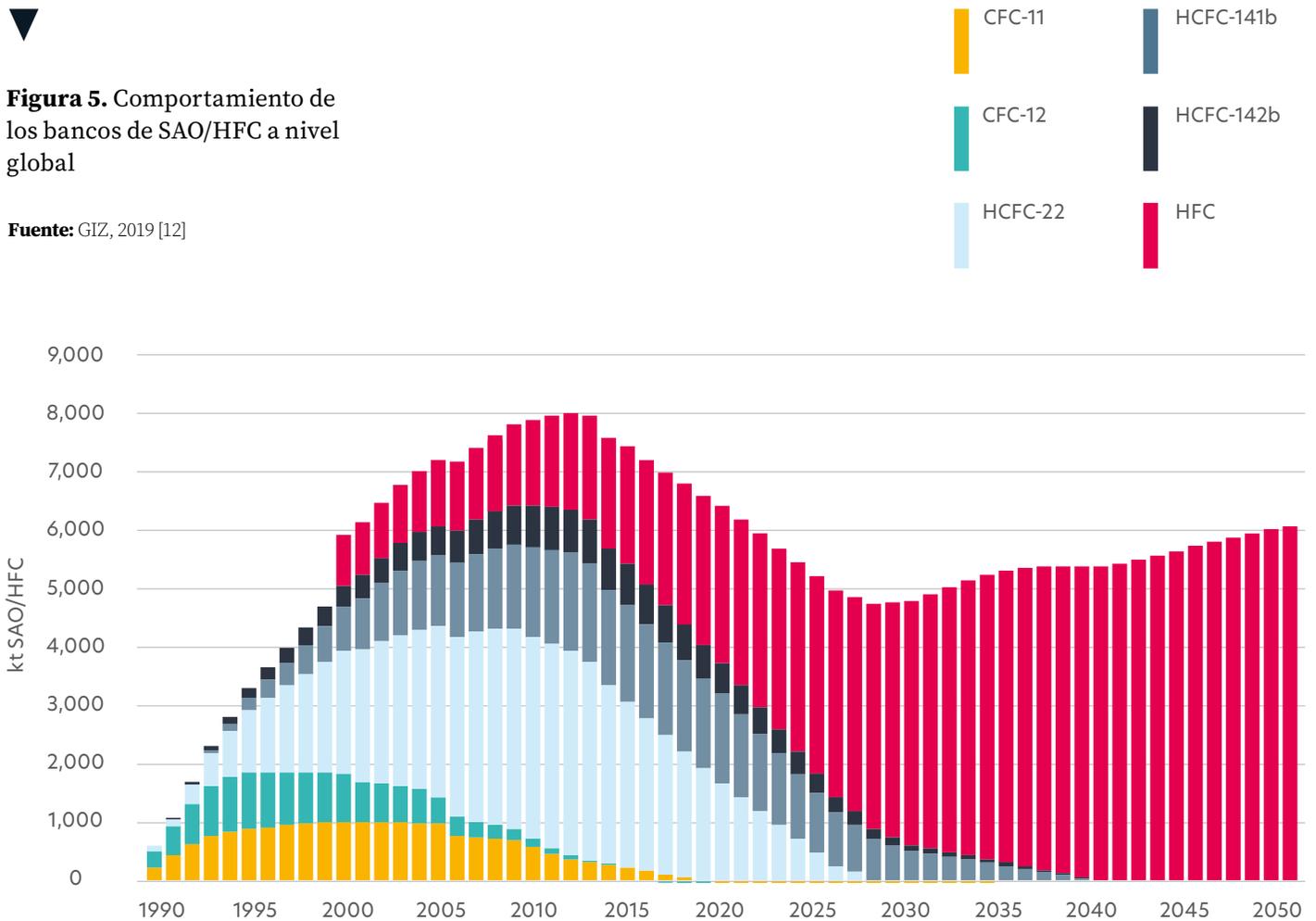


Fotografía por BKHRB / Shutterstock.com



Figura 5. Comportamiento de los bancos de SAO/HFC a nivel global

Fuente: GIZ, 2019 [12]



Por otra parte, en 2014 el total de bancos de SAO en los países que operan al amparo del artículo 5 ascendió a 2.617 kt, atribuido en un 42 % al sector RAC y en un 56 % al sector de espumas. Estos bancos de SAO llegaron a su punto máximo en 2013, cuando los bancos de HCFC-22 y HCFC-141b comenzaron a disminuir. Casi la mitad de los bancos de SAO están compuestos por HCFC-22, predominante en el sector de aire acondicionado estacionario.

Los bancos de CFC tuvieron su máximo en 2002 y su disminución se atribuye principalmente a la eliminación de CFC, que se completó en 2010. Debido a que los HCFC fueron promovidos como sustituto de los CFC, el banco de HCFC se acumuló hasta 2013.

Entre los países con los mayores bancos de SAO se destaca China, que representa el 50 % del total de bancos de los países del Artículo 5, con más de 1.200 kt. Otros países con bancos de SAO menores (del orden de 100 kt o menos) son Corea del Sur, Arabia Saudita, Brasil e India.

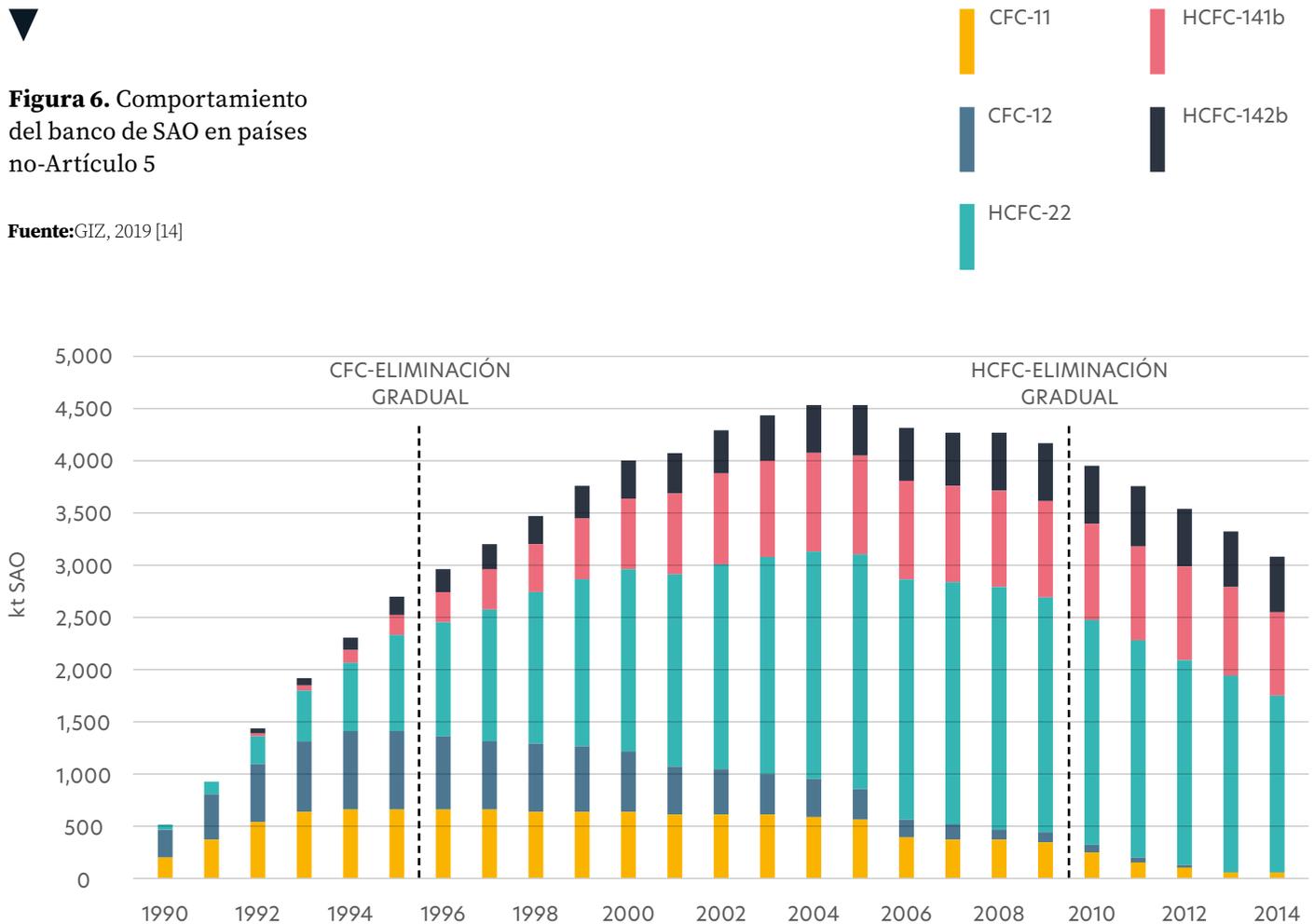
Con base en la tendencia de los últimos años y la prohibición del uso de SAO, se estima que los bancos de estas sustancias hayan disminuido drásticamente en 2020. Por otro lado, con el aumento en el uso de HFC, se prevé que los bancos de estas sustancias hayan alcanzado un nivel equivalente a más del 50 % del banco de SAO.

La acumulación de los bancos de SAO/HFC aumenta el riesgo de que se presenten liberaciones



Figura 6. Comportamiento del banco de SAO en países no-Artículo 5

Fuente: GIZ, 2019 [14]



continuas de esas sustancias al ambiente. Las fugas involuntarias de refrigerante pueden ocurrir en muchas etapas, desde la instalación misma de los equipos, durante el uso y transporte, hasta su disposición final; no obstante, muchas pueden ser controladas.

En las etapas de uso son frecuentes las fugas de refrigerantes, a menudo en grandes proporciones, en los equipos de refrigeración y acondicionamiento de aire, comúnmente en los compresores, sellos y conexiones. Por ejemplo, un estudio de la GreenChill⁸ de la EPA reporta que

el sistema de refrigeración de un supermercado típico en Estados Unidos tiene una carga de refrigerante de aproximadamente 4.000 libras (1.814 kg) y presenta una tasa de fuga anual promedio de aproximadamente el 25 %, esto es, una liberación al ambiente aproximada de 1.000 libras (453 kg) de refrigerante cada año; sin embargo, estas emisiones pueden minimizarse fomentando prácticas adecuadas de mantenimiento, detección de fugas y reparaciones oportunas [15].

Al final de su vida útil, los refrigerantes contenidos en equipos de RAC descartados a menudo se liberan a la atmósfera o los equipos se acumulan como reserva, lo que provoca mayor riesgo de que se incrementen las fugas de refrigerante. Las emisiones al final de la vida útil del banco de

8. GreenChill es una asociación de la EPA conformada por minoristas de alimentos, que trabaja para reducir las emisiones de refrigerantes y disminuir su impacto en la capa de ozono y el cambio climático.

SAO/HFC representan una cantidad muy grande de liberaciones evitables. Según un estudio realizado por la EPA en 2018, la cantidad estimada anual de HCFC y HFC que podría recolectarse y destruirse de los equipos de refrigeración y aire acondicionado descartados en Estados Unidos en 2020, es de 39.000 toneladas métricas aproximadamente; este valor equivaldría a 75 millones de toneladas métricas de CO₂eq/año, cifra que se podría comparar con las emisiones anuales de 16 millones de vehículos de pasajeros [16].

Una de las problemáticas relacionadas con la gestión de los bancos de SAO/HFC en el mundo es también el manejo de los RAEE generados de los equipos del sector RAC. Desde 2014 estos residuos han aumentado progresivamente en términos de peso total generado, con una media anual que oscila entre el 5 y el 7 %. La cantidad global de residuos generados de equipos de aire acondicionado y de refrigeración en 2019 fue de 10,8 Mt [17].

Respecto a los RAEE se identifican falencias en su manejo, en especial en el sector informal; en los alrededores de ciudades que típicamente se dedican a la recuperación informal de estos residuos, por ejemplo en China, se han documentado efectos de contaminación del agua y del suelo; otro factor desfavorable que es importante tener en cuenta es que en países en vía de desarrollo, el negocio de la venta de segunda mano, desmontaje y reciclaje informal de los RAEE es rentable, debido a la falta de controles técnicos y regulatorios, lo que dificulta la formalización total del sector.

Específicamente de los equipos de refrigeración y de aire acondicionado, el compresor es la parte que reviste mayor interés para los recicladores ya sea para su reventa o por sus materiales valorizables; este se compone, aproximadamente, de 8 % de cobre, 57 % de hierro y 35 % de aleación de hierro fundido. También son de interés el acero, que generalmente se encuentra en los gabinetes de refrigeradores (carcasa) y en algunas rejillas, y las tarjetas de circuito impreso, particularmente en los refrigeradores domésticos y comer-

ciales modernos, que contienen pequeñas cantidades de metales y otros componentes como antimonio, berilio y cadmio [18].

Un total de 98 Mt de CO₂eq se liberaron a la atmósfera provenientes de sustancias refrigerantes de refrigeradores y aires acondicionados pequeños descartados que no se gestionaron de forma ambientalmente racional. Según estimativos de la IEA, esto representó aproximadamente un 0,3 % de las emisiones mundiales relacionadas con aparatos eléctricos en 2019, de las cuales el 73 % provino de aires acondicionados y el 27 % de neveras [17].

Otros aspectos que contribuyen a agravar la problemática asociada a los bancos de SAO/HFC en el mundo tienen que ver con la falta de conciencia sobre los impactos negativos que estas sustancias causan al ambiente, la poca información sobre estos bancos y el desconocimiento sobre las opciones de manejo ambientalmente apropiado. En la figura 7 se relacionan los principales aspectos que contribuyen a acentuar la problemática de la gestión de los bancos de SAO/HFC.

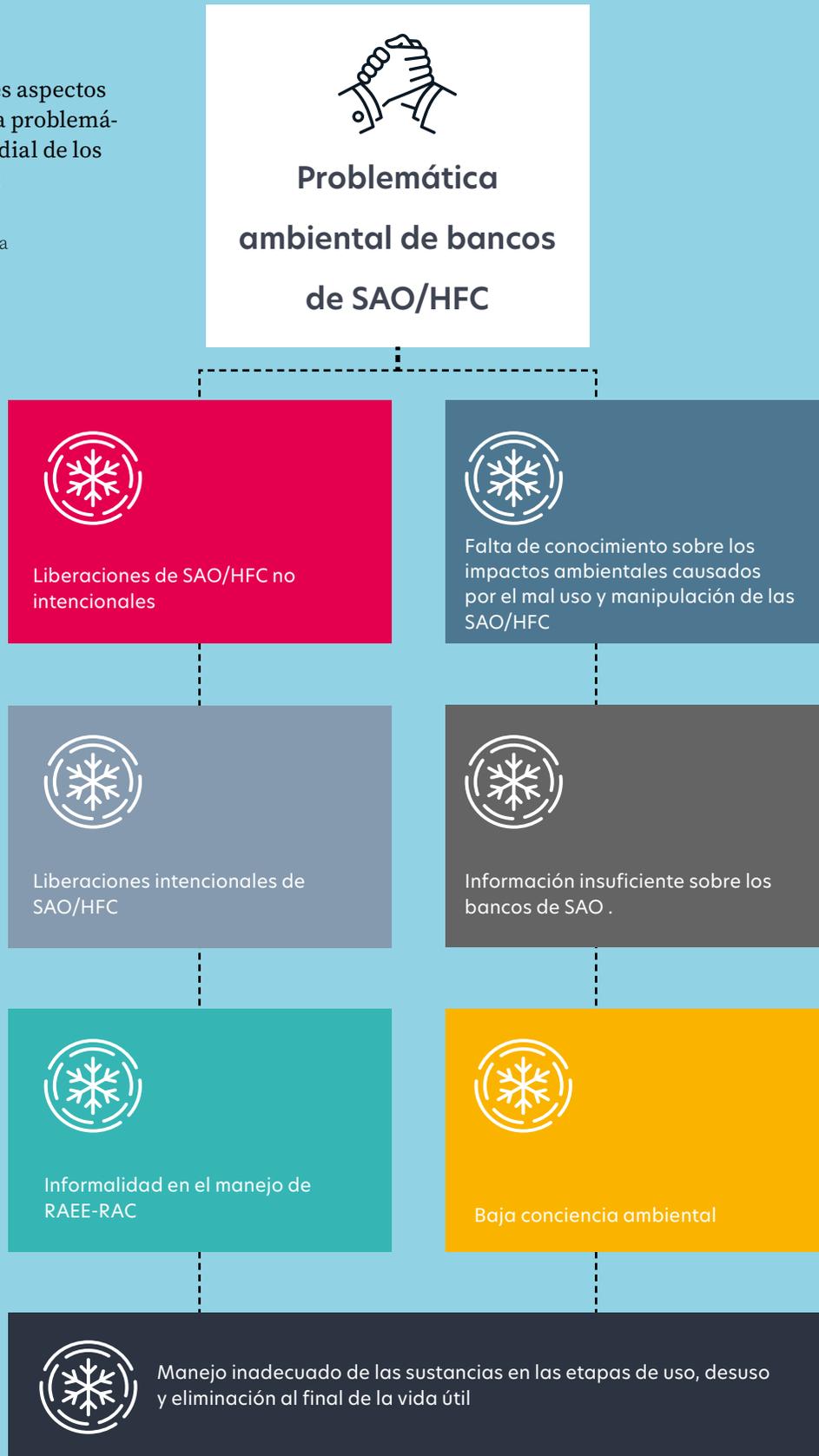
En algunos países, sobre todo los que no operan al amparo del artículo 5 (por ejemplo, los Estados miembros de la Unión Europea) se realizan grandes esfuerzos para gestionar debidamente las SAO y los HFC, incluidas las sustancias contenidas en equipos en uso y desuso. La Unión Europea (UE) estableció varios reglamentos y directivas con el fin de abordar diferentes aspectos relacionados con la gestión de los bancos de SAO.

Los reglamentos clave incluyen el (CE)1005/2009 sobre sustancias que agotan la capa de ozono ('Reglamento SAO') y la Directiva 2002/96/CE, sustituida por la 2012/19/UE, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) que opera acorde con el principio de la responsabilidad extendida del productor. La Directiva RAEE forma parte de la Directiva Marco de Residuos de 2008 (2008/98/CE) que establece el marco legislativo global. Esta directiva define conceptos sustanciales como el principio de 'quien contamina paga' y la 'jerarquía de residuos' [19].



Figura 7. Principales aspectos que contribuyen a la problemática ambiental mundial de los bancos de SAO/HFC

Fuente: elaboración propia



En el Anexo 1 se relacionan ejemplos de mecanismos que pusieron en marcha algunos países desarrollados para abordar la gestión de bancos de SAO/HFC y que son un referente de los principales elementos que utilizan estos países para avanzar en la gestión de las SAO, dentro de los que se destaca el enfoque de la *responsabilidad extendida del productor* (REP) y la legislación específica para prohibir o establecer acciones tendientes a reducir los bancos de manera ambientalmente segura.

La gestión de los bancos de SAO/HFC podrá variar de un país a otro si su enfoque se centra en la reducción de los bancos existentes, en la prevención de la acumulación de cantidades adicionales, en la eliminación de las sustancias recolectadas (SAO/HFC), en la reducción de emisiones por fuga durante actividades de mantenimiento y desmantelamiento (como los electrodomésticos) o en varias de estas, dependiendo de las condiciones y necesidades particulares del país.

Si bien los diversos programas y proyectos promovidos y financiados por el Protocolo de Montreal con el fin de reducir y eliminar las SAO y HFC controladas han derivado a nivel mundial en el cambio de las grandes empresas a tecnologías libres de estas sustancias, la gestión para la eliminación de los bancos de SAO/HFC no ha tenido gran impulso en los países en desarrollo; consecuentemente, es el momento de darle la relevancia que merece ya que el aumento de la acumulación de estos bancos representa cada vez mayores riesgos ambientales globales por las emisiones que pueden ocasionar.

2.2 Contexto nacional

2.2.1 Uso de SAO y HFC en el sector de RAC

En el sector de refrigeración

El sector de refrigeración en Colombia es uno de los que tradicionalmente demanda el mayor consumo de sustancias SAO y recientemente

de HFC; de manera general y de acuerdo con el consumo de ciertas sustancias refrigerantes, este sector se puede dividir en cuatro subsectores principales: refrigeración doméstica, comercial, industrial y transporte refrigerado. Los subsectores de refrigeración doméstica, comercial e industrial representan respectivamente el 12,5 %, 24,7 % y 23,2 % de la carga total instalada de sustancias SAO/HFC [20].

En los subsectores de refrigeración doméstica y comercial se encuentran tanto los fabricantes nacionales, que representan el 78 % de los productores, como los importadores, que representan el 22 %; también están los comercializadores o distribuidores, instaladores de equipos, empresas de servicios de mantenimiento y los consumidores o usuarios finales de los equipos. En la figura 8 se representa el número de unidades de equipos de refrigeración doméstica y comercial puestos en el mercado en el periodo 2017-2019.

En el mercado colombiano los equipos de refrigeración se suelen clasificar tal como se relaciona en la tabla 2.

a. Refrigeración doméstica

El uso de SAO y de HFC en el país ha ido evolucionando en el tiempo, conforme se han dado las prohibiciones a su importación y consumo, de acuerdo con los cronogramas de eliminación del Protocolo de Montreal. En la figura 9 se ilustra el cambio en el uso de los refrigerantes y los agentes de soplado de las espumas de poliuretano utilizados en refrigeración doméstica.

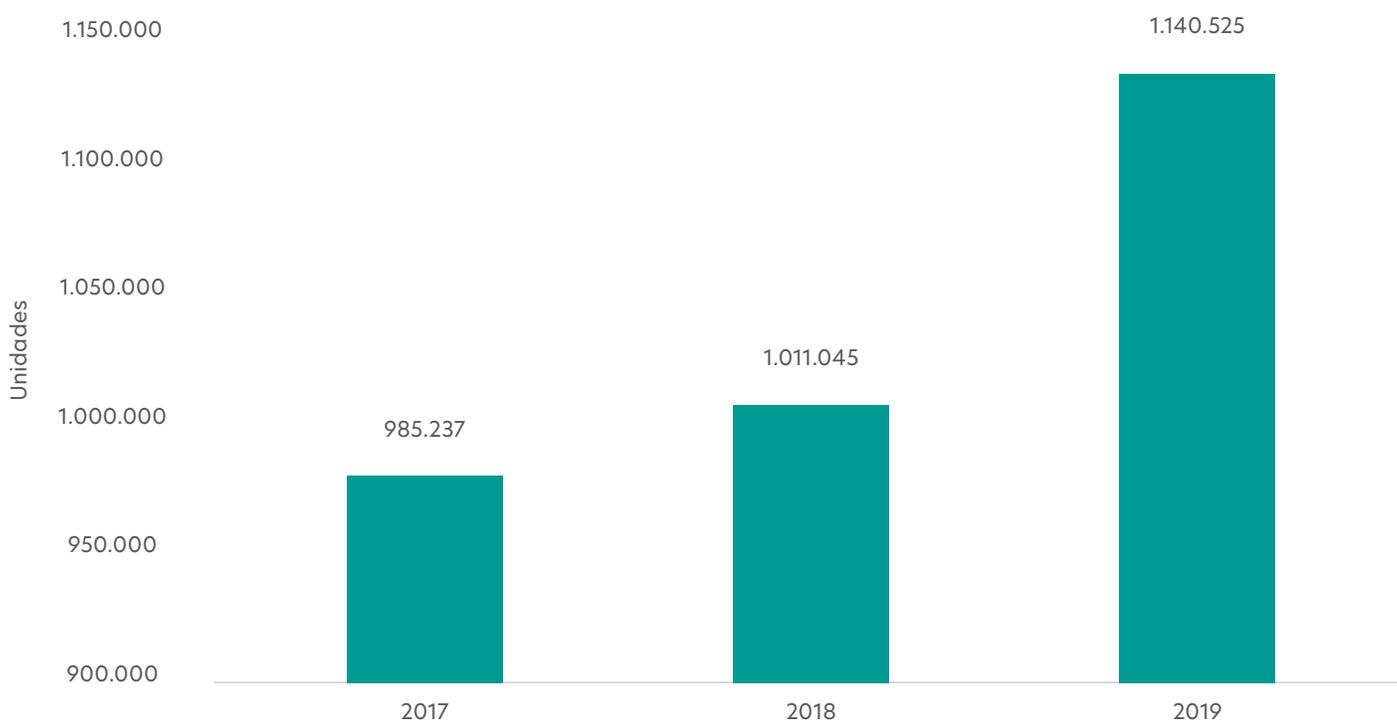
b. Refrigeración comercial

El subsector de refrigeración comercial está representado básicamente por seis grandes empresas que fabrican equipos autocontenidos. En los años noventa la refrigeración comercial utilizaba CFC-11 como agente de soplado de espumas y cambió a HCFC-141b; así como en la refrigeración doméstica, el CFC-12 utilizado como refrigerante se sustituyó por el HFC-134a.



Figura 8. Equipos de refrigeración doméstica y comercial puestos en el mercado entre 2017 y 2019

Fuente: Registro de productores y comercializadores de aparatos eléctricos y electrónicos, 2020 [21]



Debido a las mismas presiones del mercado, estas empresas fueron cambiando autónomamente a sustancias naturales. Hacia 2016 ya habían hecho el cambio a hidrocarburos como el ciclo-pentano y el propano (R-290) o CO₂ (R-744) y a otras sustancias alternativas.

Se espera en 2021 la eliminación del total del consumo de HCFC-141b como agente de soplado en la manufactura de espumas de poliuretano para las aplicaciones de equipos de refrigeración comercial.

También se incluyen en este subsector las unidades condensadoras y los sistemas centra-

lizados que utilizan principalmente R-134a, R-404A y R-290. En menor cantidad se encuentra el R-22.

c. Refrigeración industrial

El comportamiento en refrigeración industrial es más variable debido a las diferencias entre empresas en cuanto a las necesidades mismas de enfriamiento, infraestructura y tecnología. Por esto no existe uniformidad en el tipo y tamaños de equipos y en las especificaciones técnicas. Los refrigerantes más utilizados en este sector son R-22, R-404A y R-134a.



Tabla 2. Clasificación de los equipos de refrigeración

Fuente: elaboración propia

Equipos fijos de refrigeración doméstica, comercial e industrial

Autocontenidos	Divididos	Sistema centralizado de refrigeración	Sistemas con fluido secundario
			
Equipos en los cuales el condensador, compresor y evaporador están dentro del mismo equipo	Equipos que tienen una unidad condensadora y uno o múltiples evaporadores: son intercambiadores de calor cuya principal función es trasladar la energía térmica de la estancia que ha de ser enfriada a un líquido o sistema refrigerante	Sistema que consta de compresores paralelos o rack de compresores y múltiples evaporadores. Son grupos de compresores conectados a un mismo tubo de succión o manifold, que trabajan coordinados para mantener la presión adecuada.	Enfriadores (chillers) son equipos que utilizan un refrigerante primario para bajar la temperatura de un líquido, agua o salmuera, que luego a su vez enfría al producto en un tanque.

Unidades de refrigeración asociadas al transporte refrigerado y a contenedores refrigerados

Transporte refrigerado	Un contenedor refrigerado
	
Es un vehículo aislado con un sistema de refrigeración accionado con gasolina o diesel.	Es un contenedor intermodal (contenedor de envío) utilizado en el transporte de carga que contiene una unidad de refrigeración integral que se conecta al exterior.

Equipos fijos de acondicionamiento de aire

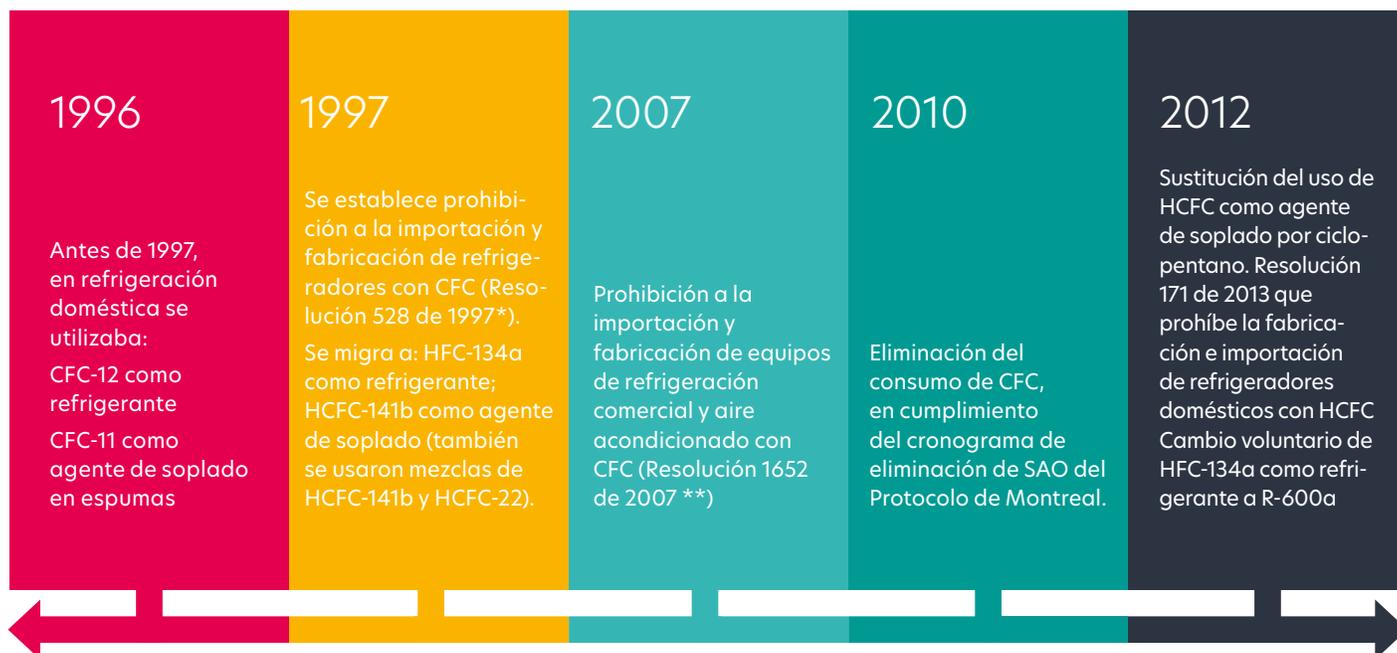
Paquetes autocontenidos	Paquetes divididos (split, VRF)	Enfriadores de líquido (chillers)
		
Son unidades que contienen los 4 elementos del circuito de refrigeración en un solo gabinete. (Condensador, Evaporador, Compresor y Elemento Expansor).	Son sistemas de aire acondicionado con flujo de refrigerante variable y unidades que reciben únicamente la cantidad de refrigerante necesario para acondicionar el recinto.	Es un sistema de aire acondicionado que enfría agua para enviar aire a través de tuberías a una UMA (Unidad Manejadora de Aire) a los diferentes recintos.

Figura 9. Evolución en el uso de SAO/HFC en refrigeración doméstica en Colombia

Fuente: elaboración propia

* Ministerio del Medio Ambiente y Ministerio de Comercio Exterior

** Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y Ministerio de Comercio, Industria y Turismo



d. Transporte refrigerado

En el subsector de transporte refrigerado no hay productos de fabricación nacional; los equipos importados comprenden unidades de refrigeración para vehículos de transporte de mercancías, semirremolques con unidad de refrigeración y contenedores con unidades de refrigeración. Los refrigerantes más usados son el HFC-134a y la mezcla R-404A, sustancias pertenecientes al anexo F del Protocolo de Montreal. En los últimos desarrollos el sector ha incrementado el uso de la mezcla R-452A y se evidencia la introducción de sustancias alternativas como R-448A y R-449A que no son sustancias agotadoras de la capa de ozono y que tienen bajo potencial de calentamiento global [22].

e. Proyección de la cantidad de equipos de refrigeración puestos en el mercado y estimación de la generación de residuos

Actualmente en el subsector de refrigeración doméstica se ponen en el mercado anualmente alrededor de un millón cien mil unidades de neveras que generan unas 9.400 toneladas/año de residuos. De acuerdo con las proyecciones realizadas en el marco del proyecto NAMA de refrigeración doméstica en Colombia, entre 2017 y 2021 terminarán su vida útil cerca de 108.000 neveras con alrededor de 30 años de uso, 84.000 neveras con un tiempo de uso de 25 años y 415.000 neveras con 20 años de uso, para un total de cerca de 607.000. Su promedio de vida útil se estima en 20 años, pero también puede fluctuar entre 15 y 25 años [23].

Según los datos del inventario nacional de equipos de refrigeración y aire acondicionado que se importan, producen e instalan en el país, elaborado por la Unidad Técnica Ozono en 2016 [20], el consumo nacional de neveras en los próximos nueve años aumentará, en número de unidades, a una tasa anual aproximada de 3,0 %. El aumento proyectado del consumo de equipos autocontenidos comerciales es del orden del 8,9 %; no se prevé incremento de chillers y unidades condensadoras para sistemas de refrigeración.

Para el subsector de transporte refrigerado, el aumento anual proyectado de equipos a 2030 es de 7,5 % en unidades de refrigeración y de 5 % en contenedores refrigerados. En las figuras 10, 11 y 12 se representan las proyecciones del consumo de neveras domésticas, equipos de refrigeración comercial e industrial y equipos de transporte refrigerado, respectivamente.

En el sector de acondicionamiento de aire

a. Aire acondicionado estacionario y móvil

El sector del aire acondicionado en Colombia utiliza equipos y sistemas de diversos tipos que se componen generalmente de una unidad de refrigeración que enfría y deshumidifica el aire del recinto mediante circulación o purificación; adicionalmente, puede incluir sistemas de ventilación y calefacción. Más del 90 % de equipos de aire acondicionado fijo se importa y una mínima parte se fabrica en el país. Además, Colombia comercializa equipos fijos de acondicionamiento de aire: paquetes (herméticos), divididos (*split*, VRF) y enfriadores de líquido (*chillers*). El uso tradicional de HCFC-22 en estos equipos ha cambiado a sustitutos como el R-410A. Para los equipos con cargas menores a 500g hay una tendencia hacia el uso de hidrocarburo R-290 (propano).



Figura 10. Proyección del consumo a 2030 de equipos de refrigeración doméstica

Fuente: UTO, 2016 [20]

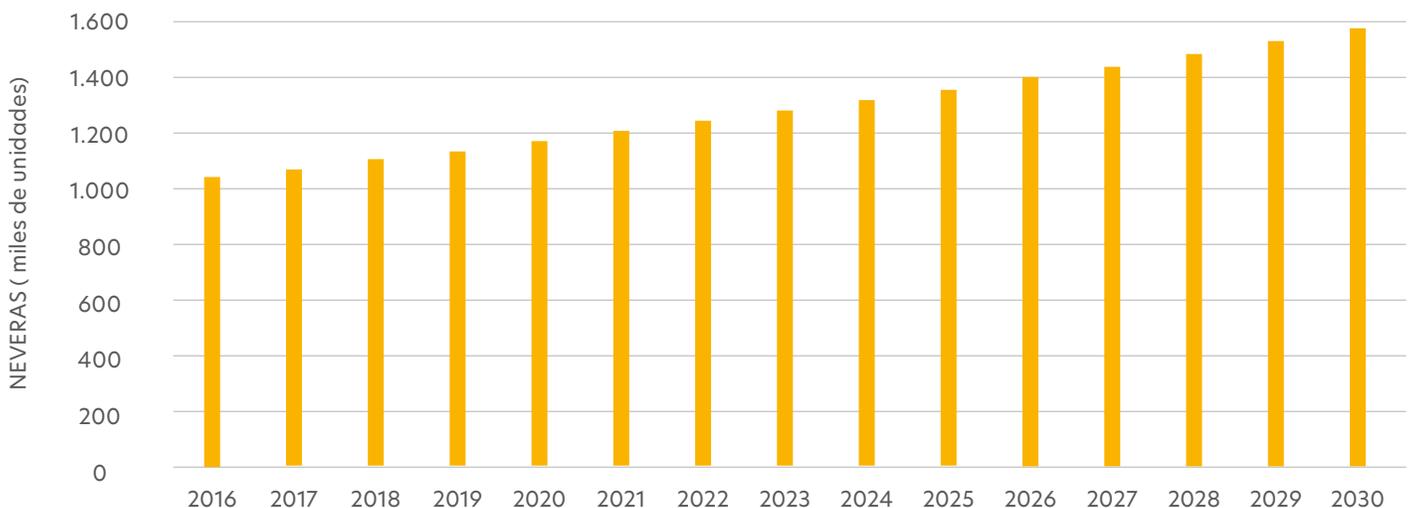




Figura 11. Proyección del consumo a 2030 de equipos de refrigeración comercial e industrial

Fuente: UTO, 2016 [20]

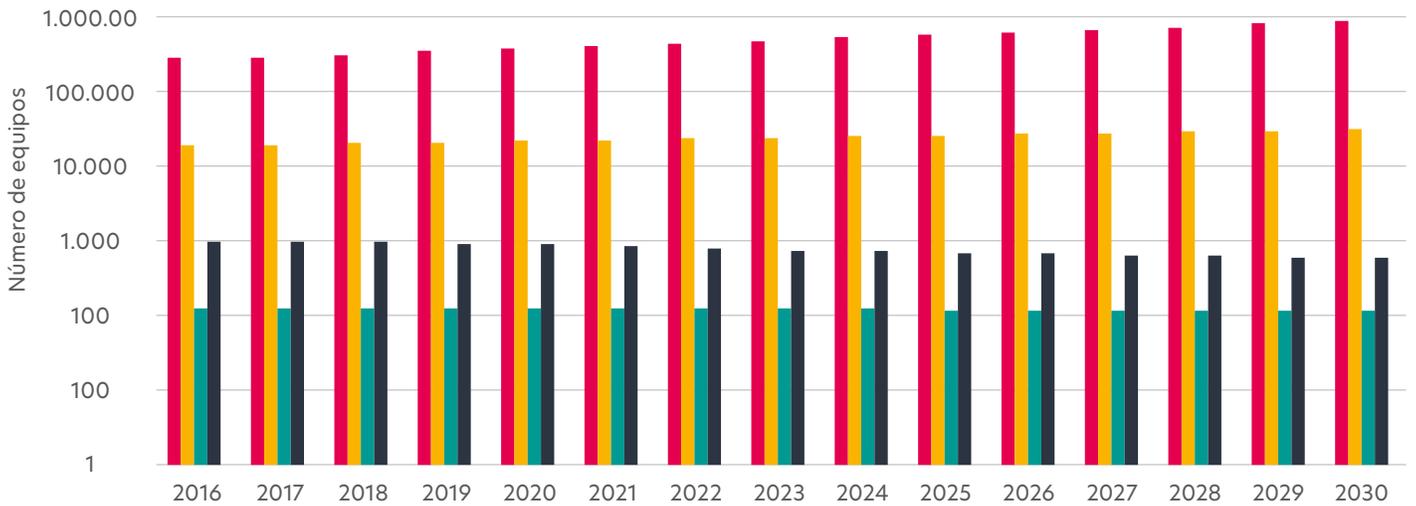
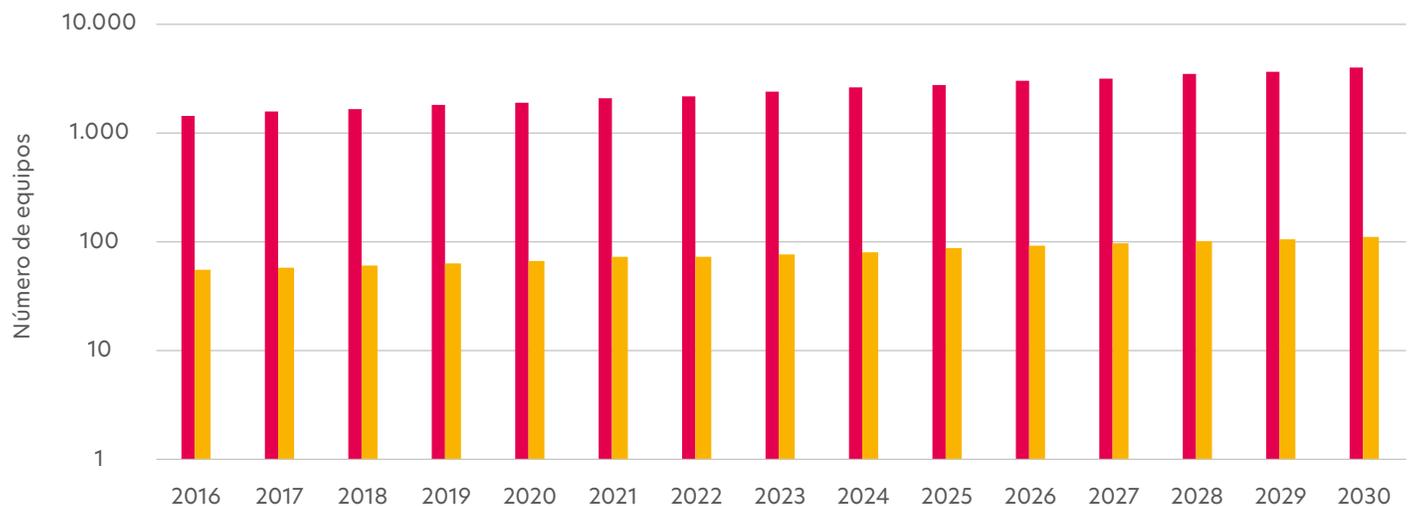


Figura 12. Proyección del consumo a 2030 de equipos de transporte refrigerado

Fuente: UTO, 2016 [20]



Antiguamente el subsector de aire acondicionado móvil utilizaba CFC-12 como refrigerante; desde hace varios años migró a HFC-134a; en los últimos tiempos se ha observado el ingreso de vehículos importados de alta gama con R-1234yf y vehículos de origen asiático con R-415B.

b. Proyección de la cantidad de equipos de aire acondicionado puestos en el mercado y estimación de la generación de residuos

De acuerdo con la información del inventario nacional de equipos de refrigeración y aire acondicionado que se importan, producen e instalan en el país, elaborado por la UTO en 2017 [20], el consumo de equipos de aire acondicionado estacionario aumentará en los próximos años, a una tasa anual aproximada del 5,3 %; el incremento del consumo de equipos de aire acondicionado móvil será de 3,8 %. En la figura 13 se representan las proyecciones de consumo de equipos a 2030 para los subsectores de aire acondicionado estacionario y móvil.

Los RAEE y la economía circular

Análisis técnicos realizados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible estimaron para 2019 la generación de 184.000 toneladas de RAEE procedentes de las importaciones de aparatos eléctricos y electrónicos y se proyecta que estas aumentarían a 216.000 toneladas en 2026; se prevé un crecimiento de la generación de los RAEE en los próximos cinco años de cerca del 18 %; es decir, del 22 % anual [24].

En el marco de la Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC) se ha priorizado la gestión posconsumo de RAEE como uno de los flujos de materiales estratégicos. Por tanto, si se reglamentan los sistemas de recolección y gestión de RAEE, los productores podrían acceder a los programas y las acciones que contribuyan a mejorar la recuperación y la valorización de los materiales de los RAEE y a los incentivos de cualquier índole que se promuevan en el marco de la estrategia, y que apalanquen la eficiencia de los sistemas o compensen en alguna medida los costos de gestionar los RAEE.

Los RAEE son residuos complejos para su gestión, debido a que incluyen una gran variedad de equipos de consumo masivo en hogares, empresas e instituciones y también de los sectores comercial e industrial; además, la composición de estos residuos varía ampliamente según su tipo y pueden contener tanto materiales recuperables convertibles en potenciales recursos como sustancias peligrosas que requieren de un manejo adecuado, como en el caso de las SAO.

2.2.2 Avances nacionales sobre la gestión de bancos de SAO/HFC

Desde hace varios años el país ha conseguido reducir y eliminar el consumo de las sustancias agotadoras de la capa de ozono, en cumplimiento de la implementación del Protocolo de Montreal; si bien las acciones se centraron durante varios años en regular las importaciones y el consumo de las sustancias controladas por el Protocolo, también se han dirigido a buscar opciones para hacer una gestión ambientalmente adecuada de las sustancias que conforman los llamados bancos de SAO y de HFC.

La Unidad Técnica Ozono del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ha desarrollado en los últimos años varios proyectos encaminados a fomentar la regeneración y reciclaje de las SAO, incentivar el cambio tecnológico en refrigeración doméstica, impulsar la sustitución de neveras viejas, actualizar la normativa en la materia y buscar alternativas viables para la destrucción de SAO, entre otros. En el anexo 3 se resumen los avances de las acciones emprendidas.



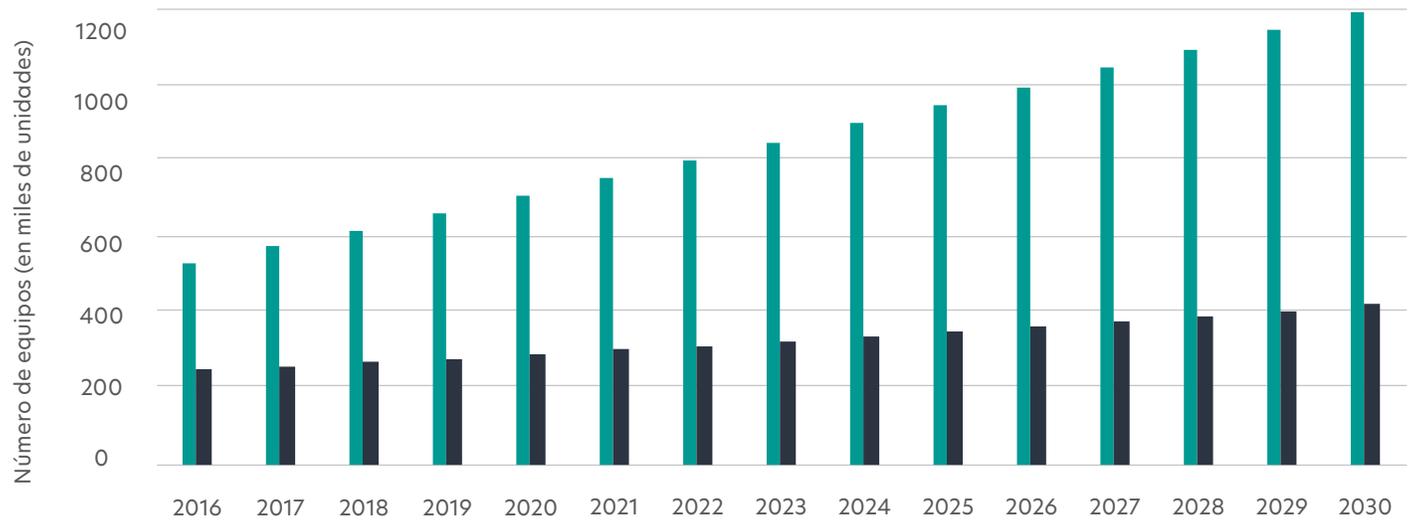
Figura 13. Proyección del consumo a 2030 de equipos de aire acondicionado estacionario y móvil

Fuente: UTO, 2016 [20]

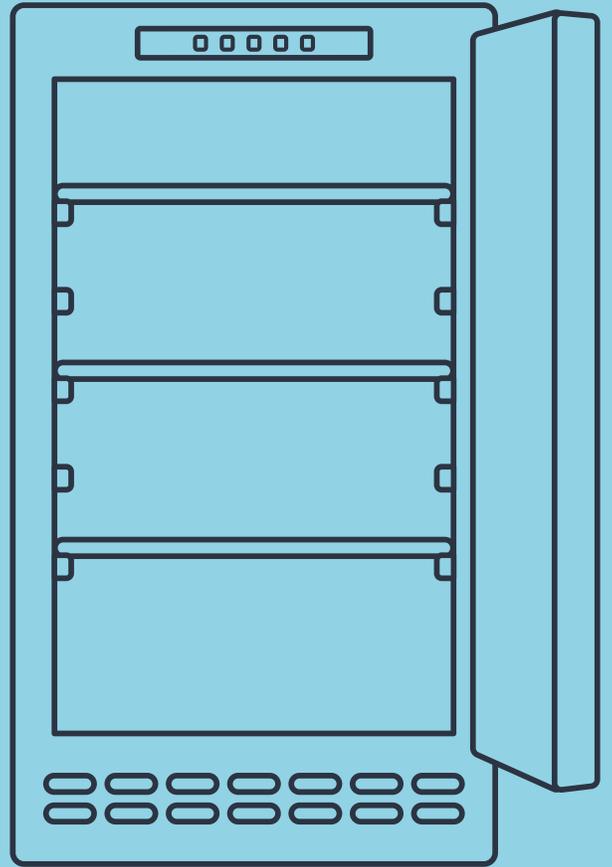
■ Aire acondicionado estacionario* ■ Aire acondicionado móvil **

* Incluye: ac-autocontenido, minisplit, unidad paquete, unidad condensadora

** Incluye: automóviles, utilitarios, taxis, pick-ups, camionetas, comercial carga, comercial pasajeros, vans



3



Marco de referencia

▶ 32
Marco conceptual

▶ 40
Marco de políticas

▶ 40
Marco normativo

▶ 50
Marco institucional

Este capítulo recopila en el marco conceptual los fundamentos de la gestión de los residuos peligrosos y brinda criterios para la interpretación, comprensión y justificación de la problemática ambiental asociada a los bancos de SAO/HFC; asimismo, presenta en el marco de políticas, su relación con los objetivos y acciones de distintas intervenciones públicas.

De otro lado, se detalla el marco normativo que rige en el país para la gestión de los residuos peligrosos y los RAEE, en la que se enmarca la gestión de los bancos de SAO/HFC, y se hace mención de los niveles de la institucionalidad del sector ambiental del país para la regulación, control y seguimiento de la gestión de estos residuos.

3.1 Marco conceptual

En este numeral se presentan orientaciones generales sobre la gestión de los bancos de SAO/HFC y algunos lineamientos sobre la gestión de los residuos, en el marco del ciclo de vida de los productos.

3.1.1 Bancos de SAO/HFC y el ciclo de vida de las sustancias

La eliminación del uso de sustancias tipo CFC y HCFC en cumplimiento de los calendarios de eliminación de SAO del Protocolo de Montreal y más recientemente de sustancias HFC, así como el aumento en la demanda de equipos de refrigeración y de aire acondicionado a escala mundial, entre otros factores, han provocado que cada año se acumulen grandes cantidades tanto de sustancias SAO y HFC y de los equipos que las contienen. Esto conforma lo que se denomina “bancos de SAO/HFC”.

Para efectos del presente Plan Nacional, los “bancos de SAO/HFC” los componen las sustancias agotadoras de la capa de ozono e hidrofluorocarbonos en uso, en desuso o sus residuos y los RAEE-RAC que las contienen. La figura 14 esquematiza el concepto de los bancos de SAO.

Entiéndase por “uso” la etapa en la cual las sustancias SAO y HFC se emplean como gases refrigerantes en diversas aplicaciones de refrigeración y de aire acondicionado, esto es, están contenidas en equipos de RAC en funcionamiento. Se incluyen las sustancias usadas como agentes de soplado que integran las espumas de poliuretano y que sirven como aislantes en los equipos de refrigeración.

También se consideran en uso los equipos de RAC sometidos a mantenimiento como parte de las rutinas para asegurar su funcionamiento y vida útil.

La etapa de “desuso” es aquella en que los equipos de RAC que contienen SAO/HFC que no están en uso, se almacenan en los establecimientos del propietario, operador o usuario final, ya sea porque van a ser utilizados a futuro o porque serán sometidos a mantenimiento antes de volver a usarse, sin que hayan sido descartados (residuos).

Por último, la etapa de “final de la vida útil” hace referencia a las sustancias y equipos de RAC que las contienen y que el propietario descarta, que pueden estar almacenados temporalmente en el establecimiento del generador o que salen de allí para ser gestionados mediante operaciones de aprovechamiento o recuperación (por ejemplo, regeneración, reciclaje) o para tratamiento o disposición mediante un gestor autorizado.



Figura 14. Conformación de los bancos de SAO/HFC

Fuente: elaboración propia





3.1.2 Etapas para la gestión de bancos de SAO/HFC

La gestión de los bancos de SAO debe abordarse con un enfoque integral. La logística y la tecnología de destrucción son a menudo los aspectos a los que se les da mayor relevancia; sin embargo, hay otros que pueden ser más complejos en un contexto particular, por ejemplo, la recolección de las sustancias para su recuperación o incluso el almacenamiento previo al manejo, que pueden marcar la diferencia entre una gestión exitosa de los bancos de SAO/HFC y una deficiente.

En la figura 15 se esquematizan los procesos principales y de apoyo de la gestión de bancos de SAO/HFC que los países pueden implementar, tomando en cuenta los lineamientos sugeridos por algunas agencias internacionales implementadoras de proyectos en el marco del Protocolo de Montreal.

Estas orientaciones consideran que la gestión de los bancos de SAO/HFC debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. Un conjunto adecuado de medidas de políticas y regulaciones (como planes, reglamentos, medidas fiscales y no reglamentarias) que permitan apalancar la gestión de todos los actores involucrados y que brinde una base jurídica sólida para su implementación. Siempre será deseable que las nuevas regulaciones que se expidan se encuadren en el marco existente de política ambiental.
2. Mecanismos de financiación sostenible, necesarios para la eliminación y para el establecimiento de infraestructura con miras a la recolección, transporte y almacenamiento de sustancias y equipos que las contienen.

Dentro de los mecanismos que se podrían implementar están los esquemas de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) para electrodomésticos de RAC; la responsabilidad financiera de los propietarios de

grandes sistemas de RAC sobre el mantenimiento adecuado y la gestión de residuos incluyendo el tratamiento de SAO después del desmantelamiento; impuesto o gravamen de importación; impuesto anticipado por eliminación y mercado voluntario de carbono.

Otro mecanismo es el apoyo al financiamiento climático y a la protección de la capa de ozono mediante aportes de países industrializados, por ejemplo, por medio del Fondo Multilateral del Protocolo de Montreal, de programas de cambio climático, del Fondo Verde para el Clima, del Fondo para el Medio Ambiente Mundial o del Banco Mundial.

3. Un mecanismo de recolección efectivo, que defina la responsabilidad de todos los actores involucrados. Si existe un sector informal es recomendable incorporarlo al mecanismo.
4. Una infraestructura funcional de recuperación y destrucción suficiente que permita el reciclaje y regeneración. Esto evita la acumulación de grandes cantidades de SAO/HFC en desuso que van a ser destruidas. Si se opta por la exportación, se debe acatar el procedimiento establecido por el Convenio de Basilea para el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos.

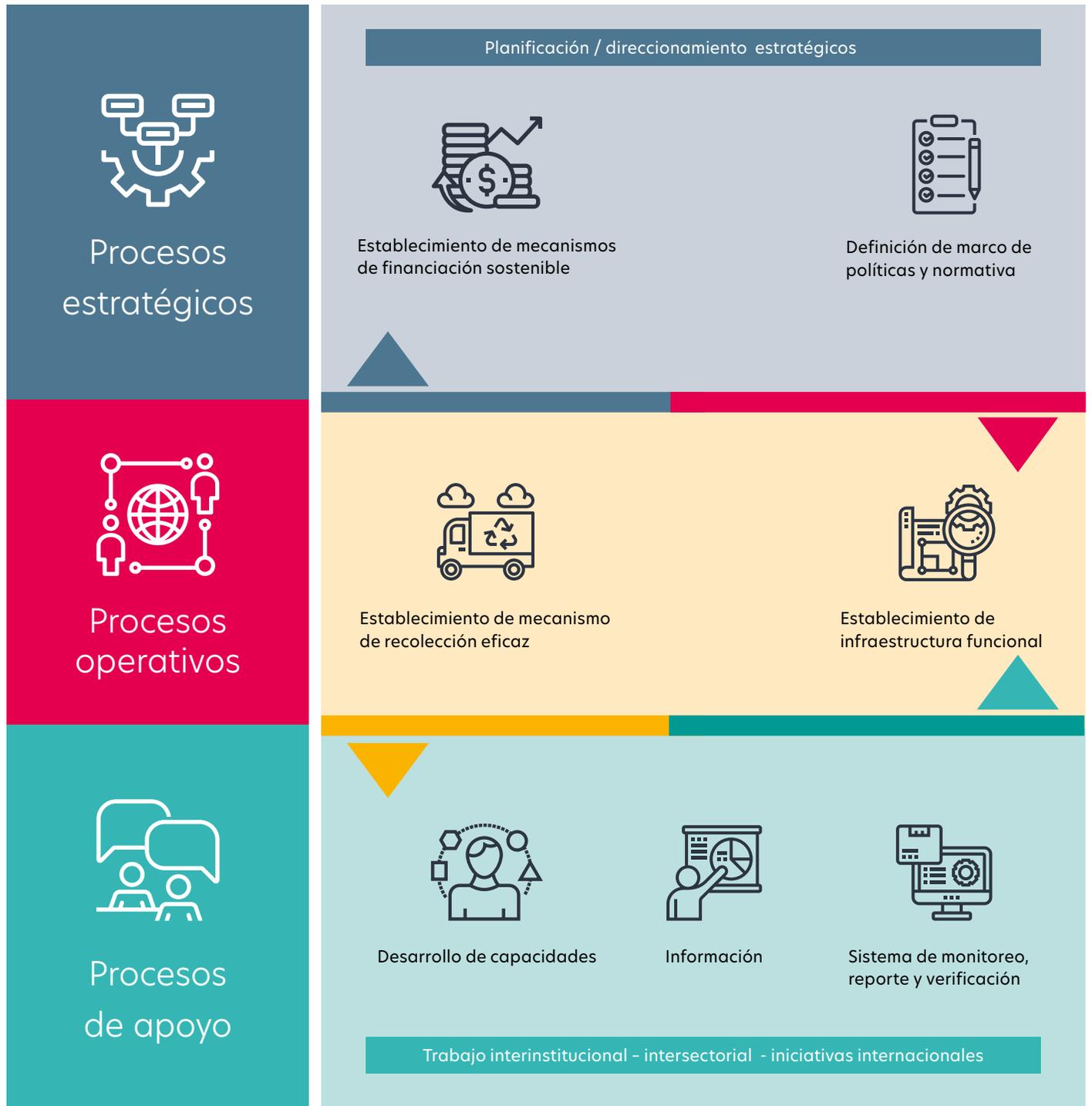
Para el éxito de la gestión se requerirán algunos procesos de apoyo complementarios a los principales, como la generación de información, un sistema de monitoreo, reporte y verificación (MRV) para el seguimiento de los procesos, el desarrollo de capacidades y un trabajo articulado con actores en los ámbitos interinstitucional e intersectorial y sinergias con diferentes iniciativas nacionales e internacionales.

En la gestión de bancos se utilizan los “niveles de esfuerzo” como la forma para referirse a la facilidad para acceder a los bancos de SAO para su gestión, lo que guarda relación directa con sus costos; para el efecto se utilizan los términos “bajo”, “medio” y “alto” como una aproximación al nivel de costo involucrado.



Figura 15. Mapa de procesos de la gestión de bancos de SAO/ HFC

Fuente: elaboración propia



3.1.3 Jerarquía en la gestión de los residuos

El principio de jerarquía establece las directrices para la selección de la mejor opción de gestión posible para los residuos y consiste en una secuencia ordenada de modalidades de gestión de menor a mayor impacto ambiental. El rango en la gestión de los residuos que se presenta en la figura 16 servirá de orden de prioridades a escala nacional para la gestión de los bancos de SAO/HFC.

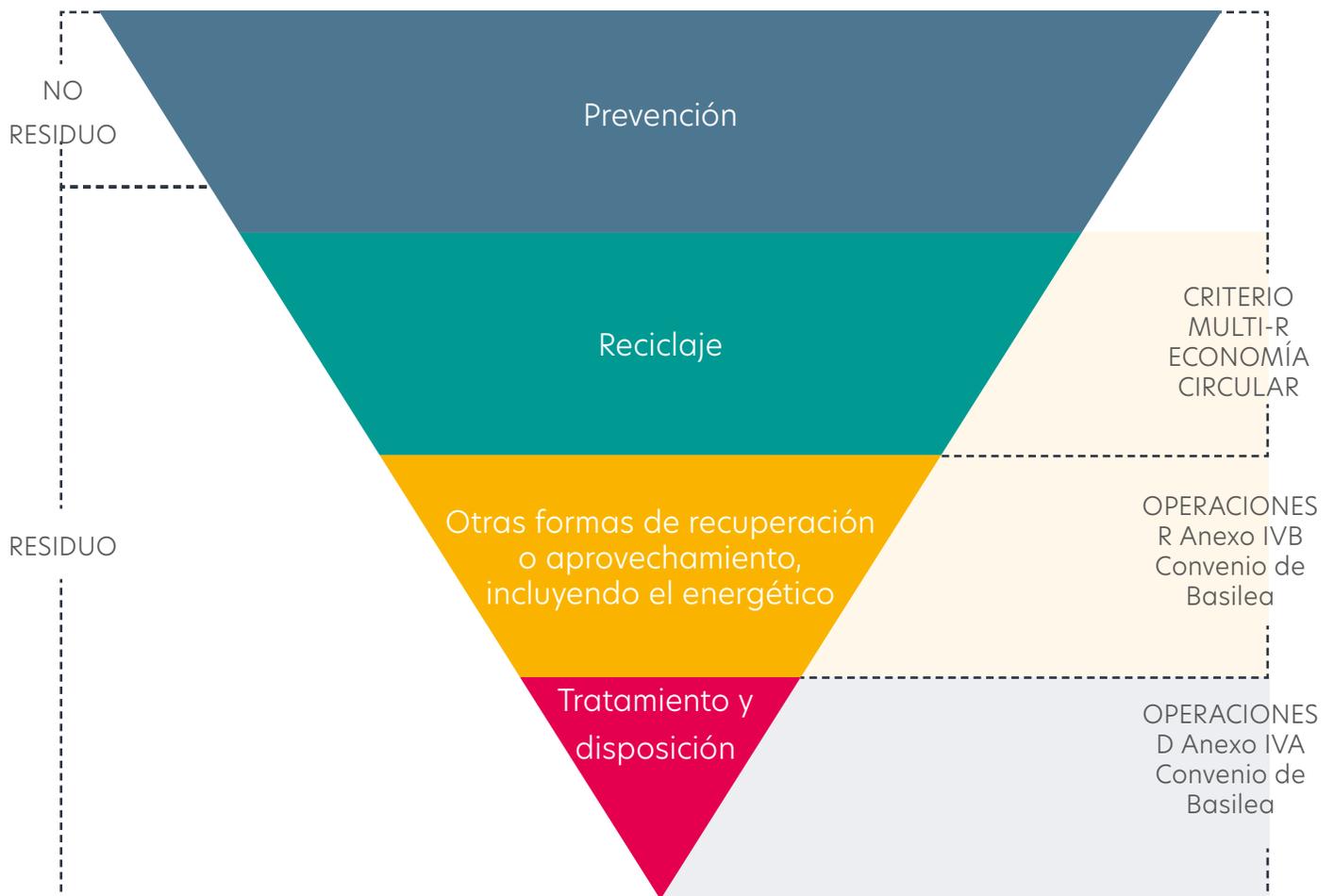
Para una mejor comprensión de la jerarquía a continuación se explican algunos conceptos:

La *prevención* comprende todas las medidas que se adoptan antes de que un objeto, material, sustancia o producto se ha convertido en un residuo [25], con el fin de reducir la cantidad de residuo o el contenido de sustancias peligrosas en materiales y productos. Las opciones de abordaje de esta etapa comprenden principalmente:



Figura 16. Jerarquía en la gestión de residuos peligrosos

Fuente: elaboración propia





- » Buenas prácticas de operación.
- » Cambios de tecnología.
- » Cambios de materias primas.
- » Cambios de productos.
- » La reutilización de productos, objetos o sustancias o alargamiento de su vida útil con el mismo propósito para el que fueron concebidos.

El *reciclaje* involucra toda operación de aprovechamiento o recuperación mediante la cual los materiales de los residuos se transforman de nuevo en productos, materiales o sustancias, tanto si es con la finalidad original como con cualquier otro propósito (generalmente entrañan el reprocesamiento de los residuos). Esta etapa es diferente a las relacionadas con el aprovechamiento o recuperación energética. Algunas formas de reciclaje comprenden:

- » Reciclaje de metales o compuestos metálicos.
- » La regeneración o la re-refinación de sustancias orgánicas o inorgánicas.

Otras formas de aprovechamiento o recuperación, incluyendo el energético. Tienen que ver con las operaciones que buscan recuperar la energía y los materiales contenidos en los residuos para reducir en parte el uso de combustibles convencionales (fósiles) y materias primas mediante su sustitución y aquellas operaciones en las que se aprovecha el valor energético de los residuos para utilizarlos como combustible. Esta etapa comprende las siguientes operaciones:

- » Coprocesamiento⁹ [26], es decir, el uso de combustibles y materias primas alternativos para recuperar energía y recursos.

9. Uso de materiales de desecho adecuados en los procesos de fabricación con el propósito de recuperar energía y recursos, para reducir en consecuencia el uso de combustibles y materias primas convencionales mediante su sustitución.

- » Utilización como combustible¹⁰ u otros medios de generar energía; esto implica que no se recuperan recursos.

El *tratamiento y la disposición* son las opciones menos sostenibles y se deben utilizar cuando no existan otras aplicables.

El *tratamiento* consiste en un proceso de transformación que busca reducir el volumen o disminuir la peligrosidad. Los más conocidos son:

- » Físicos/manuales
- » Químicos, físico/químicos
- » Biológicos
- » Térmicos

Finalmente, la *disposición* se refiere al confinamiento o la disposición de los residuos peligrosos en un terreno o en un lugar técnicamente diseñado para el efecto. La forma de disposición más habitual en el país es en celda o en relleno de seguridad.

Dentro de las diferentes etapas pueden presentarse *operaciones transitorias o provisionales* que usualmente se asocian con el almacenamiento temporal o con pretratamientos con el fin de acondicionar los residuos para una operación posterior.

3.1.4 Clasificación de los residuos de SAO y HFC

Los residuos de las sustancias agotadoras de la capa de ozono (CFC y HCFC) y de los hidrofluorocarbonos (HFC) son de carácter orgánico halogenado; los primeros contienen átomos de cloro y flúor en su estructura y los segundos contienen átomos de flúor.

10. Debe tenerse en cuenta que por lo general los residuos deben recibir tratamiento previo.

En términos de clasificación¹¹, la normativa ambiental colombiana establecida en el Título 6 del Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015 del sector ambiente y desarrollo sostenible ha adoptado la clasificación de residuos peligrosos del Convenio de Basilea, que se basa en el concepto de “**peligro**”¹²:

Los residuos o desechos incluidos en el Anexo I y Anexo II del presente decreto se considerarán peligrosos a menos que no presenten ninguna de las características de peligrosidad descritas en el Anexo III.

Los residuos de SAO y de HFC se clasifican en la corriente de residuos Y45 del Anexo I de “desechos que tengan como constituyentes: compuestos organohalogenados, que no sean las sustancias mencionadas en Y39, Y41, Y42, Y43, Y44¹³” o en la corriente de residuos Y41 del Anexo 1 “Desechos que tengan como constituyentes: solventes orgánicos halogenados” en el caso de algunas SAO y HFC que son solventes.

3.2 Marco de políticas

La Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos (2005), en proceso de actualización, la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE, 2017), la Política Nacional de Cambio Climático (2017), la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos (Conpes 3874, 2016) y la Es-

trategia Nacional de Economía Circular (2019) son algunas de las estrategias emanadas de diversos organismos nacionales que buscan contribuir a la gestión de las SAO, los HFC y sus residuos. Todas ellas incorporan acciones orientadas a la prevención y el cierre del ciclo de los materiales, la recuperación y la eliminación de sus residuos, desde la perspectiva del ciclo de vida del producto y a la generación de un cambio en los patrones de producción y consumo en la sociedad colombiana.

En la tabla 3 se describen algunas medidas que relacionan la gestión de las SAO y sus residuos con estas políticas[≤]

3.3 Marco normativo

Actualmente el marco normativo nacional respalda la aprobación del Protocolo de Montreal y sus enmiendas, el establecimiento del sistema de permisos para la importación y exportación de SAO, restricciones para el uso de SAO y algunas prohibiciones de fabricación e importación de sustancias, productos y equipos.

Adicionalmente existe en el país un marco reglamentario amplio para la gestión de residuos peligrosos y están en proceso de actualización algunas de las normas. La gestión de los bancos de SAO/HFC accesibles se enmarca en la regulación ambiental relacionada con la gestión integral de los RAEE.

En la tabla 4 se detalla la normativa relacionada con la gestión de los bancos de SAO/HFC.

11. El artículo 6 de la Ley 1252 de 2008 sobre residuos peligrosos establece que el Minambiente atenderá la clasificación propuesta en los sistemas de organización de las Naciones Unidas, los convenios internacionales sobre la materia y las organizaciones especializadas.

12. El peligro se refiere a toda propiedad inherente o intrínseca de los componentes o elementos que constituyen el residuo peligroso que le confiere la capacidad de provocar daños o efectos adversos a la salud humana o al ambiente.

13. Y39: fenoles, compuestos fenólicos, con inclusión de clorofenoles; Y41: solventes orgánicos halogenados; Y42: disolventes orgánicos, con exclusión de disolventes halogenados; Y43: cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados; Y44: cualquier sustancia del grupo de las dibenzoparadioxinas policloradas.

Tabla 3. Relación de la gestión de SAO con las políticas y estrategias nacionales

Fuente: elaboración propia

Instrumento	Objeto principal	Relación con la gestión de SAO/HFC
<p>Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos, 2005 (finalizó en 2018)</p>	<p>En el marco de la gestión integrada del ciclo de vida prevenir la generación de los Respel y promover su manejo ambientalmente adecuado, con el fin de minimizar los riesgos sobre la salud humana y el ambiente y de contribuir al desarrollo sostenible.</p>	<p>Esta política fijó lineamientos para la prevención, reducción de la generación y manejo ambientalmente adecuado de los residuos y para el impulso al aprovechamiento y reciclaje de los residuos.</p> <p>Definió un marco regulatorio para la gestión de los residuos peligrosos en el país, promovió la creación de infraestructura para el manejo de los Respel generados (empresas licenciadas), creó un sistema de información para la consolidación de información sobre la generación y gestión de residuos peligrosos y definió las responsabilidades de los diferentes actores relacionados con estos residuos.</p> <p>La política de 2005 contempló entre sus estrategias y acciones específicas las siguientes relacionadas con SAO:</p>
<p>Actualización de la Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos y Plan de acción (2021-2030)</p>	<p>Dentro de los objetivos específicos destaca: implementar los compromisos de los convenios Internacionales ratificados por el país, relacionados con sustancias y residuos peligrosos.</p> <p>La Política actualizada tiene como objetivo fortalecer y armonizar en el país la gestión integral de los residuos peligrosos, reconociendo las dinámicas y necesidades regionales y locales y los compromisos internacionales suscritos, con el fin de proteger el ambiente y la salud humana, y contribuir al desarrollo sostenible del país.</p>	<p> Gestión de residuos peligrosos controlados por convenios internacionales, que busca promover el cumplimiento de los compromisos internacionales relacionados con la prevención de la generación y eliminación de residuos peligrosos, en el marco de los convenios de Estocolmo y el Protocolo de Montreal.</p> <p> El plan de acción 2006-2010 consideró dentro de las acciones específicas el establecimiento de los estimativos de generación de residuos contaminados con SAO y la elaboración de una guía ambiental sobre el manejo adecuado de embalajes de SAO.</p> <p> El Plan de Acción 2011-2014 contempló el diseño del programa de sustitución de refrigerantes CFC y la eliminación de existencias de desechos</p> <p> El Plan de Acción 2015-2018 incluyó la promoción del desarrollo de: i) un proyecto piloto de investigación para el tratamiento de residuos de SAO mediante procesos térmicos de incineración para crear capacidad nacional; ii) la promoción de la certificación por competencias laborales en buenas prácticas de refrigeración y aire acondicionado, extendiendo su alcance al uso de los refrigerantes de bajo impacto ambiental; iii) el apoyo de procesos de sensibilización para promover la certificación por competencias laborales de los técnicos que realizan mantenimiento de equipos de refrigeración y aire acondicionado a escala regional; iv) el fortalecimiento y promoción del uso de la Red de Recuperación, Reciclaje y Regeneración de gases refrigerantes SAO y HFC y; v) la formulación y desarrollo de la Etapa I del Plan Nacional de Gestión de Bancos de SAO/HFC.</p>

Instrumento	Objeto principal	Relación con la gestión de SAO/HFC
<p>Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos, 2005 (finalizó en 2018)</p>		<p>La Política actualizada (2021-2030), plantea como acciones específicas:</p>
<p>Actualización de la Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos y Plan de acción (2021-2030)</p>		<div data-bbox="695 531 773 604" data-label="Image"> </div> <p>Expedir nuevas medidas reglamentarias para prevenir la liberación de SAO.</p> <div data-bbox="695 678 773 751" data-label="Image"> </div> <p>Desarrollar proyectos demostrativos para la sustitución de sustancias HCFC y HFC controladas por el Protocolo de Montreal.</p> <div data-bbox="695 863 773 936" data-label="Image"> </div> <p>Desarrollar estudios de investigación o evaluaciones para buscar alternativas de recuperación o valorización de residuos peligrosos que contienen sustancias controladas por el Protocolo de Montreal, como agentes de extinción de incendios y desechos de sustancias refrigerantes.</p>
<p>Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE, 2017)</p>	<p>Promover la gestión integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), armonizar las acciones de los diferentes actores involucrados y las políticas sectoriales, y fortalecer los espacios de coordinación interinstitucional y de participación ciudadana, para favorecer el desarrollo sostenible.</p>	<p>Esta política responde al principio de la responsabilidad extendida del productor (fabricante o importador) como el deber que tiene de gestionar los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, a lo largo de las diferentes etapas del ciclo de vida del producto y asigna obligaciones y responsabilidades a todos los actores de la cadena como los fabricantes e importadores, los comercializadores, los consumidores y los gestores de RAEE.</p> <p>Objetivo específico 2. Promover la gestión integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), con el fin de minimizar los riesgos sobre la salud y el ambiente. Su estrategia es el “Desarrollo y establecimiento de instrumentos para la recolección y gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)”.</p> <p>Una línea de acción a largo plazo de la estrategia contempla el diseño e implementación de sistemas de recolección y gestión de los RAEE acorde con el principio de la responsabilidad extendida del productor y la participación de todos los actores involucrados, mediante procesos de logística inversa o mecanismos equivalentes, con el fin de facilitar al consumidor la devolución de los RAEE, que incluyen equipos de refrigeración doméstica y comercial y de aire acondicionado.</p> <p>Otra línea trabajará en el diseño e implementación del Registro Nacional de Productores y Comercializadores de AEE permanentes o esporádicos como una de las principales herramientas de seguimiento y control de la gestión integral de RAEE.</p>

Instrumento	Objeto principal	Relación con la gestión de SAO/HFC
<p>Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE, 2017)</p>		<p>Objetivo específico 3. Incentivar el aprovechamiento de los RAEE de manera ambientalmente segura, como una alternativa para la generación de empleo y como un sector económicamente viable. La estrategia es la “transferencia tecnológica y desarrollo de infraestructura ambientalmente segura para el aprovechamiento de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)”.</p> <p>La línea de acción a mediano plazo de la estrategia contempla el desarrollo de cuatro proyectos o iniciativas para la identificación y manejo seguro de materiales o fracciones presentes en los RAEE, entre estos, las sustancias agotadoras de la capa de ozono (CFC, HCFC) y los HFC.</p>
<p>Política Nacional de Cambio Climático, 2017</p>	<p>Incorporar la gestión del cambio climático en las decisiones públicas y privadas para avanzar en una senda de desarrollo resiliente al clima y baja en carbono, que reduzca los riesgos del cambio climático y permita aprovechar las oportunidades que el cambio climático genera.</p>	<p>La política incluye la meta nacional de desarrollo bajo en carbono de mediano plazo, que corresponde a la reducción progresiva de las emisiones nacionales de GEI de 20 % (y hasta un 30 % condicionada) respecto a las emisiones proyectadas para 2030.</p> <p>Esta meta se establece para la totalidad de los sectores y las fuentes de emisiones nacionales y cubre los seis principales gases de efecto invernadero: CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC y SF₆.</p> <p>De manera específica se ha considerado como una medida de mitigación sectorial en la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) la reducción de emisiones de GEI por el uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (HFC), que comprende los resultados de programas/proyectos/actividades, asociados con la promoción del reemplazo de HFC por sustancias con menor potencial de calentamiento global por medio de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="683 1289 1211 1367">  <p>NAMA de refrigeración doméstica.</p> <li data-bbox="683 1409 1198 1486">  <p>Promoción de Distritos Térmicos.</p> <li data-bbox="683 1535 1390 1619">  <p>Promoción de la gestión ambientalmente adecuada de bancos de HFC.</p>
<p>Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible (2010)</p>	<p>Orientar el cambio de los patrones de producción y consumo de la sociedad colombiana hacia la sostenibilidad ambiental, contribuyendo a la competitividad de las empresas y al bienestar de la población.</p>	<p>La política incluye la estrategia de “Encadenamiento de actores hacia la producción y consumo sostenible”, que tiene como objetivo, optimizar el uso de recursos e insumos, el aprovechamiento de residuos, la difusión de buenas prácticas, tecnologías más limpias y, la comercialización de productos sostenibles, a través del encadenamiento de empresas y actores. De esta manera, la estrategia busca generar sinergias y colaboración entre empresas que apuntan a cambios grupales.</p>

Instrumento	Objeto principal	Relación con la gestión de SAO/HFC
<p>Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos (Conpes 3874, 2016)</p>	<p>Implementar la gestión integral de residuos sólidos como política nacional de interés social, económico, ambiental y sanitario, para contribuir al fomento de la economía circular, desarrollo sostenible, adaptación y mitigación al cambio climático.</p>	<p>Su enfoque es la gestión de los residuos no peligrosos y busca aportar al desarrollo sostenible y a la adaptación y mitigación del cambio climático, y plantea la base inicial para avanzar hacia la economía circular desde la gestión integral de residuos sólidos.</p> <p>Dentro de las acciones específicas se pretende establecer y reglamentar los procedimientos para el control del movimiento transfronterizo de residuos sólidos no peligrosos destinados a tratamiento y aprovechamiento.</p>
<p>Estrategia Nacional de Economía Circular (2019)</p>	<p>Promover la transformación productiva para maximizar el valor agregado de los sistemas industriales y agropecuarios y las ciudades sostenibles en términos económicos, ambientales y sociales, a partir de la circularidad, innovación tecnológica y colaboración en nuevos modelos de negocio.</p>	<p>Como parte de las líneas de acción priorizadas, esta estrategia contempla un plan de acción para el flujo de materiales industriales y productos de consumo masivo; con las acciones del plan se busca promover el aprovechamiento e iniciativas de economía circular, desde el enfoque de la REP, la promoción del aumento de la recolección y el aprovechamiento (recuperación, reciclaje y valorización) de materiales presentes en los Respel y los RAEE en el marco de las estrategias de gestión posconsumo, la gestión integral de residuos y el desarrollo de proyectos de investigación tecnológica para el manejo y aprovechamiento de sustancias refrigerantes de refrigeradores y equipos de acondicionamiento de aire.</p> <p>Los indicadores para el flujo de materiales industriales provenientes de RAEE y Respel son:</p> <ul style="list-style-type: none"> i) Toneladas gestionadas de refrigerantes controlados por el Protocolo de Montreal para su reutilización, meta: diez toneladas métricas (14.600 toneladas de CO₂ equivalentes) de refrigerantes recuperados a 2022. ii) Toneladas de materiales recuperados y reciclados provenientes de 100.000 refrigeradores sustituidos, meta: 6.000 toneladas métricas de materiales recuperados y reciclados a 2022.
<p>Programa Nacional para el Uso Racional y Eficiente de la Energía y Fuentes de Energía no Convencionales PROURE (2016)</p>	<p>Promover el mejor uso de los recursos energéticos, desde su producción hasta su consumo en los diferentes sectores y actividades de la economía.</p> <p>El objetivo general del PAI-PROURE 2017-2022 es definir las acciones estratégicas y sectoriales que permitan alcanzar las metas en materia de eficiencia energética.</p>	<p>El PAI-PROURE define las acciones estratégicas y sectoriales que permitan alcanzar las metas en materia de eficiencia energética que contribuyan a la seguridad energética y al cumplimiento de compromisos internacionales en temas ambientales.</p> <p>Para lograr ahorros energéticos en las aplicaciones de aire acondicionado, se implementarán estrategias encaminadas a promover la sustitución de los refrigerantes agotadores de ozono (SAO), por alternativas de bajo impacto ambiental que permitan la reducción de carga de refrigerantes y del consumo energético, y la adopción de nuevos sistemas más eficientes con sustancias de bajo impacto ambiental.</p> <p>Otra de las alternativas identificadas para mejorar la eficiencia energética en este sector, es la construcción de Distritos Térmicos, que ofrecen beneficios como el bajo impacto ambiental (reducción o eliminación de SAO y GEI), entre otros.</p>



Tabla 4. Normativa relacionada con la gestión de los bancos de SAO/HFC

Fuente: elaboración propia

Instrumento	Objeto principal	Relación con la gestión de SAO/HFC
Ley 29 de 1992	<p>“Por medio de la cual se aprueba el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias agotadoras de la capa de ozono” que se suscribió en Montreal el 16 de septiembre de 1987.</p> <p>En virtud del Protocolo de Montreal, Colombia, como país artículo 5, se obliga a controlar, reducir y eliminar el consumo de sustancias agotadoras de la capa de ozono.</p>	
Ley 306 de 1996	<p>“Por medio de la cual se aprueba la Enmienda de Copenhague al Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono”. Se suscribió en Copenhague, el 25 de noviembre de 1992.</p> <p>La enmienda modifica las sustancias HCFC controladas, listadas en el anexo C.</p>	
Ley 618 de 2000	<p>“Por medio de la cual se aprueba la Enmienda del Protocolo de Montreal aprobada por la Novena Reunión de las Partes”. Se suscribió en Montreal el 17 de septiembre de 1997.</p> <p>La enmienda establece un sistema de concesión de licencias para la importación y exportación de sustancias controladas nuevas, usadas, mezcladas y regeneradas, enumeradas en los anexos A, B y C.</p>	
		<p>Contempla entre sus principios:</p>
Ley 1252 de 2008	<p>“Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones”.</p>	<p> Aprovechar al máximo los residuos peligrosos susceptibles de ser devueltos al ciclo productivo como materia prima, para disminuir los costos de tratamiento y disposición final.</p> <p> Desarrollar planes y actividades acordes con la Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos, que resuelvan los graves problemas derivados de la generación y el manejo inadecuado de los residuos peligrosos.</p> <p>Artículo 9. Subsistencia de la responsabilidad: la responsabilidad integral del generador, fabricante, importador o transportador subsiste hasta que el residuo peligroso sea aprovechado como insumo o dispuesto finalmente en depósitos o sistemas técnicamente diseñados que no represente riesgos para la salud humana y el ambiente.</p>

Instrumento	Objeto principal	Relación con la gestión de SAO/HFC
Ley 1672 de 2013	“Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), y se dictan otras disposiciones”.	<p>Artículo 6°. Obligaciones:</p> <p>2. Del productor:</p> <p>a) El productor es responsable de establecer, directamente o a través de terceros que actúen en su nombre, un sistema de recolección y gestión ambientalmente segura de los residuos de los productos puestos por él en el mercado, de acuerdo con las disposiciones que para el efecto establezca el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Así mismo, es también responsable de administrar y financiar, por el modelo que elija, el sistema de gestión.</p> <p>5. De los gestores</p> <p>a) Cumplir con los estándares técnicos ambientales establecidos para la recolección y gestión de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE);</p> <p>b) Garantizar el manejo ambientalmente seguro de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), con el fin de prevenir y minimizar cualquier impacto sobre la salud y el ambiente, en especial cuando estos contengan metales pesados o cualquier otra sustancia peligrosa;</p> <p>c) Garantizar un manejo ambientalmente adecuado de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE).</p>
		Ley 1970 de 2019
Decreto 2082 de 1995	<p>“Por el cual se promulga el Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono”. Se suscribió en Montreal el 16 de septiembre de 1987.</p>	

Instrumento	Objeto principal	Relación con la gestión de SAO/HFC
<p>Decreto 1076 de 2015</p>	<p>“Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”.</p> <p>Título 6. Residuos peligrosos Capítulo 1, Sección 1</p> <p>En el marco de la gestión integral, el presente decreto tiene por objeto prevenir la generación de residuos o desechos peligrosos, así como regular el manejo de los residuos o desechos generados, con el fin de proteger la salud humana y el ambiente.</p> <p>Las disposiciones del presente decreto se aplican en el territorio nacional a las personas que generen, gestionen o manejen residuos y desechos peligrosos.</p>	<p>Artículo 2.2.5.1.2.2. Actividades especialmente controladas. Sin perjuicio de sus facultades para ejercer controles sobre cualquier actividad contaminante, se considerarán como actividades, sujetas a prioritaria atención y control por parte de las autoridades ambientales, las siguientes: literal f) las actividades industriales que generen, usen o emitan sustancias sujetas a los controles del Protocolo de Montreal, aprobado por la Ley 29 de 1992.</p> <p>Artículo 2.2.5.1.6.1 literales d) corresponde al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible dictar medidas para restringir la emisión a la atmósfera de sustancias contaminantes y para restablecer el medio ambiente deteriorado por dichas emisiones y e) modificar o ampliar la lista de sustancias contaminantes del aire de uso restringido o prohibido.</p> <p>Artículo 2.2.5.1.6.1 párrafo 2: establece los requisitos que el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo deberá exigir para la importación de bienes, equipos o artefactos que impliquen el uso de sustancias sujetas a los controles del Protocolo de Montreal y demás normas sobre protección de la capa de ozono estratosférico.</p> <p>Artículo 2.2.6.1.3.7. Obligaciones del gestor o receptor.</p> <p>Artículo 2.2.2.3.2.3. Competencia y exigibilidad de la licencia ambiental. Competencia de las Corporaciones Autónomas Regionales. Las Corporaciones Autónomas Regionales, las de Desarrollo Sostenible, los Grandes Centros Urbanos y las autoridades ambientales creadas mediante la Ley 768 de 2002, otorgarán o negarán la licencia ambiental para los siguientes proyectos, obras o actividades, que se ejecuten en el área de su jurisdicción:</p> <p>10. La construcción y operación de instalaciones cuyo objeto sea el almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento, recuperación o disposición final de residuos o desechos peligrosos y la construcción y operación de rellenos de seguridad para residuos hospitalarios en los casos en que la normatividad sobre la materia lo permita.</p> <p>11. La construcción y operación de instalaciones cuyo objeto sea el almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento (recuperación/reciclado) o disposición final de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) y de residuos de pilas o acumuladores.</p>

Instrumento	Objeto principal	Relación con la gestión de SAO/HFC
Decreto 284 de 2018	<p>“Por el cual se adiciona el Decreto 1076 de 2015, Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con la Gestión Integral de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos - RAEE y se dictan otras disposiciones”.</p>	<p>Este decreto reglamenta la Ley 1672 de 2013 y aplica en todo el territorio nacional a los productores, comercializadores, usuarios o consumidores de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) y los gestores de RAEE, así como a las autoridades involucradas en la gestión integral de los aparatos y sus residuos.</p>
Resolución 528 de 1997	<p>“Por medio de la cual se prohíbe la producción de refrigeradores, congeladores y combinación de refrigerador-congelador, de uso doméstico, que contengan o requieran para su producción u operación clorofluorocarbonos (CFC), y se fijan requisitos para la importación de los mismos”.</p> <p>Prohibición a la producción de equipos de refrigeración con CFC</p>	
Resolución 304 de 2001	<p>“Por la cual se adoptan medidas para la importación de sustancias agotadoras de la capa de ozono”, del Anexo A, grupo I, así como medidas para cupos y visto bueno de importación.</p>	
Resolución 2120 de 2006	<p>“Por la cual se prohíbe la importación de las sustancias agotadoras de la capa de ozono listadas en los Grupos II y III del Anexo C del Protocolo de Montreal, y se establecen medidas para controlar las importaciones de las sustancias agotadoras de la capa de ozono listadas en el Grupo I del Anexo C del Protocolo de Montreal”.</p>	
Resolución 1652 de 2007	<p>“Por la cual se prohíbe la fabricación e importación de equipos y productos que contengan o requieran para su producción u operación las sustancias agotadoras de la capa de ozono listadas en los Anexos A y B del Protocolo de Montreal, y se adoptan otras determinaciones”.</p>	
Resolución 909 de 2008	<p>“Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones”.</p>	
Resolución 2329 de 2012	<p>“Por la cual se prohíbe la importación de las sustancias agotadoras de la capa de ozono listadas en los Grupos II y III del Anexo C del Protocolo de Montreal, se establecen medidas para controlar las importaciones de las sustancias agotadoras de la capa de ozono listadas en el Grupo I del Anexo C del Protocolo de Montreal y se adoptan otras disposiciones”.</p>	

Instrumento	Objeto principal	Relación con la gestión de SAO/HFC
Resolución 171 de 2013	“Por la cual se prohíbe la fabricación e importación de refrigeradores, congeladores y combinaciones de refrigerador-congelador, de uso doméstico, que contengan o requieran para su producción u operación las sustancias hidroclorofluorocarbonadas (HCFC), listadas en el Anexo C del Protocolo de Montreal, y se adoptan otras determinaciones”.	
Resolución 2749 de 2017	“Por la cual se prohíbe la importación de las sustancias agotadoras de la capa de ozono listadas en los Grupos II y III del Anexo C del Protocolo de Montreal, se establecen medidas para controlar las importaciones de las sustancias agotadoras de la capa de ozono listadas en el Grupo I del Anexo C del Protocolo de Montreal y se adoptan otras disposiciones”.	
Resolución 2267 de 2018	“Por la cual se modifica el artículo 102 de la Resolución 909 de 2008 en cuanto a los residuos permitidos mediante tratamiento térmico en instalaciones de incineración de residuos y/o desechos peligrosos y hornos cementeros que realicen coprocesamiento”. Incluye en el literal j: Residuos de sustancias clorofluorocarbonadas (CFC), hidroclorofluorocarbonadas (HCFC) e hidrofluorocarbonadas (HFC) en estado sólido, líquido o gas, bien sea puro o como parte de mezclas, únicamente en hornos rotatorios que cuenten con un sistema de control de alimentación enlazado y dependiente del sistema de monitoreo continuo de emisiones y del sistema de control de la operación del horno; y siempre y cuando se registre la cantidad de cloro que ingresa al horno durante la alimentación de los residuos.	
Resolución 2507 de 2018	“Por la cual se extiende la vigencia de las Resoluciones 1652 de 2007 y 0171 de 2013”.	
Resolución 0480 de 2020 (MinCIT)	“Por la cual se implementa el Registro de Productores y Comercializadores de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RPCAEE) y se establecen sus requisitos”.	El Registro de Productores y Comercializadores de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RPCAEE) aplica a los equipos clasificados en las subpartidas arancelarias señaladas en el Anexo 1 de la resolución, que incluye aire acondicionado y refrigeración. Lo deben cumplir todos los productores y comercializadores de AEE clasificados en las subpartidas establecidas.
Resolución modificatoria 0768 de 2020 (MinCIT)	“Por la cual se implementa el Registro de Productores y Comercializadores de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RPCAEE) y se establecen sus requisitos”.	Los productores deben suministrar información anualizada de las importaciones de AEE, información de los aparatos fabricados y de las exportaciones. Deben indicar si cuenta con sistema de recolección y gestión de RAEE para los productos importados o fabricados.
		Por su parte el comercializador debe aportar información sobre las categorías y subcategorías de los AEE que comercializan, y si cuentan con sistema de recolección y gestión de RAEE para los productos comercializados.

3.4 Marco institucional

El país cuenta con una institucionalidad en el sector ambiental que ha desarrollado las condiciones para la regulación y control de las SAO/HFC en cumplimiento de las medidas de eliminación establecidas por el Protocolo de Montreal y de los sistemas de recolección y gestión de los RAEE bajo el marco de la REP.

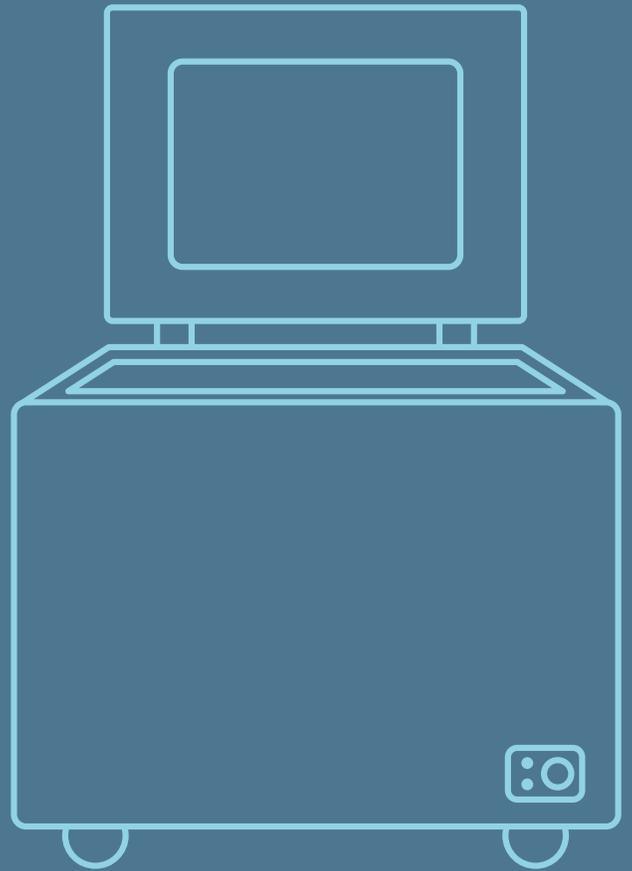
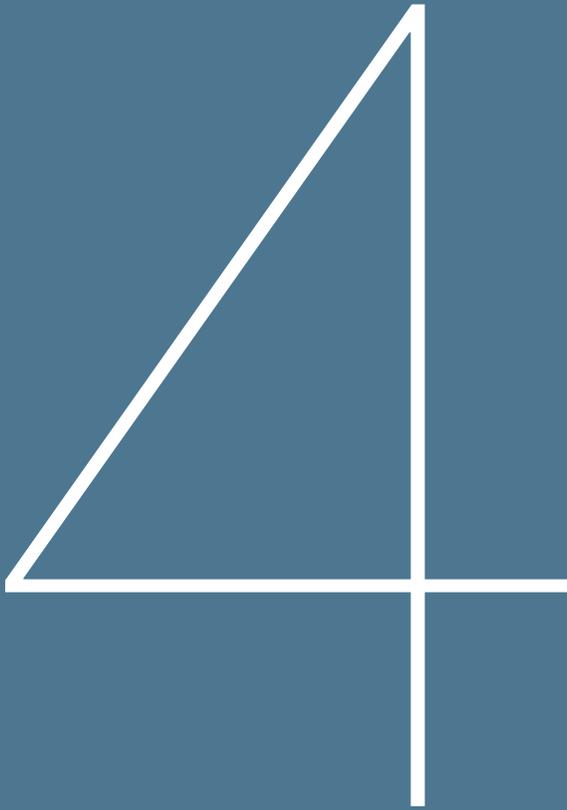
En el orden central o nacional se encuentra el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente), como ente rector del sector; la Unidad Técnica Ozono (UTO) encargada del diseño e implementación de las estrategias de eliminación del consumo de las SAO, con el fin de dar cumplimiento a los compromisos adquiridos por Colombia ante el Protocolo de Montreal y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), entidad competente para otorgar las licencias ambientales para la importación de las sustancias controladas por el Protocolo de Montreal y los vistos buenos para la importación y exportación de estas sustancias, autorizar los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y para evaluar y realizar el seguimiento y control ambiental a los planes y sistemas de devolución de residuos posconsumo.

En el ámbito regional están las autoridades ambientales urbanas y regionales que autorizan y hacen el seguimiento a las empresas gestoras que realizan o prestan los servicios de almacenamiento, aprovechamiento (regeneración/reciclaje), tratamiento o disposición final de los Respel, como los residuos de SAO/HFC y de los RAEE, vigilan la generación y el manejo de los residuos peligrosos en sus jurisdicciones y la implementación de los sistemas de información relacionados, entre otras funciones. Por su parte, en los territorios los municipios deben identificar y localizar áreas potenciales para la ubicación de la infraestructura para el manejo de Respel en los Planes de Ordenamiento Territorial (POT), apoyar los programas sobre residuos peligrosos que establezcan las autoridades ambientales e impulsar campañas de sensibilización y educación

a la ciudadanía, con el fin de promover la gestión integral de estos residuos.

Otros actores que intervienen a escala sectorial en la gestión de SAO/HFC y AEE y de los RAEE y Respel, según sus funciones, son las autoridades de los sectores comercio, salud, transporte y aduanas.

Adicionalmente, la Ley 1672 de 2013 estableció las responsabilidades del Gobierno nacional en cabeza de los Ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible y de Comercio, Industria y Turismo, los productores, los comercializadores, los usuarios y los gestores encargados del manejo y la gestión integral de los RAEE. Adicionalmente esta ley creó el Comité Nacional de RAEE que opera como un órgano consultivo de Minambiente en temas estratégicos y que funciona desde hace más de cinco años y en el que participan el Gobierno, los gremios que representan a los productores y los gestores de residuos.



Diagnóstico

▶ 57

La información disponible de equipos que contienen SAO/HFC y sobre sus residuos es limitada y presenta falencias

▶ 58

La capacidad técnica para la desinstalación de equipos de RAC que contienen SAO/HFC y la gestión de los residuos presenta falencias

▶ 59

Poca educación y conciencia ambiental de los diferentes actores relacionados con la gestión de los bancos de SAO/HFC para prevenir la liberación de estas sustancias al ambiente

▶ 52

Existen liberaciones de SAO/HFC intencionales y no intencionales durante el ciclo de vida de los equipos de RAC que las contienen

▶ 54

La capacidad de recolección de residuos de SAO/HFC y de RAEE que las contienen es escasa y la infraestructura para su gestión insuficiente

El presente diagnóstico se ha construido con base en las experiencias alcanzadas por la UTO en el desarrollo de proyectos, la percepción de diferentes actores involucrados en la gestión de bancos de SAO/HFC recopilada por medio de entrevistas y encuestas¹⁴ y ha utilizado la metodología de marco lógico en la elaboración del árbol de problemas de un proyecto, mediante la cual se buscó identificar claramente la dificultad que se pretende solucionar, los efectos y las causas que lo originan; del árbol de problemas surgió el árbol de objetivos, que plantea soluciones (estados positivos) y establece los objetivos general y específicos del plan, que se detallan en el numeral 5.2.

Sin desconocer los evidentes avances con respecto a la gestión de las SAO y HFC en el sector de refrigeración y acondicionamiento de aire, en el país se identifican algunas falencias o limitaciones que deben abordarse para lograr una gestión suficientemente robusta y amplia, que abarque las etapas de uso, desuso y final de la vida útil tanto de las sustancias SAO/HFC como de los equipos que las contienen, y que como fin último busque evitar o reducir las liberaciones de estas sustan-

cias al ambiente. La “insuficiente gestión de los bancos de SAO/HFC” es el problema central y a partir de él se identificaron las causas (barreras) que lo provocan y los efectos que generan.

Con base en el árbol de problemas (Anexo 2) se identificó lo siguiente:

4.1 Existen liberaciones de SAO/HFC intencionales y no intencionales durante el ciclo de vida de los equipos de RAC que las contienen

Durante la operación de los equipos de RAC es común que se presenten algunas fugas o liberaciones no intencionales de gases refrigerantes SAO/HFC, que generalmente los usuarios no evitan ni controlan. La necesidad de recarga del gas refrigerante en los equipos de RAC en uso es indicio de que ya han ocurrido pérdidas o liberaciones de estas sustancias al ambiente; un ejemplo son las fugas de refrigerante que se presentan en los equipos de refrigeración en supermercados, que pueden alcanzar pérdidas hasta del 25 % anual.

14. Encuestas en línea realizadas a usuarios finales de equipos de RAC y entrevistas a gestores licenciados. UTO, 2021.



En Colombia no hay lineamientos nacionales ni reglamentación que sancione la liberación intencional de SAO y HFC, aunque se encuentra en estudio un proyecto de resolución que prohibirá la “liberación intencional” de SAO y HFC.

Tampoco se exige a los usuarios finales de los equipos de RAC que contienen SAO/HFC que identifiquen y controlen las fugas no intencionales de refrigerante que se presentan frecuentemente en los equipos de RAC (por ejemplo, en las unidades condensadoras y sistemas centralizados de RAC) ni que documenten las pérdidas ni las acciones adoptadas para solucionarlas. De consultas realizadas a diversos usuarios finales de equipos de RAC sobre si disponen de un sistema de control de fugas de gases refrigerantes, solo el 50 % de los grandes consumidores manifestó tenerlo mientras que prácticamente la totalidad de los medianos y pequeños consumidores de equipos de RAC dijo que no miden ni controlan las fugas. Es de anotar que es importante contar con referentes en el uso de los equipos de RAC que contengan SAO/HFC que orienten a los usuarios finales sobre buenas prácticas ambientales.

En actividades como las de mantenimiento de equipos de RAC en uso también se presentan fugas de refrigerantes, en muchos casos provocadas por el bajo conocimiento técnico de las personas que intervienen los equipos y manipulan las sustancias, que no aplican buenas prácticas ambientales.

El SENA ha otorgado un total de 13.559 certificaciones de competencia laboral en buenas prácticas de refrigeración en Colombia¹⁵, entre 2006 y 2020. Es importante anotar que la certificación tiene una vigencia de tres (3) años, por lo que el número de certificaciones expedidas incluye las renovaciones realizadas por algunos técnicos.

A pesar del avance que se ha dado en más de una década en la certificación por competencia laboral de los técnicos en refrigeración, el cubrimiento del proceso es limitado y está supeeditado a la disponibilidad de recursos del SENA, principalmente para la asignación del personal que lidera las certificaciones en las distintas regiones del país. Del personal técnico de mantenimiento consultado en encuestas, el 83,3 % dijo haber tenido dificultades para acceder a las certificaciones ofrecidas por esa entidad estatal; por otra parte, el 66,7 % de las empresas encuestadas dice que otra de las fallas que se presenta en este aspecto es la falta de capacitación técnica del personal que hace el mantenimiento de los equipos de RAC.

4.2 La capacidad de recolección de residuos de SAO/HFC y de RAEE que las contienen es escasa y la infraestructura para su gestión insuficiente

No obstante, los buenos resultados logrados hasta el momento con el trabajo de la Red R&R&R para la recuperación¹⁶, reciclaje y regeneración de SAO/HFC se identifican falencias relacionadas con el cubrimiento de los servicios de recolección que prestan algunos de los centros de acopio y con la capacidad instalada para gestionar adecuadamente los refrigerantes usados o desechados.

Durante los últimos seis años, la Red ha acopiado 23,7 t de refrigerante y se han regenerado 13,0 t, entre R-22 y R-134a¹⁷; sin embargo, no cuenta con

15. Hoy está vigente la Norma Sectorial de Competencia Laboral NSCL 291901031: Intervenir el sistema de refrigeración según manuales de buenas prácticas en refrigeración y tipo de refrigerante

16. Para efectos de las actividades de la Red R&R&R “recuperar” significa remover, en cualquier condición, el gas refrigerante de un sistema y almacenarlo en un contenedor externo retornable, sin analizarlo ni procesarlo [32].

capacidad para la regeneración de otros refrigerantes HFC, en especial de la serie 400 y R-507, que se prevé saldrán a gestión durante la próxima década. Aunque se promueve la regeneración y el reciclaje de los refrigerantes usados, ha venido creciendo la cantidad de sustancias almacenadas en los centros de regeneración de la red a la espera de su destrucción mediante tratamiento térmico. Cabe anotar que el país no tiene infraestructura licenciada para este tipo de tratamiento.

De acuerdo con cifras de la red, en 2019 los centros de regeneración almacenaron para posterior tratamiento térmico el 73 % del total de los gases refrigerantes acopiados, lo que deja de manifiesto la necesidad de fomentar el reciclaje o la regeneración de los gases refrigerantes usados antes que su tratamiento. Para ello se hace también necesario que el usuario final y los técnicos de mantenimiento apliquen buenas prácticas ambientales en el manejo de estas sustancias, para evitar su contaminación o variación de sus características que impidan posteriormente su regeneración.

Con respecto a este tema, en consultas realizadas a empresas y técnicos de servicios de mantenimiento de equipos de RAC, solo el 16,7 % manifestó que utiliza en la prestación de sus servicios tanto refrigerante regenerado como virgen, mientras que el 83,3 % utiliza solo el virgen. Una de las principales barreras que se presentan para promover la utilización de refrigerantes regenerados es precisamente que debe competir con los precios del gas refrigerante virgen, en un mercado que es muy cambiante.

Por otro lado, en cuanto al manejo dado a los refrigerantes usados que han sido retirados de los equipos, el 57 % de los técnicos indica que los entrega directamente a un gestor autorizado de residuos peligrosos para su destrucción, mientras que un 20 % lo desecha como residuo ordinario y solo un 14,3 % lo entrega a un centro de regeneración.

En lo que respecta a los RAEE-RAC, el 69,2 % de los usuarios finales de AEE consultados indicó que gestiona los residuos mediante gestores licenciados para RAEE, el 7,7 % los entrega al programa posconsumo Red Verde y el 15,4 % los entrega a recicladores informales. Al ser consultados sobre los principales obstáculos que identifican para la gestión de los RAEE-RAC, cerca del 50 % manifiesta que son los altos costos de la gestión y la falta de disponibilidad de gestores autorizados en su región.

Por otra parte, los gestores de RAEE-Respel manifestaron que la destrucción de las espumas de poliuretano de los equipos de refrigeración demanda un porcentaje apreciable de la gestión del RAEE, de aproximadamente el 40 % del costo total. Hoy las espumas de poliuretano con agente de soplado SAO se retiran manualmente de los equipos, se compactan en sistemas abiertos y no en máquinas de trituración encapsuladas (lo que implica necesariamente liberaciones al ambiente del agente espumante con SAO), se emban y transportan para ser coprocesadas en horno cementero y en algunos casos a disposición en relleno de seguridad. Se estima que de la recuperación manual de la espuma de poliuretano resulta una pérdida entre el 10 % y el 33 % del agente de soplado [18].

Es necesario realizar investigaciones adicionales y explorar nuevos desarrollos tecnológicos para apalancar el establecimiento de tecnologías alternativas o complementarias tendientes a recuperar o aprovechar estos residuos y dar un manejo ambientalmente adecuado a las espumas de poliuretano con SAO.

En cuanto a la destrucción de SAO por tratamiento en horno de alta temperatura, se han realizado pruebas piloto de incineración de CFC que han mostrado que la incineración de SAO puede hacerse acorde con condiciones controladas y previas adecuaciones de los sistemas de tratamiento (en el cargue, control de la alimentación, entre otros), a una rata de 3 a 5 kilos/hora, mientras que de otro tipo de residuos se pueden incinerar 1.000 kilos/hora. Esto hará que el costo del tratamiento térmico de estas sustancias sea superior al de otros residuos y que la capacidad pueda llegar a ser limitada para atender la demanda nacional.

17. Cifras de 2015 a 2019 y primer trimestre de 2020 (Red R&R&R).



Se requerirá entonces que en el corto plazo se cuente con una o más empresas nacionales licenciadas para el tratamiento térmico de gases refrigerantes con SAO y que se pueda proceder con la eliminación de existencias de los residuos almacenados en instalaciones de gestores licenciados.

Por otro lado, se debe revisar y cuantificar la capacidad nacional para la gestión tanto de las sustancias SAO/HFC como de los RAEE disponibles, de cara a las proyecciones de final de vida útil de los diferentes equipos de los subsectores de RAC, para evaluar la necesidad real de creación o no de capacidad instalada adicional para atender la demanda nacional de esa gestión. Por mencionar un caso específico, de acuerdo con cálculos realizados en 2016 sobre la capacidad instalada para la gestión de neveras recolectadas en el marco de la NAMA de refrigeración doméstica, las metas de recolección en 2017 y 2018 se podían cubrir, respectivamente, con el 49 % y 98 % de la capacidad instalada de gestores RAEE autorizados; sin embargo, a partir de 2019 se tendría un déficit de tal capacidad que podía llegar a excederla en un 228 % hacia 2021. La meta de la NAMA es la recolección y gestión de 300.000 neveras domésticas en cinco años.

Con respecto a este tema, los gestores autorizados de RAEE consultados manifestaron que tienen capacidad suficiente para adaptarse a las necesidades del mercado, esto es, que podrían ampliar suficientemente su capacidad para atender la demanda, en la medida en que se aumente la reposición y recolección de equipos de refrigeración doméstica.

Desde su inicio hasta el primer trimestre de 2020 se habían gestionado algo más de 14.000 unidades de neveras mediante la Corporación para la gestión posconsumo Red Verde. Por otro lado, la práctica común entre los usuarios de refrigeración doméstica es almacenar por tiempo indeterminado estos aparatos que han llegado al final de su vida útil. También es usual que los entreguen a recuperadores informales y chatarreros o simplemente que los abandonen en espacios públicos.

Por eso es preciso reglamentar en el corto plazo los sistemas de recolección y gestión de residuos

posconsumo RAEE-RAC que estarán a cargo de los productores de AEE-RAC e incentivar a los usuarios finales de equipos que contienen SAO/HFC de los diferentes subsectores de RAC, mediante estrategias contundentes, para que entreguen al posconsumo o a los gestores de RAEE licenciados los equipos cuando termine su vida útil o caigan en desuso, para su adecuado manejo.

Con el apoyo de EMPA Suiza se han realizado algunos estudios sobre el sector informal en la gestión e iniciativas en programas de RAEE ya regulados para involucrar asociaciones de recicladores informales; sin embargo, no se ha trabajado con el sector informal en lo que respecta a la gestión de los RAEE-RAC que contienen SAO/HFC.

4.3 La información disponible de equipos que contienen SAO/HFC y sobre sus residuos es limitada y presenta falencias

El conocimiento de las cantidades SAO y HFC que conforman los bancos nacionales de estas sustancias es un aspecto primordial para que, en concordancia con dicha información, se encaminen las estrategias y acciones que eviten su liberación a la atmósfera.

Si bien a partir de los inventarios elaborados se pueden hacer proyecciones razonables sobre los bancos de SAO/HFC disponibles para gestión en los subsectores de refrigeración doméstica y comercial (equipos autocontenidos) y de aire acondicionado estacionario, con respecto a los bancos disponibles de los demás equipos del subsector comercial y el subsector industrial no se cuenta con información robusta que permita estimar de una manera más precisa cuándo las SAO y HFC, así como los equipos que las contienen, van a estar disponibles para su gestión al final de la vida útil. Además, los inventarios existentes de los bancos requerirán de actualización periódica.

A finales de 2020 se dio inicio en el país a la implementación del Registro de productores y comercializadores de aparatos eléctricos y electrónicos (RP-CAEE), que permitirá identificar a los productores (importadores y fabricantes nacionales) de AEE, que deben reportar información anual específica sobre los equipos que ponen en el mercado, discriminados por partidas arancelarias. No obstante, este registro no suministra información sobre especificaciones técnicas de los equipos, razón por la cual no será posible conocer cifras reales sobre tipo y cantidades de refrigerantes utilizadas.

Por otro lado, se han encontrado falencias en cuanto a la calidad de la información reportada en el Registro de generadores de residuos o desechos peligrosos sobre residuos de gases refrigerantes con SAO/HFC; este sistema no permite capturar información separada sobre las SAO en la corriente de residuos Y45 - *Desechos que tengan como constituyentes: compuestos organohalogenados, que no sean las sustancias mencionadas en Y39, Y41, Y42, Y43, Y44*, de otros residuos halogenados reportados en la misma corriente, por lo que no se pueden obtener cifras contundentes sobre las cantidades de residuos de SAO y HFC ni sobre su gestión. Por otro lado, algunos generadores de residuos peligrosos no siempre están familiarizados con las características de los gases refrigerantes con SAO/HFC y los reportan en corrientes de residuos distintas a la Y45. Caso similar ocurre con la corriente de residuos Y41.

4.4 La capacidad técnica para la desinstalación de equipos de RAC que contienen SAO/HFC y la gestión de los residuos presenta falencias

El manejo adecuado de los equipos de RAC que contienen SAO/HFC durante las operaciones de instalación, mantenimiento y desinstalación es

primordial para evitar la liberación de estas sustancias al ambiente, tanto como el cuidadoso manejo de los RAEE-RAC al momento de su desmantelamiento, en especial los que contienen espumas de poliuretano con agente de soplado SAO.

De las encuestas realizadas con usuarios finales de equipos de RAC se evidenció que el personal que los interviene, ya sea en las etapas de uso o de desuso, no siempre es certificado o tiene experiencia específica para hacer el mantenimiento o la desinstalación. En ocasiones los usuarios finales recurren a los servicios del personal técnico disponible que no siempre es calificado o tiene la capacitación específica en la manipulación adecuada de los equipos, debido también, en cierta medida, a los altos costos que representa contratar servicios especializados.

En los últimos años la UTO ha adelantado diversas acciones de fortalecimiento como talleres, asistencia técnica y elaboración de guías técnicas, entre otras, encaminadas a mejorar la capacidad de técnicos en el manejo adecuado de las SAO y HFC, que han estado más enfocadas en las buenas prácticas en la instalación y en el mantenimiento; sin embargo, la desinstalación de equipos de RAC que contienen estas sustancias no se ha abordado específicamente y es sabido que durante esta operación muchas veces se manipulan los equipos de manera inadecuada, por lo que se liberan a la atmósfera los gases refrigerantes.

Otra actividad en la que se presentan liberaciones de SAO/HFC contenidas en los equipos de RAC es el desensamble de los RAEE-RAC, tanto el que se hace de manera formal en las instalaciones de gestores licenciados como el que realizan recicladores informales. De acuerdo con la información suministrada por gestores licenciados, si bien el personal operativo recibe capacitación en la adecuada manipulación de los residuos con SAO/HFC y en la aplicación de buenas prácticas ambientales en el desensamble, en la recuperación de espuma hay limitaciones ya que se hace de forma manual y se compacta en sistemas abiertos que ocasionan necesariamente liberaciones al ambiente del agente espumante.

Asimismo, manifestaron la necesidad de hacer reentrenamiento al personal.

4.5 Poca educación y conciencia ambiental de los diferentes actores relacionados con la gestión de los bancos de SAO/HFC para prevenir la liberación de estas sustancias al ambiente

Los usuarios finales de equipos de RAC que contienen SAO/HFC no siempre son conscientes de la importancia que tiene su manejo ambientalmente adecuado para evitar las liberaciones no intencionales de estas sustancias. En el uso de estos equipos y en aquellos que se encuentran en desuso almacenados en los establecimientos de los usuarios finales, ocurren en muchos casos liberaciones de las sustancias en distintos momentos, por ejemplo, durante la operación misma de los equipos por fugas no controladas, durante el mantenimiento, en la desinstalación o durante el almacenamiento de aquellos en desuso; así mismo no siempre se identifican y controlan las fugas de los gases refrigerantes. Los usuarios finales consultados desconocen el tema y consideran que es necesario acceder a campañas de divulgación sobre la importancia del buen manejo de gases refrigerantes y recibir capacitación técnica.

Por ello, para lograr que las acciones que se adopten para reducir las liberaciones intencionales y no intencionales de SAO/HFC tengan la repercusión que se busca en el sector de refrigeración y acondicionamiento de aire, se debe trabajar en la implementación de estrategias y acciones de sensibilización, divulgación y capacitación masiva para ampliar su cobertura, de acuerdo con las necesidades del público al que vayan dirigi-

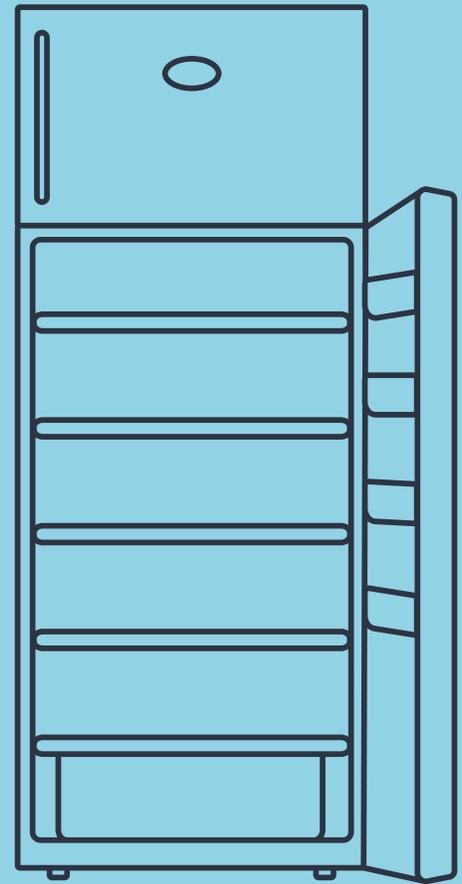
das, para que haya una mejora significativa en la conciencia ambiental de las personas sobre los efectos perjudiciales que provocan las liberaciones a la atmósfera de las SAO/HFC, en las distintas etapas de su ciclo de vida.

Un ejemplo de la falta de conciencia ambiental de los ciudadanos en general se evidencia a la hora de sustituir su refrigerador antiguo, ya que en muchos casos prefieren entregarlo al mercado informal (chatarreros) que le paga por el equipo desechado, pero que no le asegura la gestión ambientalmente adecuada. Esta situación debería tenerse en cuenta para definir acciones que incentiven la devolución de estos equipos al final de su vida útil por medio de los mecanismos que se dispongan para tal fin. Las acciones que se planteen se deberían articular y complementar con las que se desarrollen en el marco de la Política para la Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE).

Además, otros actores como los gestores y las autoridades ambientales requieren sensibilizarse en la importancia de la prevención y control de las liberaciones de SAO/HFC, por lo que deben incluirse en programas y jornadas de capacitación. Las autoridades ambientales presentan limitantes para ejercer funciones propias de IVC, principalmente por dificultades para identificar y hacer control y seguimiento, en especial a los pequeños y medianos generadores de residuos peligrosos e incluso a los gestores licenciados, y por la baja capacidad técnica del talento humano, entre otras razones [27].



5



Marco estratégico

▶ 62
Principios

▶ 62
Objetivos

▶ 64
Líneas estratégicas

Este capítulo resume en primera instancia los principios rectores bajo los cuales se rige la gestión de residuos peligrosos y de RAEE y por tanto la gestión de los bancos de SAO/HFC. Incluye la descripción de los objetivos general y específicos del Plan nacional para la gestión de bancos de SAO/HFC y relaciona las líneas estratégicas planteadas con miras a su cumplimiento.

5.1 Principios

En la tabla 5 se relacionan los principios más relevantes que orientarán la gestión de los bancos de SAO/HFC, en el marco de este Plan Nacional y de las políticas ambientales de residuos relacionadas.

5.2 Objetivos

5.2.1 General

El objetivo de este Plan Nacional es fortalecer la gestión de los bancos de SAO/HFC, teniendo en cuenta la problemática nacional y los compromisos asumidos por el país en el marco del Protocolo de Montreal, con el fin de prevenir y controlar

los impactos ambientales negativos que generan estas sustancias sobre la capa de ozono y su contribución significativa al cambio climático.

5.2.2 Específicos

De acuerdo con el diagnóstico presentado, los objetivos específicos de este Plan Nacional son:

1. Prevenir y controlar las liberaciones de SAO/HFC intencionales y no intencionales, de los equipos de RAC que las contienen, durante todo su ciclo de vida.
2. Mejorar la capacidad de recolección y manejo de los residuos de SAO/HFC y de los RAEE que los contienen.
3. Consolidar información sobre los equipos de RAC que contienen SAO/HFC y sus residuos, para la toma de decisiones.
4. Fortalecer las competencias técnicas para la gestión ambientalmente racional de los bancos de SAO/HFC.
5. Afianzar los procesos de educación y concientización ambiental sobre la gestión de los bancos de SAO/HFC.

**Tabla 5.** Principios que orientan la gestión de bancos de SAO/HFC

Fuente: elaboración propia

Principio	Concepto	
	Prevención	<p>Se debe prevenir la generación de los residuos en la fuente, tanto en cantidad como en su peligrosidad e involucrar, en consecuencia, sistemas productivos más eficientes, sustitución de materias primas por otras no peligrosas o de menor peligrosidad y cambios tecnológicos, entre otras prácticas de producción y consumo sostenible.</p>
	Precaución	<p>No podrá invocarse la falta de certeza científica para dejar de implementar las medidas necesarias que conduzcan a disminuir el riesgo de daños para el medio ambiente y la salud humana, derivados del manejo de residuos peligrosos.</p>
	El que contamina paga	<p>El que genera un residuo es el directamente responsable de este hecho y de internalizar los costos asociados a las externalidades negativas relacionadas con su generación y manejo.</p>
	Jerarquía en la gestión de los residuos	<p>En la gestión de residuos se dará prelación, en su orden, a: 1) la prevención; 2) el aprovechamiento o la recuperación de materiales; 3) otras formas de aprovechamiento o recuperación incluyendo la energética y 4) el tratamiento o la disposición final.</p>
	Enfoque de ciclo de vida del producto	<p>Este enfoque examina un producto y su paso por las distintas etapas de su ciclo de vida: extracción de materias primas, fabricación, envasado, transporte, distribución, venta, uso y gestión al final de su vida, es decir, cuando entra en el sistema de gestión de residuos.</p>
	Responsabilidad del generador en todas las etapas de la gestión del residuo	<p>El generador debe garantizar el manejo ambientalmente racional de los residuos peligrosos desde su generación hasta su eliminación. Esta responsabilidad subsiste hasta que el residuo se aprovecha o dispone finalmente.</p>
	Responsabilidad Extendida del Productor (REP)	<p>La REP es el principio por el cual los productores (fabricantes e importadores) asumen la responsabilidad financiera de sus productos una vez que se convierten en residuos. El objetivo último es estimular la inversión en la eficiencia de los materiales para reducir la cantidad de residuos generados, y en el diseño ecológico para ampliar el ciclo de vida de los productos y materiales.</p>

Principio	Concepto
 <p>Acceso a la información y participación públicas</p>	<p>La gestión de residuos debe basarse en un adecuado manejo de la información con el objetivo de asegurar la disponibilidad y accesibilidad de cualquier actor interesado. Así mismo, se deben establecer mecanismos para promover la participación de los diferentes actores sociales en la toma de decisiones.</p>
 <p>Proximidad/Menos movimientos transfronterizos</p>	<p>Los residuos deben gestionarse preferentemente lo más cerca de su origen, tanto por razones de seguridad como por su costo. Este principio se asocia con el principio de autosuficiencia y debe aplicarse en forma flexible en función de las realidades de cada región.</p>
 <p>Autosuficiencia</p>	<p>Se debe procurar que la gestión de residuos se realice dentro del territorio donde se generan, siempre y cuando ello sea posible desde los puntos de vista ambiental, social y económico. Este principio debe ser aplicado en forma flexible y procurando promover la reducción de los movimientos transfronterizos.</p>

5.3 Líneas estratégicas

Según estos objetivos se plantean seis líneas estratégicas para la ejecución del Plan Nacional para la Gestión de Bancos de SAO/HFC (Fase RAC), orientadas a construir sobre los desarrollos existentes y a adoptar medidas complementarias para lograr los objetivos propuestos.

Las líneas estratégicas se enmarcan en tres tipos de procesos: 1) los estratégicos, determinantes para orientar y dinamizar la gestión de los bancos de SAO/HFC y fundamentales para el logro de las metas nacionales; 2) los operativos, que brindan condiciones clave para apoyar la gestión de los bancos de SAO/HFC de manera ambientalmente adecuada y 3) los de apoyo, que constituyen un soporte de los procesos operativos y estratégicos.

Las líneas estrategias del Plan son:

E1. Sectores fortalecidos en la gestión de los bancos de SAO/HFC

E2. Gestión institucional

E3. Fomento de la capacidad de recolección y de manejo de los residuos de SAO/HFC

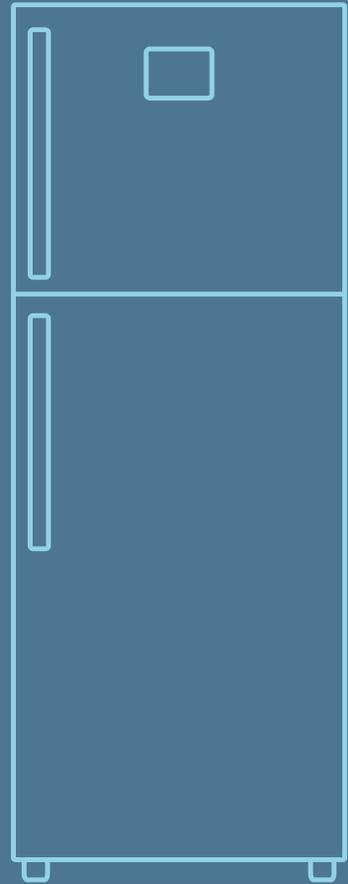
E4. Gestión de la información

E5. Asistencia técnica y desarrollo de competencias

E6. Educación y concientización ambiental

En el siguiente capítulo se presenta el Plan de Acción específico por desarrollar hasta 2030 y las metas generales al mismo año. El plan discrimina los responsables de cada acción, los actores de apoyo, los plazos de ejecución y las metas e indicadores correspondientes.

Las líneas estratégicas y cada una de las acciones definidas en el plan de acción para implementarlas, buscan en conjunto el cumplimiento de los objetivos trazados. Aunque las acciones tienen que ver con una estrategia en particular, muchas de ellas apalancan el cumplimiento de más de un objetivo específico.



Plan de acción

Plan de acción 2021 - 2030

Objetivo general Fortalecer la gestión de los bancos de SAO/HFC con el fin de reducir y controlar los impactos ambientales negativos que generan estas sustancias.

Metas nacionales del Plan de Acción

1. A 2030 se han gestionado de manera ambientalmente adecuada, mediante regeneración, reciclaje o tratamiento térmico 386,1 toneladas métricas de SAO/HFC, a partir de equipos de refrigeración y acondicionamiento de aire, recolectados a través de los Sistemas de recolección y gestión (SRyG) de RAEE, bajo la REP (línea base de 2020). Lo anterior corresponde a la reducción de 190.181 toneladas de CO₂ eq en 2030.

2. Al año 2030 se ha aumentado en un 95% el total de gases refrigerantes SAO/HFC regenerados a través de los centros de R&R&R (línea base de 2020)

Objetivos específicos

1.	Prevenir y controlar las liberaciones de SAO/HFC intencionales y no intencionales, de los equipos de RAC que las contienen, durante todo su ciclo de vida
2.	Mejorar la capacidad de recolección y manejo de los residuos de SAO/HFC y de los RAEE que los contienen
3.	Consolidar información sobre los equipos de RAC que contienen SAO/HFC y sus residuos, para la toma de decisiones
4.	Fortalecer las competencias técnicas para la gestión ambientalmente racional de los bancos de SAO/HFC
5.	Afianzar los procesos de educación y concientización ambiental sobre la gestión de los bancos de SAO/HFC

Convenciones

SAO: sustancia agotadora de la capa de ozono; HFC: hidrofluorocarbono; RESPEL: residuo peligroso; RAC: refrigeración y acondicionamiento de aire; RAEE: residuo de aparatos eléctricos y electrónicos; Red R&R&R: Red de recuperación, reciclaje y regeneración de gases refrigerantes; SRyG de RAEE: sistemas de recolección y gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos REP: responsabilidad extendida del productor

(*) El cumplimiento de la meta requerirá de financiamiento para la inversión tecnológica y sustitución de equipos

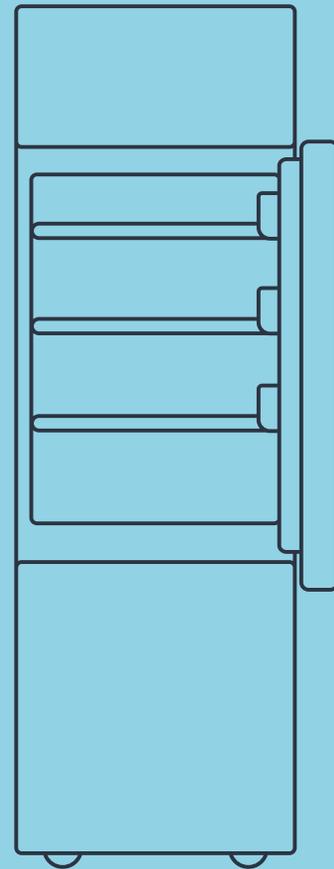
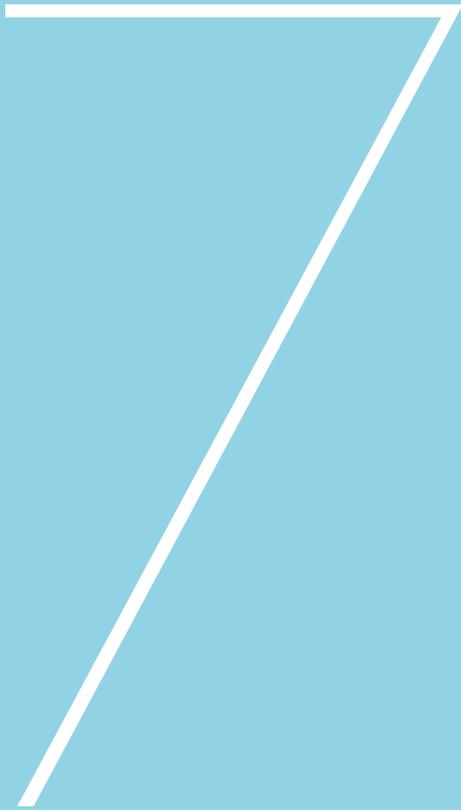
(**) Sectores inicialmente priorizados; de acuerdo con la dinámica de la acción, se podrá posteriormente integrar otros sectores o cambiar los ya contemplados

(***) Energéticamente eficientes y con gases refrigerantes con PAO cero y muy bajo PCG

Líneas estratégicas	Acciones prioritarias	Etapa del ciclo de vida	Responsable líder	Responsable de apoyo	Meta	Indicador de seguimiento	Periodo estimado de ejecución	Objetivo específico intervenido		
Procesos estratégicos										
E1. SECTORES FORTALECIDOS EN LA GESTIÓN DE LOS BANCOS DE SAO/HFC	1	Promover entre los sectores productivos usuarios de RAC, la adopción de procesos de actualización tecnológica de bajo impacto ambiental (***) para que dinamicen la gestión final ambientalmente adecuada de los bancos de SAO/HFC existentes.	Uso	Minambiente UTO Asociaciones gremiales Empresas del sector	A 2030 se encuentran en ejecución al menos dos programas para la actualización tecnológica con cadenas de supermercados y empresas del sector salud (*) (**)	Programas en ejecución	2023-2030	1	2	4
	2	Promover el cambio o retrofit en sistemas de refrigeración que se encuentran en funcionamiento, para que incluyan nuevas tecnologías de bajo impacto ambiental (***), la recuperación del refrigerante y la gestión ambientalmente adecuada de los residuos generados.	Uso	Minambiente UTO Asociaciones gremiales Empresas del sector	A 2030 se encuentran en implementación al menos dos proyectos en dos sectores usuarios de equipos RAC en funcionamiento (*)	Proyectos en ejecución	2023-2030	1	2	4
	3	Diseñar estímulos/incentivos dirigidos a usuarios finales y a técnicos de mantenimiento de equipos de RAC que contengan SAO/HFC, para aumentar los indicadores de recuperación de SAO/HFC y de recolección y gestión de estos RAEE-RAC.	Uso	Minambiente UTO	A 2024 se han diseñado al menos 2 tipos de estímulos/incentivos para usuarios finales y técnicos de mantenimiento (*) A 2030 se han implementado los estímulos/incentivos diseñados para usuarios finales y técnicos de mantenimiento (*)	Incentivos o estímulos diseñados y en implementación	2022-2030	1	2	4
	4	Adoptar medidas regulatorias para que los propietarios, operadores o usuarios finales de los equipos de RAC en los sectores comercial e industrial, prevengan las liberaciones de SAO/HFC intencionales y controlen las no intencionales.	Uso Desuso	Minambiente UTO	A 2023 se ha prohibido la liberación intencional de SAO/HFC en el país y se han establecido requisitos para el control de fugas en equipos de RAC que contienen estas sustancias	Acto administrativo expedido	2021-2023	1		
E2. GESTIÓN INSTITUCIONAL	5	Promover medidas de gestión para que la prestación de servicios de mantenimiento de equipos de RAC que contienen SAO y HFC, la hagan personas (naturales o jurídicas) calificadas para tal fin.	Uso Desuso	Minambiente UTO	A 2024 se encuentra en ejecución al menos una (1) medida adoptada	Medidas adoptadas	2021-2024	1		4

Líneas estratégicas	Acciones prioritarias	Etapa del ciclo de vida	Responsable líder	Responsable de apoyo	Meta	Indicador de seguimiento	Periodo estimado de ejecución	Objetivo específico intervenido	
Procesos operativos									
E3. Fomento de la capacidad de recolección y de manejo de residuos de saó/hfc	6	Ampliar la capacidad de la Red R&R&R para el almacenamiento y para el manejo de refrigerantes con SAO/HFC, con énfasis en la regeneración de los HFC.	Final de la vida útil	Minambiente UTO	Centros de acopio y regeneración	Para 2025 se dispone de al menos una infraestructura funcional para la regeneración de R-404A, R-410A y R-507 (*)	Infraestructura funcional para la regeneración de R-404A, R-410A y R-507	2021-2030	2
	7	Incentivar entre los usuarios finales de sectores específicos y de técnicos de mantenimiento de equipos de RAC el uso de los servicios de los centros de acopio y centros de recuperación, reciclaje y regeneración vinculados a la Red R&R&R.	Final de la vida útil	Minambiente UTO	Asociaciones gremiales Empresas del sector	A 2030 se han desarrollado acciones para incentivar el uso de la Red R&R&R en al menos tres (3) sectores productivos usuarios de RAC	Acciones ejecutadas Sectores productivos usuarios de RAC incentivados	2021-2030	2
	8	Brindar acompañamiento técnico para la evaluación de tecnologías para la destrucción de SAO/HFC y su viabilización en el país e incentivar el uso de los servicios de tratamiento térmico y otras tecnologías evaluadas en instalaciones licenciadas.	Final de la vida útil	Minambiente UTO	Gestores de Respel Autoridades ambientales, regionales y urbanas Academia	A partir de 2022 se brinda acompañamiento técnico a gestores de Respel en la evaluación de tecnologías para la destrucción de SAO/HFC y su viabilización en el país	Acciones de acompañamiento técnico desarrolladas	2022-2024	2
	9	Establecer un espacio de trabajo con gestores licenciados de RAEE y RESPEL para la búsqueda de soluciones conjuntas que redunden en la creación de capacidad (en términos de disponibilidad y cobertura geográfica) para el reciclaje u otras formas de aprovechamiento de espumas de poliuretano con SAO.	Final de la vida útil	Minambiente UTO Gestores RAEE y Respel licenciados	Autoridades ambientales regionales y urbanas	A 2022, se cuenta con un espacio de trabajo concertado con gestores licenciados para fomentar el aprovechamiento de espumas de poliuretano con SAO	Espacio de trabajo definido y en actividad	2022-2030	2
	10	Brindar acompañamiento técnico a los SRyG de RAEE que se establezcan para poner en marcha la normativa que se expida para la recolección y gestión de RAEE-RAC, principalmente comercial.	Final de la vida útil	Minambiente UTO	Productores ANLA Autoridades ambientales regionales y urbanas	A partir de 2022 se brinda acompañamiento técnico a los SRyG de RAEE	Acciones de acompañamiento técnico desarrolladas	2022-2023	1 2 4

Líneas estratégicas	Acciones prioritarias	Etapa del ciclo de vida	Responsable líder	Responsable de apoyo	Meta	Indicador de seguimiento	Periodo estimado de ejecución	Objetivo específico intervenido			
Procesos de apoyo											
E4. Gestión de la información	11	Actualizar el inventario de bancos de SAO/HFC para los subsectores de RAC.	Uso Desuso	Minambiente UTO	Empresas del sector	A partir de 2022 se cuenta con el inventario de bancos de SAO/HFC actualizado (cada cuatro años)	Inventario actualizado	2023-2030	2	3	
	12	Realizar ajustes en el aplicativo del Registro de Generadores de residuos peligrosos para la mejora de la calidad de la información sobre la generación y manejo de residuos SAO/HFC que reportan los generadores de RESPEL del país.	Final de la vida útil	Minambiente UTO	Ideam Autoridades ambientales regionales y urbanas	A 2022 se ha mejorado la calidad de la información que se reporta en el Registro de generadores de residuos peligrosos sobre generación y manejo de residuos SAO/HFC.	Mejoras realizadas en el Registro	2021-2023	2	3	
E5. Asistencia técnica y desarrollo de competencias	13	Integrar referentes técnicos sobre la gestión integral de los bancos de SAO/HFC en los documentos técnicos y en las actividades de capacitación dirigidas a diferentes grupos de interés, como usuarios finales de equipos de RAC, técnicos, gestores y autoridades ambientales.	Uso Desuso	Minambiente UTO	Asociaciones gremiales Empresas del sector	A 2025 se han integrado referentes técnicos sobre buenas prácticas ambientales en el uso y desuso de los equipos que contienen SAO/HFC en documentos técnicos. A 2030 se han capacitado al menos 3.000 personas	Referentes técnicos elaborados Personas capacitadas Grupos de interés beneficiados	2022-2030	4	5	
	14	Desarrollar una guía técnica sobre mejores prácticas ambientales para la desinstalación de equipos de RAC que contengan SAO/HFC, dirigida a técnicos de mantenimiento y un programa de capacitación de la guía.	Uso Desuso	Minambiente UTO	Asociaciones gremiales Empresas del sector	A 2024 se ha preparado una guía técnica sobre mejores prácticas ambientales para la desinstalación de equipos de RAC que contengan SAO/HFC. A 2026 se ha ejecutado un programa de capacitación de la guía técnica elaborada	Guía publicada y socializada Programa de capacitación ejecutado	2021-2026	4	5	
E6. Educación y concientización ambiental	15	Desarrollar una estrategia de sensibilización dirigida a los usuarios finales que promueva el cumplimiento de las medidas normativas y la aplicación de las buenas prácticas en la gestión integral de los bancos de SAO/HFC y de los equipos RAC que las contienen.	Uso Desuso	Minambiente UTO Asociaciones gremiales Empresas del sector	Autoridades ambientales regionales y urbanas	A 2025 se ha formulado la estrategia de sensibilización. A 2030 se ha ejecutado la estrategia de sensibilización.	Eventos realizados Sectores beneficiados	2022-2025	1	3	5
	16	Desarrollar una estrategia de sensibilización de la mano de los productores de equipos de RAC que contienen SAO/HFC, para incentivar la devolución de los RAEE-RAC por medio de sistemas de recolección selectiva acorde con la REP.	Final de la vida útil	Minambiente UTO Productores	Autoridades ambientales regionales y urbanas Municipios Comercializadores	A 2022 se ha formulado la estrategia de sensibilización. A 2025 se ha ejecutado la estrategia de sensibilización.	Eventos realizados Sectores beneficiados	2021-2025	1	2	5



Seguimiento, evaluación y financiación del plan



Seguimiento y evaluación



Fuentes de financiación

Este capítulo hace mención al seguimiento y evaluación de los resultados de la implementación de las líneas estratégicas definidas, con el fin de determinar en el mediano y largo plazo el grado de cumplimiento de los objetivos del Plan Nacional para la gestión de Bancos de SAO/HFC; asimismo, relaciona distintas opciones de financiación que pueden apalancar la ejecución de algunas de las acciones prioritarias planteadas en el Plan de Acción 2021-2030.

7.1 Seguimiento y evaluación

La implementación del Plan para la gestión de los bancos de SAO/HFC implica la necesidad de efectuar un seguimiento y monitoreo a los resultados alcanzados desde la perspectiva del cumplimiento de los objetivos y el avance de las actividades planteadas en el Plan de Acción 2021-2030, lo que demanda la participación y el compromiso de un conjunto de actores públicos y privados.

El seguimiento y avance de la ejecución de las acciones propuestas para el cumplimiento de los objetivos se realizará por medio de los indicadores de producto y las metas planteadas en el Plan de Acción 2021-2030 y será coordinado y desarrollado por la Unidad Técnica Ozono (UTO) del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con el apoyo de los involucrados.

El seguimiento será anual; el reporte inicia en diciembre de 2022 y el informe de cierre se realizará con corte a 31 de diciembre de 2030. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

podrá publicar informes periódicos de avances y resultados para informar a la ciudadanía y a los organismos internacionales.

Con base en los resultados de los avances, de las necesidades y de las lecciones aprendidas se podrán hacer los ajustes que se consideren pertinentes, teniendo en cuenta el objetivo y las metas generales del plan.

Al finalizar el periodo de implementación en 2030, se evaluará el cumplimiento de los objetivos y de las metas propuestas, a la luz de sus contribuciones a la reducción de emisiones al ambiente de SAO/HFC. Desde la perspectiva aquí propuesta, la evaluación busca examinar sus resultados mediante la utilización de criterios de eficacia, eficiencia y percepción de satisfacción de los participantes.

7.2 Fuentes de financiación

Para el desarrollo de las actividades propuestas en el Plan de acción, los actores involucrados en su implementación gestionarán y priorizarán, en el marco de sus competencias, recursos físicos y económicos para la financiación de las que estén a su cargo. Se buscará apalancar inversiones del sector privado, la academia o las ONG y gestionar recursos de cooperación internacional.

Considerando que las acciones prioritarias del Plan de acción requerirán necesariamente de financiación para su ejecución, en la tabla 6 se relacionan las acciones con sus posibles fuentes de financiación y en la tabla 7 se listan instituciones y programas que pueden convertirse en fuentes de recursos.



Tabla 6. Acciones prioritarias y sus posibles fuentes de financiación

Fuente: elaboración propia

- Presupuesto nacional
- Cooperación internacional
- Financiación nacional: inversiones del sector privado y líneas de crédito nacionales

Líneas estratégicas	Acciones prioritarias				
Procesos estratégicos					
E1. Sectores fortalecidos en la gestión de los bancos de saó/hfc	1	Promover entre los sectores productivos usuarios de RAC, la adopción de procesos de actualización tecnológica de bajo impacto ambiental para que dinamicen la gestión final ambientalmente adecuada de los bancos de SAO/HFC existentes.	X	X	X
	2	Promover el cambio o retrofit en sistemas de refrigeración que se encuentran en funcionamiento, para que incluyan nuevas tecnologías de bajo impacto ambiental, la recuperación del refrigerante y la gestión ambientalmente adecuada de los residuos generados.	X	X	X
	3	Diseñar estímulos/incentivos dirigidos a usuarios finales y a técnicos de mantenimiento de equipos de RAC que contengan SAO/HFC, para aumentar los indicadores de recuperación de SAO/HFC y de recolección y gestión de estos RAEE-RAC.	X	X	
E2. Gestión institucional	4	Adoptar medidas regulatorias para que los propietarios, operadores o usuarios finales de los equipos de RAC en los sectores comercial e industrial, prevengan las liberaciones de SAO/HFC intencionales y controlen las no intencionales.	X		
	5	Promover medidas de gestión para que la prestación de servicios de mantenimiento de equipos de RAC que contienen SAO y HFC, la hagan personas (naturales o jurídicas) calificadas para tal fin.	X		

Presupuesto nacional

Cooperación internacional

Financiación nacional: inversiones del sector privado y líneas de crédito nacionales

Líneas estratégicas

Acciones prioritarias

Procesos operativos

E3. Fomento de la capacidad de recolección y de manejo de residuos de SAO/HFC	6	Ampliar la capacidad de la Red R&R&R para el almacenamiento y para el manejo de refrigerantes con SAO/HFC, con énfasis en la regeneración de los HFC.		X	X
	7	Incentivar entre los usuarios finales de sectores específicos y de técnicos de mantenimiento de equipos de RAC el uso de los servicios de los centros de acopio y centros de recuperación, reciclaje y regeneración vinculados a la Red R&R&R.		X	X
	8	Brindar acompañamiento técnico para la evaluación de tecnologías para la destrucción de SAO/HFC y su viabilización en el país e incentivar el uso de los servicios de tratamiento térmico y otras tecnologías evaluadas en instalaciones licenciadas.	X	X	X
	9	Establecer un espacio de trabajo con gestores licenciados de RAEE y RESPEL para la búsqueda de soluciones conjuntas que redunden en la creación de capacidad (en términos de disponibilidad y cobertura geográfica) para el reciclaje u otras formas de aprovechamiento de espumas de poliuretano con SAO.	X	X	X
	10	Brindar acompañamiento técnico a los SRyG de RAEE que se establezcan para poner en marcha la normativa que se expida para la recolección y gestión de RAEE-RAC, principalmente comercial.	X	X	

Presupuesto nacional

Cooperación internacional

Financiación nacional: inversiones del sector privado y líneas de crédito nacionales

Líneas estratégicas

Acciones prioritarias

Procesos de apoyo

E4. Gestión de la información	11	Actualizar el inventario de bancos de SAO/HFC para los sub-sectores de RAC.	X	X	
	12	Realizar ajustes en el aplicativo del Registro de Generadores de residuos peligrosos para la mejora de la calidad de la información sobre la generación y manejo de residuos SAO/HFC que reportan los generadores de RESPEL del país.	X		
E5. Asistencia técnica y desarrollo de competencias	13	Integrar referentes técnicos sobre la gestión integral de los bancos de SAO/HFC en los documentos técnicos y en las actividades de capacitación dirigidas a diferentes grupos de interés, como usuarios finales de equipos de RAC, técnicos, gestores y autoridades ambientales.	X	X	
	14	Desarrollar una guía técnica sobre mejores prácticas ambientales para la desinstalación de equipos de RAC que contengan SAO/HFC, dirigida a técnicos de mantenimiento y un programa de capacitación de la guía.	X	X	
E6. Educación y concientización ambiental	15	Desarrollar una estrategia de sensibilización dirigida a los usuarios finales que promueva el cumplimiento de las medidas normativas y la aplicación de las buenas prácticas en la gestión integral de los bancos de SAO/HFC y de los equipos de RAC que las contienen.	X	X	X
	16	Desarrollar una estrategia de sensibilización de la mano de los productores de equipos de RAC que contienen SAO/HFC, para incentivar la devolución de los RAEE-RAC por medio de sistemas de recolección selectiva acorde con la REP.	X	X	X





Tabla 7. Instituciones y programas que pueden ser fuentes de recursos

Fuente: elaboración propia

Algunas fuentes de cooperación internacional	Tipo	Alcance
Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF, por sus siglas en inglés)		
Una de las áreas focales de este mecanismo financiero operacional han sido las actividades de financiamiento para la preservación de la capa de ozono. Las actividades que reciben apoyo deben ser consistentes con los objetivos del Protocolo de Montreal, pero que no sean financiadas por el Fondo Multilateral de este protocolo.	Organismo de financiamiento internacional.	Proyectos enfocados a fomentar la eficiencia energética, como programas de sustitución en el sector de RAC para aumentar el consumo de equipos más eficientes energéticamente y la gestión adecuada de residuos, incluyendo las SAO; proyectos para la mitigación sostenible de la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera; apoyo al desarrollo de capacidades para el desarrollo de los convenios internacionales en los que este fondo actúa como mecanismo financiero.
Clean Cooling Collaborative (antiguamente K-CEP)		
Colaboración filantrópica creada en 2017 para apoyar la Enmienda de Kigali del Protocolo de Montreal y la transición hacia soluciones de enfriamiento eficiente y limpio para todos. Entre otros objetivos busca desarrollar y mejorar la capacidad institucional de la sociedad civil y del mercado para trabajar en soluciones de refrigeración eficientes y de bajo PCG, contribuir al desarrollo sostenible y aumentar el acceso a una refrigeración más amigable con el ambiente.	Organismo de financiamiento internacional.	Proporciona financiamiento para asistencia técnica, preparación y gestión de proyectos y financiamiento de costos adicionales para opciones de mayor eficiencia energética.
Fondo Verde para el Clima (FVC)		
Este fondo es una iniciativa global única para combatir el cambio climático, que busca contribuir al cumplimiento del objetivo primordial de la Convención de las Naciones Unidas en el marco del Cambio Climático (CMNUCC), promover el cambio de paradigma hacia bajas emisiones y vías de desarrollo resilientes al clima y apoyar a los países en desarrollo a limitar o reducir sus emisiones de GEI y adaptarse a los impactos del cambio climático. Hasta el momento, no existen ejemplos del financiamiento del FVC para la gestión de Bancos de SAO.	Organismo de financiamiento internacional.	Proyectos, programas, políticas y otras actividades en países en vías de desarrollo que han aprobado la CMNUCC, que permitan y apoyen la adaptación, la mitigación, el desarrollo y la transferencia de tecnología (incluyendo la captura de carbono y el almacenamiento) y la creación de capacidad.

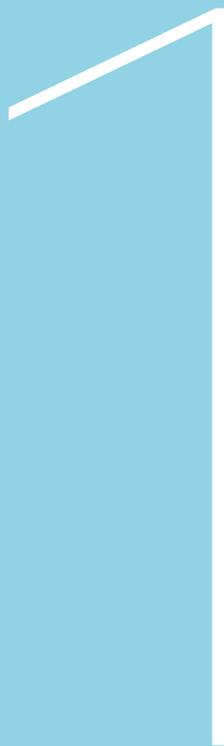
Algunas fuentes de cooperación internacional	Tipo	Alcance
NAMA Facility		
<p>Establecida por el Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) de Alemania y el Departamento de Estrategia Comercial, Energética e Industrial (BEIS) del Reino Unido. En 2015 el Ministerio danés de Energía, Servicios Públicos y Clima (EFKM) y la Comisión Europea se unieron al programa como nuevos donantes. La Nama Facility apoya a los países en desarrollo y a las economías emergentes que quieren liderar la protección del clima.</p>	<p>Otros mecanismos de financiación internacional.</p>	<p>El Fondo pone a disposición los recursos necesarios para que estos países desarrollen sus NAMA (Acciones de Mitigación Apropriadas a Nivel Nacional). Las NAMA son medidas voluntarias de protección del clima integradas a los planes nacionales de desarrollo de estos países. Son un instrumento importante para el logro de contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC) en el marco del Acuerdo de París. Por medio de convocatorias selecciona propuestas de proyectos ambiciosos para recibir apoyo.</p>
Iniciativa Climática Internacional (IKI)		
<p>Es uno de los instrumentos más importantes del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) de Alemania para el financiamiento internacional de la mitigación del cambio climático y la biodiversidad. IKI opera en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y la Convención sobre la Diversidad Biológica (CBD), y financia la mitigación del cambio climático y la conservación de la biodiversidad en países en desarrollo, emergentes y en transición. También respalda la gestión y destrucción de los Bancos de SAO.</p>	<p>Otras instituciones de financiación internacional.</p>	<p>Proyectos de mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero; de adaptación a los impactos del cambio climático; de conservación de los sumideros de carbono naturales con un enfoque en la reducción de emisiones por deforestación y degradación forestal y de conservación de la diversidad biológica.</p>
Banco Mundial		
<p>El Grupo del Banco Mundial se compone de cinco organismos internacionales que brindan préstamos apalancados y prestan asistencia a países en desarrollo y en transición. Sus actividades se centran en campos como el desarrollo humano, la agricultura y el desarrollo rural, la protección ambiental, la infraestructura y grandes proyectos de construcción industrial y de gobernanza, entre otros.</p>	<p>Organismo financiero internacional.</p>	<p>En cuanto a la protección ambiental financia proyectos sobre reducción de la contaminación, establecimiento y cumplimiento de regulaciones. Puede movilizar de manera activa recursos de los donantes para la gestión de Bancos de SAO o integrar la gestión de estos bancos a las estrategias de los clientes.</p>
Banco de Desarrollo de América Latina (CAF)		
<p>Promueve un modelo de desarrollo sostenible mediante créditos, recursos no reembolsables y apoyo en la estructuración técnica y financiera de proyectos de los sectores público y privado de América Latina. Respalda a los gobiernos locales de la región en la definición e implementación de acciones que fomenten un desarrollo bajo en carbono y resiliente al cambio climático.</p>	<p>Entidad financiera internacional.</p>	<p>Proyectos de inversión urbana con cobeneficios climáticos.</p>

Algunas fuentes nacionales	Tipo	Alcance
Bancóldex		
Es el banco de desarrollo para el crecimiento empresarial en Colombia; presta servicios de conocimiento e instrumentos financieros para todo tipo de empresas. Promueve el desarrollo empresarial mediante cuatro grandes líneas estratégicas y ofrece soluciones para micro, pequeña, mediana y gran empresas. Cada solución tiene productos que se ofrecen por medio de aliados financieros nacionales o internacionales o de forma directa.	Entidad financiera nacional.	Ofrece al sector empresarial colombiano diferentes alternativas de financiación en el territorio nacional. Dentro de sus productos está el crédito para modernización e inversión e impulsa y promueve proyectos empresariales que generan beneficios ambientales, para aportar al desarrollo sostenible.
Banca de Desarrollo Territorial (Findeter)		
Financia operaciones de crédito y de leasing para apoyar a los sectores público y privado con recursos para capital de trabajo, inversión y sustitución de deuda, y para proyectos que apliquen a los sectores que respaldan.	Entidad financiera nacional.	Para los sectores y subsectores definidos son financiables las inversiones relacionadas con adquisición, producción, importación, distribución, comercialización y mantenimiento de maquinaria y equipo. Contempla el desarrollo del sector ambiental en áreas relacionadas con la producción limpia, mercados verdes, prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales, gestión del riesgo ambiental y prevención y atención de desastres naturales, asociados a todo tipo de actividad económica. Financia planes, programas y proyectos relacionados con jardines botánicos, actualización tecnológica, mercados verdes y mecanismos de desarrollo limpio.
Fenoge		
Es el Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía, creado mediante el Artículo 10 de la Ley 1715 de 2014.	Fondo nacional de financiamiento.	Financia, parcial o totalmente, planes, programas y proyectos que promuevan, estimulen e incentiven la gestión eficiente de energía y el uso de fuentes no convencionales de energía en el país. Promociona buenas prácticas de consumo de energía eléctrica mediante adecuación de instalaciones, soluciones de autogeneración a pequeña escala, estudios y auditorías energéticas, disposición final de equipos sustituidos, entre otras.
Banco Davivienda		
Ofrece una línea de crédito para financiar proyectos de inversión con el objetivo de prevenir, manejar o mitigar los impactos ambientales y la adaptación al cambio climático.	Entidad financiera nacional.	Proyectos que deben estar enfocados a optimizar los beneficios medioambientales y sociales (proyectos sostenibles), cuyo resultado pueda ser medible cualitativa o cuantitativamente. Las líneas existentes para este tipo de crédito son: producción más limpia, eficiencia energética, energía renovable e infraestructura sostenible.
Bancolombia		
El banco ofrece una Línea Ambiental, es decir, un crédito especial diseñado para inversiones que pretendan lograr un impacto positivo en el medio ambiente, como una producción más limpia. Además, brinda un subsidio dependiendo del porcentaje del impacto ambiental que la empresa presente.	Entidad financiera nacional.	Con esta Línea se accede a recursos financieros para el mejoramiento del medio ambiente, asesoría y capacitación en materia de tecnologías ambientales y la posibilidad de un reembolso hasta del 25 % del crédito por incentivo, dependiendo de los logros alcanzados en la disminución del impacto ambiental, aplicable al saldo de capital del crédito.

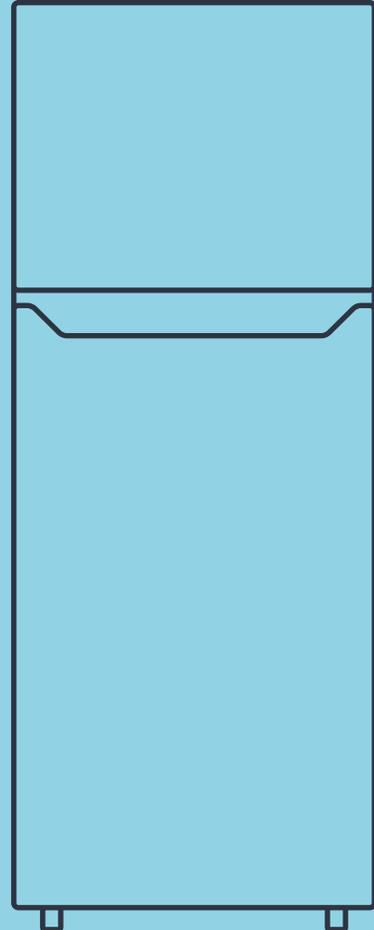


Fotografía por TaraPatta / Shutterstock.com

Ejemplos de mecanismos implementados en algunos países que abordan la gestión de bancos de SAO/HFC



ANEXO

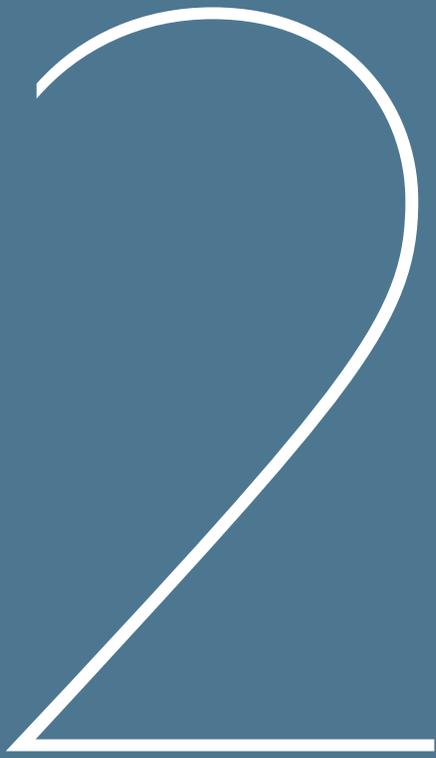


País	Mecanismo	Uso	Desuso	FVU	Descripción
Estados Unidos (California)	California Refrigerant Management Program	X	X	X	Propietarios y operadores de sistemas de refrigeración estacionarios que contienen 50 libras o más de refrigerante con un PCG superior a 150 deben hacer el registro de los sistemas de refrigeración en una base de datos central de informes e implementar protocolos de gestión de refrigerantes de mejores prácticas para la detección de fugas, inspecciones periódicas y reparaciones rápidas de fugas.
					Los propietarios y operadores de sistemas grandes de más de 200 libras deben informar en la base de datos central sobre todas las fugas detectadas durante las inspecciones y sobre el tipo y la cantidad de refrigerante comprado y utilizado para reparar el equipo.
					Los distribuidores, mayoristas y recuperadores de refrigerante también deben presentar un informe anual sobre las cantidades de refrigerante vendido, recuperado o destruido. Los requisitos de Plan de Manejo de Refrigerantes están sujetos a medidas de ejecución, incluidas multas por infracciones importantes.
					Los propietarios y operadores de sistemas de refrigeración y aire acondicionado que contienen más de 50 libras de refrigerante y los distribuidores informan sobre las ventas anuales de refrigerante.
					El programa no incluye los equipos que contienen menos de 50 libras de refrigerante, como muchos aparatos de refrigeración domésticos y los sistemas no estacionarios, como el aire acondicionado de vehículos de motor.
Canadá	Refrigerant Management Canada	X	X	X	Se diseñó para garantizar una gestión adecuada del ciclo de vida de los refrigerantes fluorados mediante un proceso que incluye la recolección, el transporte, el almacenamiento y la eliminación de refrigerantes, aplicando el esquema de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP).
					Impuso un gravamen a los refrigerantes importados de \$1 CAD por kilogramo de HFC y \$4,50 CAD por kilogramo de HCFC. Los fondos recaudados del gravamen se utilizan para compensar los costos de recuperación y destrucción.

País	Mecanismo	Uso	Desuso	FVU	Descripción
Canada	Refrigerant Management Canada	X	X	X	Canadá también exige que todos los HFC se importen en contenedores recargables, lo que prohíbe efectivamente el uso de contenedores desechables.
Dinamarca	Danish Refrigeration Installers Environmental Scheme	X	X	X	<p>Las empresas que importan o fabrican HFC deben registrarse en el Servicio de Impuestos y Aduanas de Dinamarca y pagar en función del PCG y la cantidad de sustancia que se fabrica o importa.</p> <p>En 1992 se estableció un plan voluntario de depósito y reembolso, Plan Medioambiental para Instaladores de Refrigeración Danés (Sistema KMO), que incluye un reembolso para las empresas de servicio que devuelvan refrigerantes usados con el nivel de devolución en función de la pureza del refrigerante recuperado.</p>
Noruega	Impuesto y reembolso	X	X	X	<p>Impone un impuesto sobre los HFC desde 2003, que cubre la importación y producción tanto de gases a granel como de equipos precargados.</p> <p>El impuesto se complementa con un plan de reembolso que se aplica a todos los HFC entregados para su destrucción.</p>
Países nórdicos (que no pertenecen a la Unión Europea)	Normativas nacionales basadas en la Directiva RAEE de la Unión Europea		X	X	<p>Las regulaciones de la UE exigen explícitamente la recuperación de todos los refrigerantes de SAO/gases fluorados de ciertas categorías de productos y equipos al final de su vida útil.</p> <p>La directiva de RAEE sobre la responsabilidad extendida del productor establece el marco general en estos países. En la regulación nacional se establecen obligaciones bien definidas para los actores responsables respecto a la clasificación, recolección y tratamiento tanto de equipos como del refrigerante.</p> <p>Para electrodomésticos comerciales pequeños/domésticos y aire acondicionado vehicular, los planes posconsumo deben definir las responsabilidades de la gestión y garantizar la eliminación segura de los productos y equipos y de las SAO/HFC que contienen.</p>

País	Mecanismo	Uso	Desuso	FVU	Descripción
Australia	Refrigerant Reclaim Australia	X	X	X	<p>El programa busca la recuperación, regeneración y destrucción de refrigerantes de gases contaminantes de efecto invernadero sintéticos que agotan la capa de ozono.</p> <p>Esquema de REP que incluye un impuesto obligatorio sobre refrigerantes SAO y HFC. Es un programa respaldado por la industria para incentivar la recuperación y la destrucción.</p> <p>Opera como organización sin ánimo de lucro.</p> <p>Establece:</p>
					 <p>Un impuesto obligatorio sobre refrigerantes sintéticos con PAO y/o alto PCG, incluidos los HFC, para cubrir los costos de recuperación y destrucción.</p>
					 <p>Prohibición de cilindros desechables.</p>
					 <p>Licencia de certificación obligatoria para la compra, manipulación, uso y disposición final de los refrigerantes sintéticos.</p>
					 <p>Fuerte aplicación y cumplimiento de auditorías, investigaciones y multas.</p>
					 <p>Programa cooperativo con amplio apoyo de partes interesadas de la industria.</p>

Árbol de problemas y árbol de objetivos



ANEXO

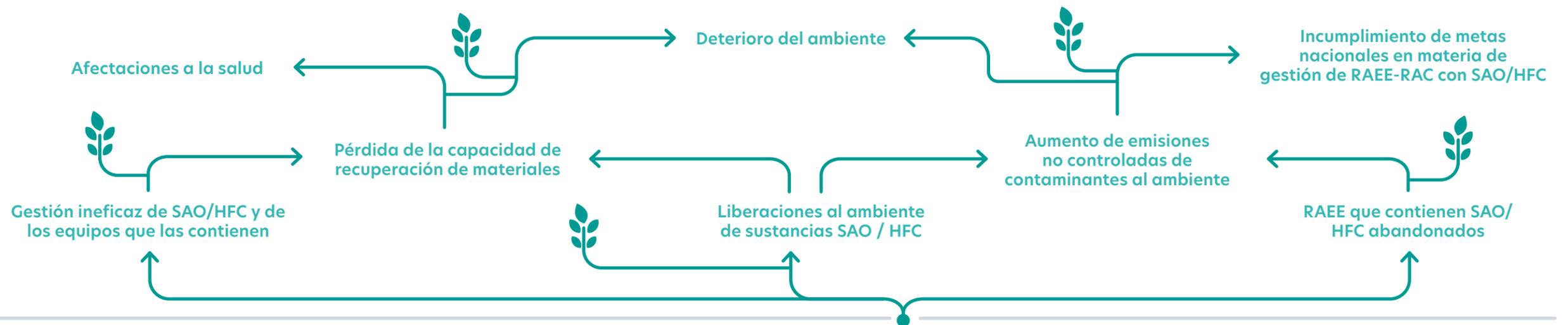




Fotografía por AnEduard/ Shutterstock.com

▼
Árbol de problemas

EFFECTOS



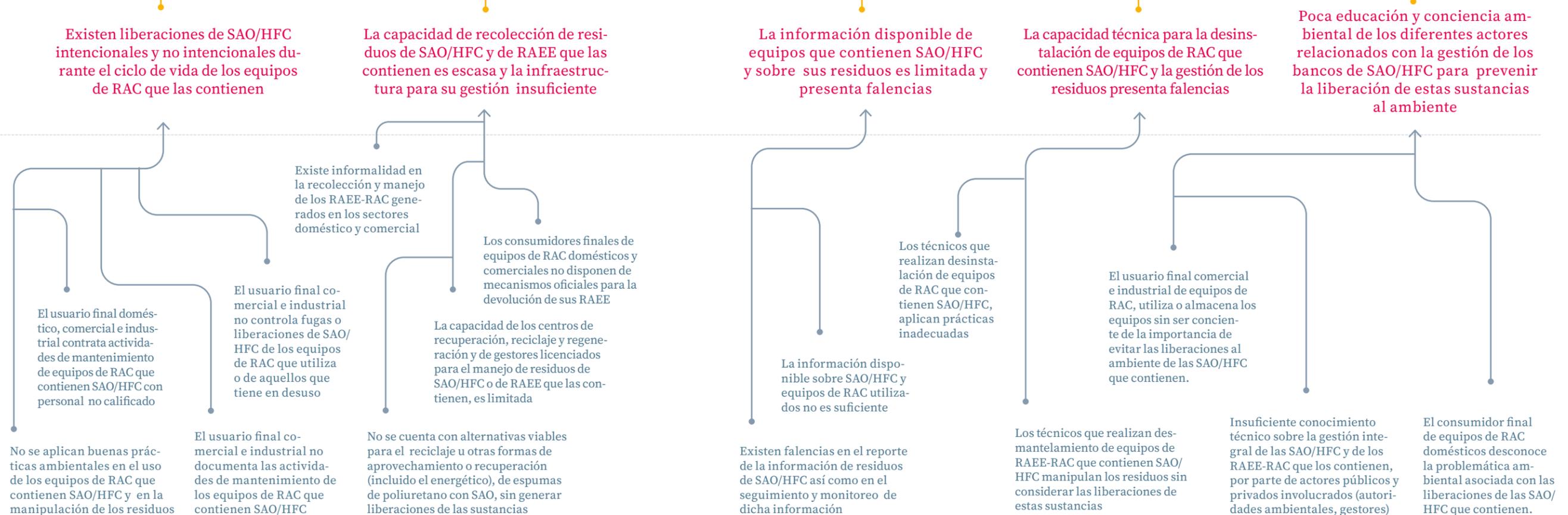
PROBLEMA CENTRAL

INSUFICIENTE GESTIÓN DE LOS BANCOS DE SAO / HFC

Causas

Principales

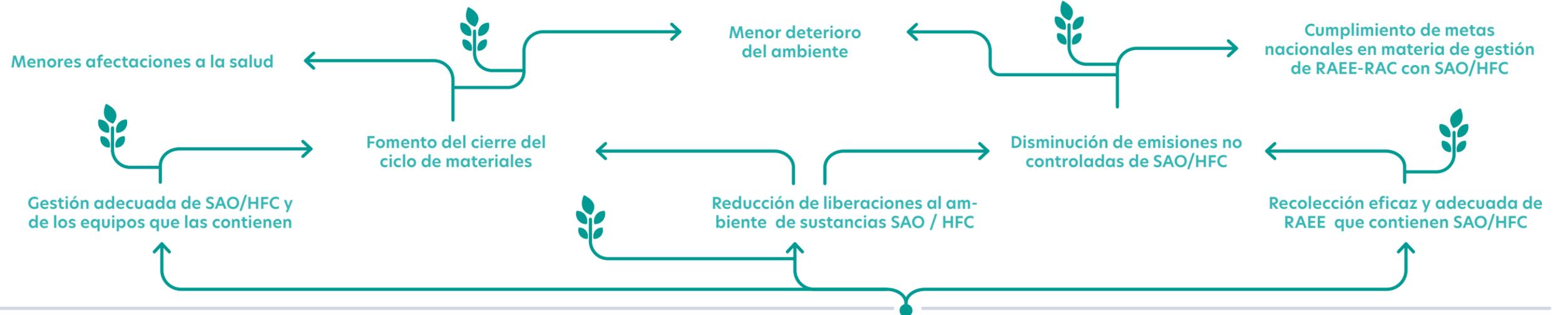
Secundarias





Árbol de objetivos

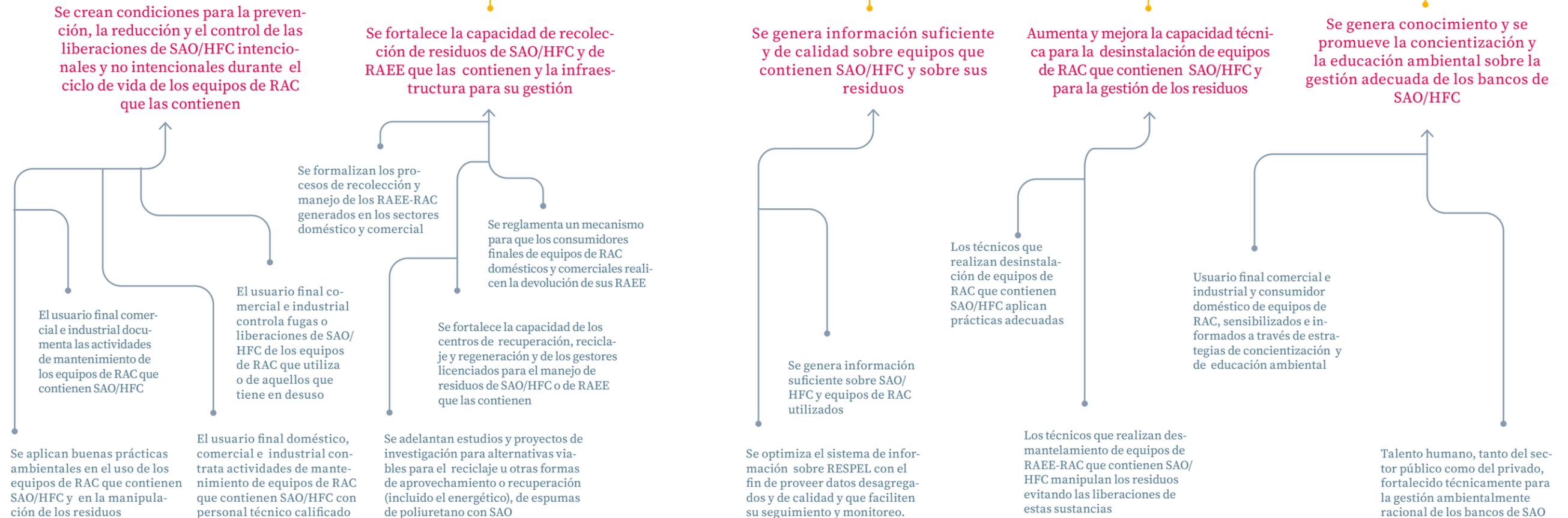
FINES



OBJETIVO CENTRAL

FORTALECER LA GESTIÓN DE LOS BANCOS DE SAO / HFC CON EL FIN DE REDUCIR Y CONTROLAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS QUE GENERAN ESTAS SUSTANCIAS

MEDIOS



PROCESOS ESTRATÉGICOS

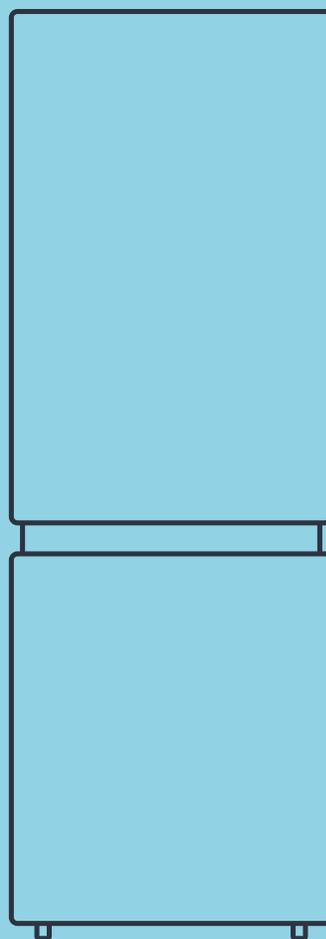
PROCESOS OPERATIVOS

PROCESOS DE APOYO

Avances nacionales con respecto a la gestión de los bancos de SAO/HFC

3

ANEXO



En Colombia se desarrolla desde hace varios años una serie de actividades habilitadoras que abonan el camino para abordar la gestión de los bancos de SAO/HFC. Las más importantes son:

1. Acciones ante las políticas y la normativa

La Enmienda de Kigali del Protocolo de Montreal adicionó los HFC al ámbito de aplicación del protocolo con el fin de controlar su uso y disponer de las herramientas para apoyar una transición hacia alternativas ambientalmente amigables con el clima. Mediante la Ley 1970 del 12 de julio de 2019 por medio de la cual se aprueba la “Enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal”, adoptada el 15 de octubre de 2016 en Kigali, Ruanda, Colombia ratifica su compromiso con esta enmienda.

Al respecto, Colombia estableció en 2015 unos objetivos climáticos amplios en la “Contribución

Nacional Prevista” (INDC, por sus siglas en inglés) [28] con el compromiso de reducir sus gases efecto invernadero (GEI) en un 20 % con respecto al escenario *business-as-usual* (BAU) para 2030 (esto equivale a una reducción de 335 Mt CO₂eq a 268 Mt CO₂eq).

Dentro de las medidas de mitigación de emisión de GEI contempladas en la actualización de 2020 de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC por sus siglas en inglés)¹⁸ se encuentran la reducción de emisiones de GEI por el uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (HFC) que tengan un menor potencial de calentamiento global, con lo que se busca disminuir de manera escalonada tales emisiones; así mismo, se prevén acciones encaminadas a realizar una gestión ambientalmente adecuada al final de la vida útil de estos sustitutos. Con la presentación de la NDC actualizada, en diciembre de 2020 se aumentó la ambición de reducción de emisiones para 2030 del 20 % al 51 % [2].

18. Con la adopción del Acuerdo de París se cambió el nombre de Contribuciones Determinadas y Previstas a Nivel Nacional (INDC) a Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC, por su sigla en inglés).

La meta planteada a 2030 con esta medida es de 0,85 Mt CO₂eq por sustitución de HFC; se plantea también una reducción de 3,14 Mt CO₂eq por eficiencia energética de la NAMA para el sector de Refrigeración Doméstica y de 0,02 Mt CO₂eq por la promoción de distritos térmicos¹⁹. Cabe recordar que entre los seis gases cubiertos por las metas del Protocolo de Kyoto están los HFC, sustancias químicas utilizadas en el mundo de manera creciente.

Tal como se menciona en el numeral 4.5, el marco normativo nacional respalda con una serie de medidas establecidas, el cumplimiento de los calendarios del Protocolo de Montreal para la reducción o eliminación del consumo de CFC y HCFC, que tienen que ver principalmente con restricciones para el uso de SAO, requisitos específicos para la importación de sustancias y algunas prohibiciones de fabricación e importación de sustancias, productos y equipos, entre otras.

Por su parte, la gestión de los bancos de SAO/HFC accesibles se enmarca en la regulación ambiental relacionada con la gestión integral de los residuos peligrosos y de los RAEE, que serán la base para implementar las estrategias y acciones requeridas para la gestión ambientalmente adecuada de esos bancos.

Actualmente se desarrolla el proceso para la expedición de una resolución por la cual se prohíbe la fabricación e importación de algunos equipos y productos que contengan o requieran para su operación o funcionamiento las sustancias controladas en los Anexos A, B, C, E y F del Protocolo de Montreal.

También se ejecuta un proyecto de resolución del Minambiente que establecerá las condiciones, requisitos y demás lineamientos técnicos para la operación de los sistemas posconsumo de RAEE

19. Los distritos térmicos son complejos urbanos por los cuales un conjunto de edificaciones centraliza sus necesidades de abastecimiento de calor/frío de manera integrada incluyendo un menor uso de sustancias perjudiciales para el ambiente y mayor eficiencia en el uso de la energía.

y las metas de recolección de 2030, de acuerdo con la vida útil de los equipos (entre ellos los del sector de RAC). La norma se puso en consulta pública en 2020 y ha surtido un amplio proceso de concertación y discusión con los diferentes actores involucrados.

2. Sobre el establecimiento de mecanismos sostenibles de financiamiento

Para incentivar el cambio tecnológico en refrigeración doméstica, en el marco de la campaña “Entrégala y ahorra”, se implementó la reducción del IVA de 19 % a 5 % para neveras de menores capacidades, que comprenden hogares de los estratos 1, 2 y 3, que deben entregar para reciclaje su nevera usada. Con esta medida se espera que en cinco años se alcance la sustitución de más de un millón de neveras de 10 años de uso o más, apoyando el Programa Nacional de Sustitución de Neveras. El beneficio no aplica para el estrato 4 en adelante.

Por otra parte, se estableció la exclusión del IVA por adquisición de elementos, maquinaria y equipos requeridos para sistemas de control y monitoreo ambiental de acuerdo con lo estipulado en el artículo 428 literal f) del Estatuto Tributario, que tiene como propósito excluir el impuesto sobre las ventas IVA a “...los equipos para el control y monitoreo ambiental, incluidos aquellos para cumplir con los compromisos del Protocolo de Montreal”.

3. Sobre los mecanismos para la recolección

En 2010 se creó la Red de Recuperación, Reciclaje y Regeneración de gases refrigerantes usados (CFC y HCFC), denominada Red R&R&R, con el fin de promover el aprovechamiento y valorización de estas sustancias. Como parte de la red se han creado 18 centros de acopio de gases refrigerantes en distintas regiones del país (zonas

norte, centro y nororiente), que prestan el servicio de recolección de gases refrigerantes usados desde la instalación del usuario, en donde se realiza la recuperación de este (generalmente por personal técnico de mantenimiento), hasta las instalaciones de los centros de refrigeración, en donde se regenera, recicla o almacena el refrigerante, previa solicitud.

Actualmente la UTO desarrolla el proyecto RIOR, que busca el diseño de una metodología para recuperar, identificar, orientar y recolectar los residuos de gases refrigerantes directamente en la fuente de generación, mediante el establecimiento de las zonas RIOR; estas agruparán a técnicos de refrigeración localizados en zonas urbanas cercanas para que trabajen articuladamente en la recolección de gases refrigerantes, los identifiquen y gestionen principalmente para regeneración. Con esto se promueve la gestión ambientalmente adecuada de bancos de SAO/HFC en el país y se beneficia económicamente a los técnicos que conforman tales zonas.

4. Sobre el establecimiento de una infraestructura funcional de reciclaje y destrucción

Red R&R&R

La recuperación, el reciclaje y la regeneración de refrigerantes usados buscan que posteriormente puedan ser reutilizados por los sectores productivos, de manera que se evite que el refrigerante residual se libere a la atmósfera y se reduzca el consumo de sustancia virgen.

La red R&R&R busca llevar de manera coordinada las operaciones asociadas tanto con la regeneración de gases refrigerantes, con el fin de reprocesar aquellos contaminados para que cumplan con las especificaciones técnicas similares a las de un refrigerante virgen, como con el recicla-

je y con la eliminación de aquellos residuos que por sus características no puedan ser reciclados ni regenerados. En la figura 17 se esquematiza el funcionamiento de la red y su interacción con otros actores.

Los logros destacables de la red son:

- » La conformación de cinco centros de regeneración y 18 centros de acopio de gases refrigerantes en distintas regiones del país.
- » El trabajo en la prevención por sensibilización del sector en las buenas prácticas de refrigeración, para que puedan remover (recuperar) el gas refrigerante de un sistema y reutilizarlo, ya sea directamente o reduciendo contaminantes por filtración sin dejar liberar el refrigerante.
- » La red cuenta con una aplicación móvil llamada “Gestione su gas refrigerante” por la cual se dan incentivos a los usuarios de la red, especialmente a los técnicos, para motivar la regeneración del refrigerante.
- » Durante los últimos seis años, la red ha acopiado 23,7 t de refrigerante y se han regenerado 13,0 t entre R-22 y R-134a.

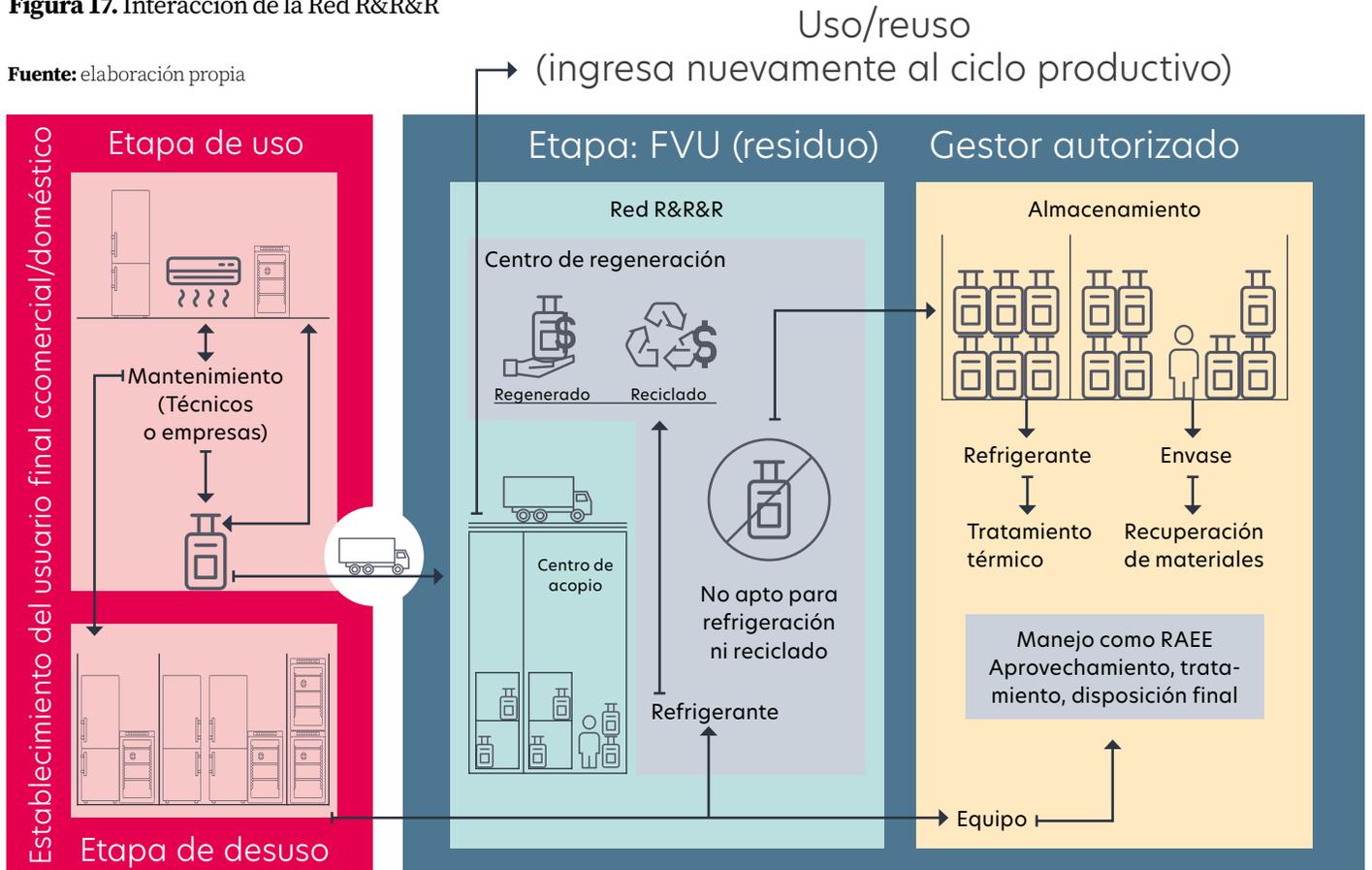
En la figura 18 se representa la operatividad de los centros de regeneración de gases refrigerantes entre 2015 y 2020²⁰.

20. Los valores reportados en 2020 corresponden a cifras del primer trimestre del año.



Figura 17. Interacción de la Red R&R&R

Fuente: elaboración propia



Red Verde (RAEE - RAC)

En 2014 se crea el primer programa posconsumo voluntario de electrodomésticos en Colombia – Red Verde, mediante la alianza de las ocho principales empresas fabricantes e importadoras de electrodomésticos del país en su momento (Challenger, Haceb, Abba, LG, Mabe, Panasonic, Samsung y Whirlpool), que inicia con un sistema de recolección selectiva y gestión ambientalmente adecuada de neveras que han cumplido su ciclo de vida y son descartadas por los consumidores.

Después de recibidas, las neveras se entregan en las instalaciones de empresas con licencia ambiental, especializadas en el manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Allí se separan los diferentes materiales, para diri-

girlos a los procesos de recuperación, reciclaje y disposición final.

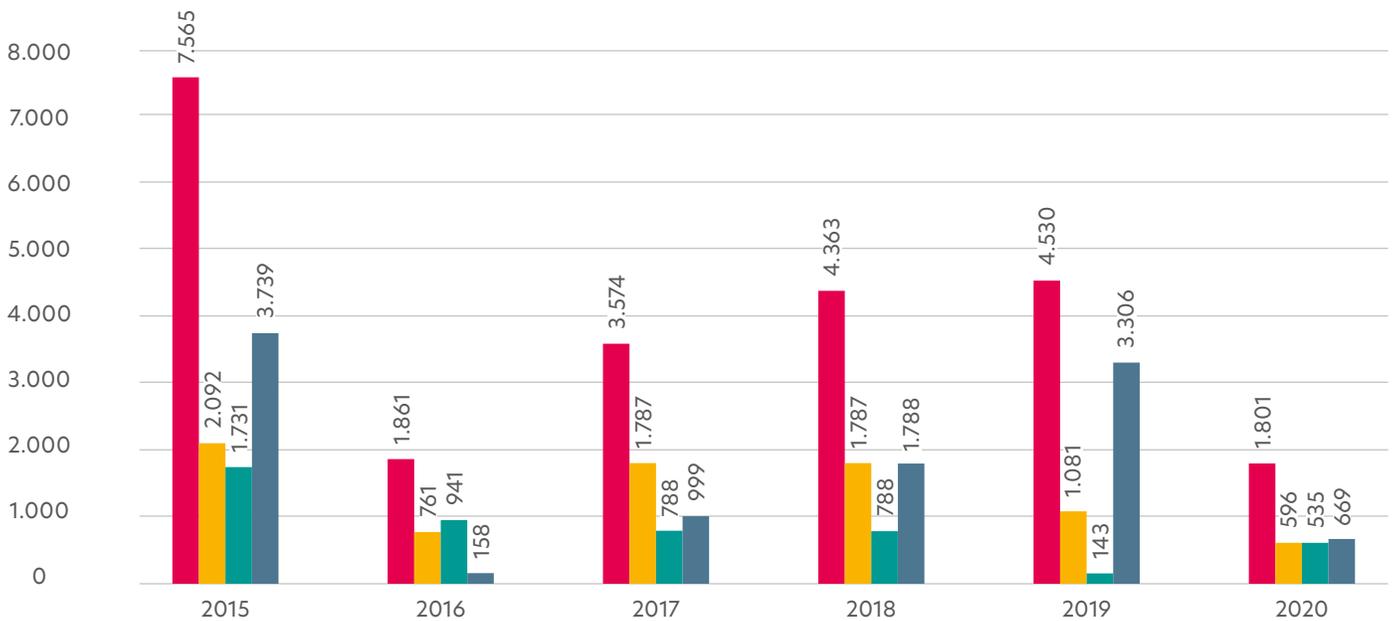
Aproximadamente el 75 % del peso de una nevera lo constituyen materiales que se pueden reciclar. Red Verde recupera esas piezas para reincorporarlas a los procesos productivos. Los elementos no aprovechables como gases refrigerantes, aceites y espumas de poliuretano, se extraen del equipo de manera ambientalmente segura para su posterior eliminación.

NAMA para el sector de Refrigeración Doméstica

En 2019 la Unidad Técnica Ozono inició el proyecto NAMA para el sector de refrigeración doméstica, con el apoyo de la NAMA Facility y la



Fuente: Segunda reunión de seguimiento a la operatividad de los centros de acopio y centros de regeneración de gases refrigerantes a nivel nacional [29]



GIZ como agencia implementadora, para dar asistencia técnica y financiera a los productores para apalancar la fabricación de neveras amigables con el ambiente y energéticamente más eficientes, impulsar la sustitución de neveras viejas (con una meta de 300.000 refrigeradores en cinco años), fomentar el manejo seguro de hidrocarburos en planta como sustancias sustitutas de los HFC y brindar capacitación a técnicos de refrigeración y de empresas de RAEE, dentro de las principales actividades. También se trabaja en el fortalecimiento de la capacidad nacional para la gestión de refrigeración doméstica mediante el trabajo con gestores y principalmente con Red Verde.

Con el objetivo general de transformar el sector de la refrigeración doméstica hacia

tecnologías más amigables con el ambiente, se identifican cinco áreas de intervención, respaldadas por la NAMA y vinculadas a los siguientes productos clave: 1) establecimiento del marco de políticas de apoyo necesario para esta transformación; 2) apoyo técnico y financiero necesario a los fabricantes nacionales para el diseño y producción de refrigeradores eficientes energéticamente y respetuosos con el clima; 3) apoyo para la introducción acelerada en el mercado de estos productos por medio de un programa de reemplazo incentivado; 4) apoyo técnico y de inversión para ampliar la capacidad nacional para la gestión ambientalmente racional de los refrigeradores domésticos sustituidos y 5) apoyo institucional para un seguimiento y verificación eficaces.

Destrucción de SAO

Con el fin de preparar al país para la gestión integral de los residuos de SAO y de los equipos que las contienen, y en consonancia con la adopción de los programas y políticas nacionales de uso racional y eficiente de la energía, de gestión integral de residuos peligrosos y de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos se diseñó el proyecto demostrativo piloto para la gestión integral de residuos de SAO. Uno de sus componentes esenciales es la identificación y calificación de la capacidad nacional para destruir los residuos de SAO de una manera ambientalmente responsable y de acuerdo con los requisitos establecidos por la legislación ambiental nacional y la estipulada en el Protocolo de Montreal.

Después de un proceso de evaluación se seleccionó la tecnología de incineración en horno rotatorio en instalaciones de gestión de residuos peligrosos para el desarrollo de las pruebas de quemado. Los resultados han permitido demostrar que existe capacidad nacional para la destrucción de residuos de SAO.

Se realizaron pruebas de quemado para el tratamiento térmico de residuos de CFC-11, CFC-12 y espumas de poliuretano con CFC-11 y HCFC-141b en 2014, 2015 y 2016 en un horno rotatorio de tratamiento de Respel, siguiendo lo establecido en el numeral 8 del Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas adoptado mediante la Resolución 760 de 2010. Posteriormente se evaluaron los resultados de los análisis de laboratorio de las muestras tomadas durante las pruebas y los parámetros de operación y de las eficiencias de destrucción. De este proceso se concluyó:

- » Las pruebas de quemado demostraron que el horno rotatorio de incineración de residuos peligrosos de alta temperatura es capaz de destruir residuos de SAO con una eficiencia de destrucción superior a los requerimientos nacionales e internacionales.

- » Los resultados de los análisis de laboratorio de las muestras tomadas en la chimenea del horno rotatorio de incineración de residuos peligrosos de alta temperatura durante las pruebas de quemado permitieron verificar el cumplimiento de los límites máximos de emisión establecidos por la reglamentación nacional e internacional.
- » Para garantizar el buen funcionamiento de la planta de incineración es necesario verificar estrictamente los sistemas de control de emisiones, las características del residuo de alimentación y asegurar el monitoreo continuo de las emisiones.

5. Sobre la generación de información

Inventarios de sustancias SAO y HFC y equipos que las contienen

En 2016 la UTO desarrolló una consultoría para la elaboración del “Inventario de consumo y uso de SAO y sustancias alternativas a las SAO en Colombia para el periodo 2008-2015 y su distribución en los diferentes sectores/subsectores” [22].

Para la elaboración del inventario se partió de los datos nacionales de importación y exportación de SAO, HFC y otras sustancias alternativas; se identificó la carga instalada y consumo para mantenimiento (2015) de las sustancias utilizadas en refrigeración y aire acondicionado en el país y su distribución en diferentes sectores usuarios: residencial, servicios, logística, agroindustrial, entre otros.

Este inventario por sustancia buscó identificar el consumo y uso de SAO y de sustancias alternativas en el país, identificar los sectores/subsectores de mayor consumo de estas sustancias y proyectar el consumo al año 2030 en un escenario inercial.

Un segundo inventario realizado por la Unidad Técnica Ozono en 2017 [20] basado en “equipos”, comprendió, por un lado, los sectores de aire

acondicionado tanto fijo como móvil y por otro, los subsistemas de refrigeración doméstica, refrigeración comercial e industrial y transporte refrigerado, incluyendo las proyecciones a 2030 de la distribución del refrigerante y de la cantidad de equipos.

La figura 19 representa el consumo reciente y proyectado de HCFC, HFC y sustancias alternativas hasta 2030, derivado del inventario de sustancias.

El consumo total de CFC, HCFC y HFC en Colombia para el periodo 2008 a 2015 e incluida la proyección hasta 2030, se basa en el cambio en el consumo resultante de la implementación del plan de eliminación de HCFC. Los CFC ya no se consumen debido a su total eliminación en 2010. El consumo de HCFC alcanzó su punto máximo en 2012, con una tendencia a la baja desde entonces.

Los HFC aumentan constantemente, ya que sustituyen a ambas sustancias.

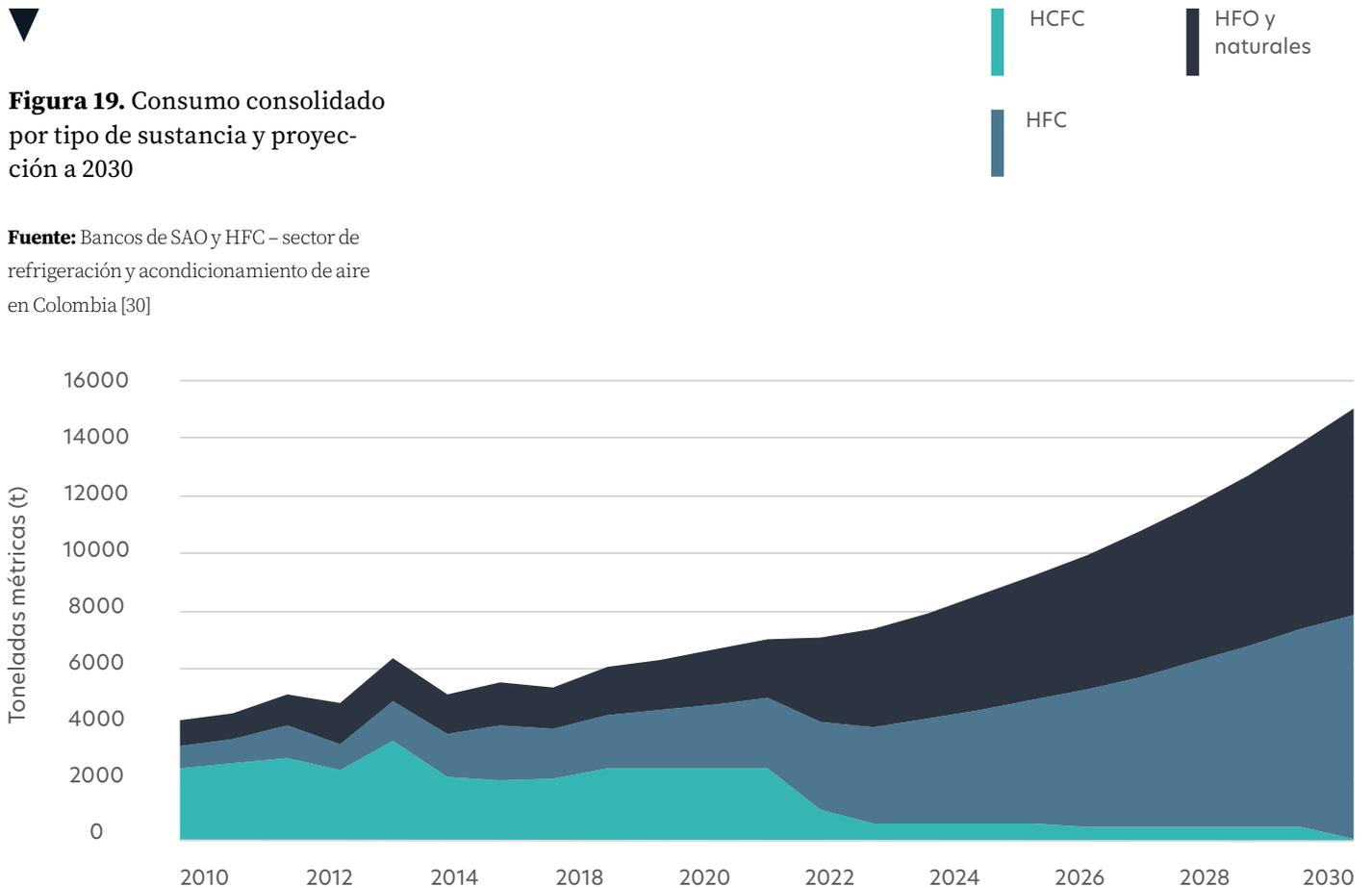
El inventario de consumo de sustancias SAO/HFC mostró que las mayores cantidades acumuladas de SAO la representan los HCFC, en especial por el HCFC-22 y el HCFC-141b, cada uno con cerca del 50 % de participación.

Las sustancias CFC se encuentran mayoritariamente en los subsectores de aire acondicionado móvil, refrigeración doméstica y transporte refrigerado. La gran cantidad de CFC en estos subsectores se debe principalmente a la larga vida útil de los equipos “viejos” que están hasta ahora saliendo de uso y quedan disponibles para la gestión. Por su parte el HFC de mayor consumo fue el HFC-134a que representa en promedio un 70 % del consumo total de este tipo de sustancias, seguido de un 10 % por el R-507A.



Figura 19. Consumo consolidado por tipo de sustancia y proyección a 2030

Fuente: Bancos de SAO y HFC – sector de refrigeración y acondicionamiento de aire en Colombia [30]



Inventarios de bancos de SAO/HFC en Colombia

El inventario de los bancos de SAO se centró en los clorofluorocarbonos (CFC) y los hidroclorofluorocarbonos (HCFC) utilizados como refrigerantes. Además, se incluyeron los hidrofluorocarbonos (HFC) dado que estas sustancias serán relevantes a futuro para la gestión de los bancos. El inventario se desarrolló siguiendo la metodología propuesta en la “Guía para el desarrollo de un inventario de Bancos de SAO” de la GIZ [31].

Con base en la información de los inventarios de “sustancias” y de “equipos” se realizó la estimación de los bancos de SAO/HFC.

Las estimaciones de los bancos en 2015 en los sectores de RAC fueron de 4.817 toneladas métricas de HFC, 4.077 toneladas métricas de

HCFC y 88 toneladas métricas de CFC. Por su parte la mayor cantidad de HFC se encuentra en el sector de aire acondicionado móvil y en el sector de refrigeración comercial [30]. En la figura 20 se pueden apreciar comparativamente las cifras de los bancos en 2015, discriminadas por subsector. Los datos disponibles del inventario de bancos de SAO/HFC muestran el panorama general nacional sobre la temporalidad, cantidades y tipos de sustancias y equipos que están o estarán disponibles para gestión durante la siguiente década.

En la figura 21 se aprecia la estimación de SAO potencialmente disponible para gestión (residuos) de distintos refrigerantes, expresadas en toneladas métricas, basada en el refrigerante contenido en el equipo que llega al final de su vida útil, considerando una recuperación ideal del ciento por ciento.



Figura 20. Bancos de SAO/HFC en 2015

Fuente: GIZ, 2019 [30]

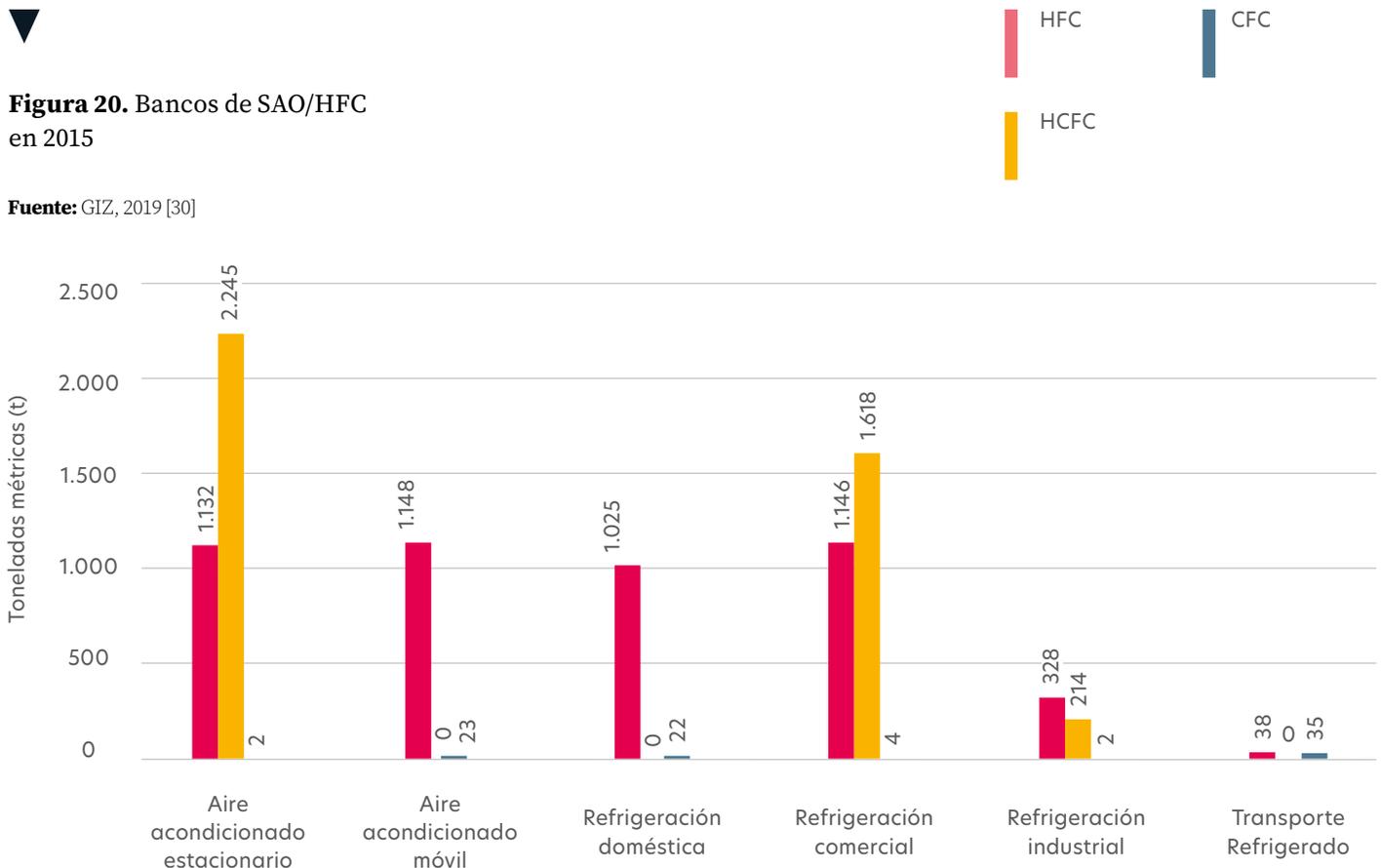
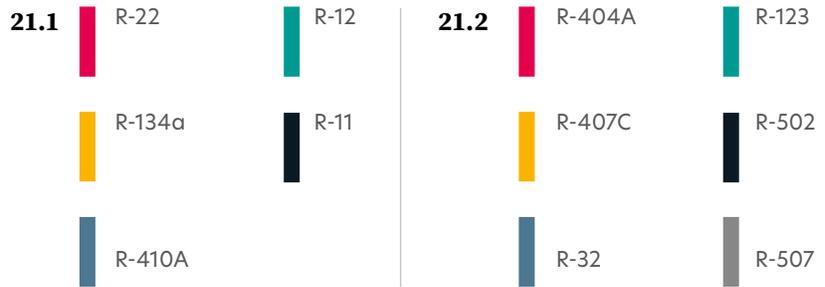


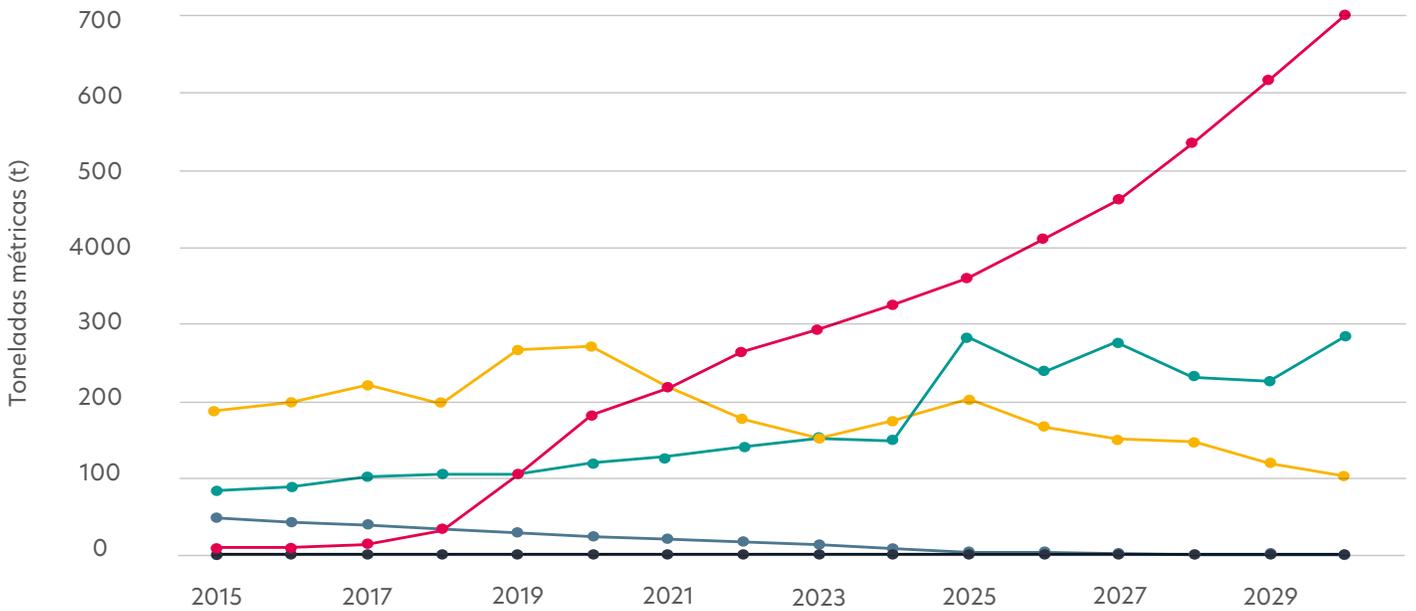


Figura 21. Disponibilidad estimada de SAO al final de la vida útil del sector RAC, asumiendo una tasa ideal de recuperación del 100%

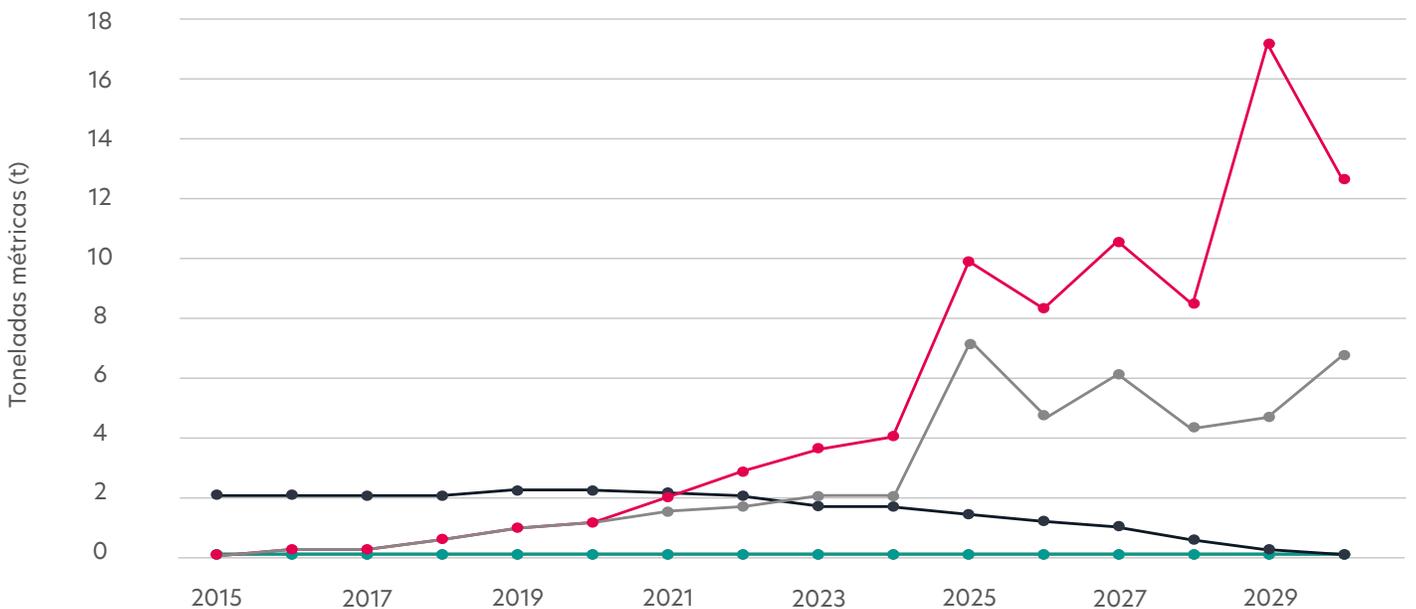
Fuente: GIZ, 2017 [31]



21.1



21.2



Con respecto al volumen total de SAO del banco actualmente estimado, prevalecen los equipos de aire acondicionado y refrigeración comercial en los que predominan los HCFC, con aproximadamente 3.000 t. Una estimación más conservadora que asume una tasa de recuperación del 5 % (basada en experiencias internacionales), muestra que las cantidades disponibles de HCFC-22 aumentaron hasta 2020 y a partir de allí comenzaron a disminuir [31].

Las estimaciones más moderadas indican que solo alrededor de 11 t de HCFC-22 están disponibles para manejo, con una leve tendencia a la disminución hasta 2030, salvo un incremento de aproximadamente 2 t que se daría en 2025. En la figura 22 se aprecia este comportamiento.

En el mismo sentido, los bancos de HFC también se convertirán más adelante en una prioridad no solo en términos de gestión ambientalmente racional con la implementación de la Enmienda de Kigali sino también ayudando a reducir el calentamiento global.

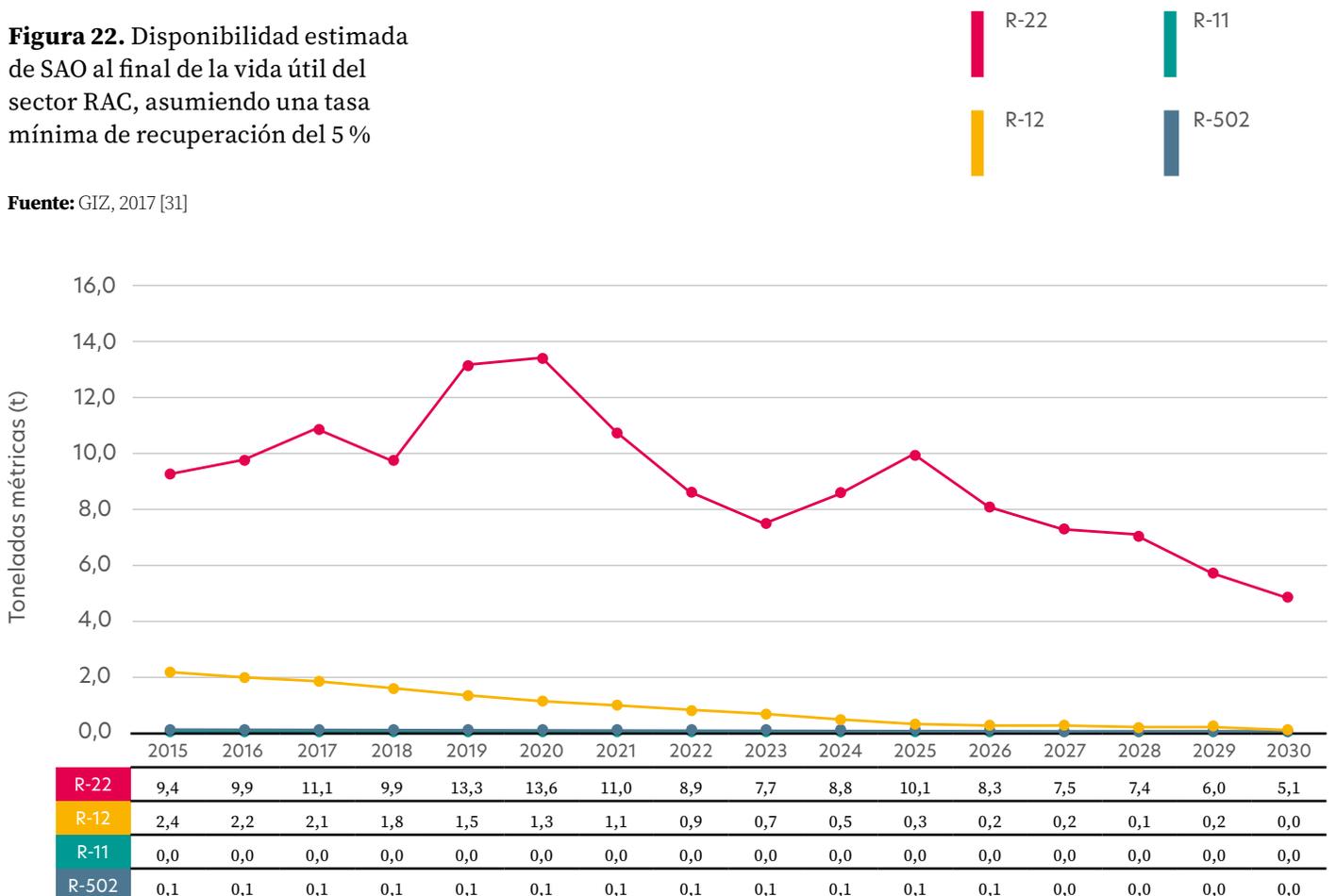
Refrigeración doméstica

En términos de PAO, la refrigeración doméstica basada en CFC sigue siendo significativa a pesar de los volúmenes relativamente bajos de SAO que quedan (cerca de 200 t). En razón a que el banco de CFC disponible está desapareciendo rápidamente y que las estimaciones indican que el CFC-11 y el CFC-12 no estarán disponibles después de 2025 en cantidades significativas, es



Figura 22. Disponibilidad estimada de SAO al final de la vida útil del sector RAC, asumiendo una tasa mínima de recuperación del 5 %

Fuente: GIZ, 2017 [31]



necesario priorizar en el corto plazo la gestión de los bancos de CFC.

La refrigeración doméstica es el subsector de más vertiginoso crecimiento en Colombia: algo más de un millón de refrigeradores se venden por año en promedio, el *stock* actual en uso es de 13,2 millones de unidades y se prevé que aumente a 28 millones de unidades en 2030. El refrigerante predominante en uso es el HFC-134a.

Se estima que alrededor de 140.000 refrigeradores a base de CFC-12 y 300.000 unidades a base de HFC-134a están potencialmente disponibles hoy para su gestión, lo que representa casi 9 t de CFC-12 y 30 t de HFC-134a, si se asume una tasa de recuperación del ciento por ciento.

Aire acondicionado estacionario

En cuanto a la disponibilidad de gestión y bancos de SAO proyectados al final de la vida útil en aire acondicionado fijo, el sector ha crecido en un 10 % en promedio durante los últimos cinco años, particularmente en unidades del tipo de sistema sin ductos/*Split*. Este es el subsector dominante con más de tres millones de unidades de aire acondicionado en funcionamiento. Se espera que alcance 8.2 millones de unidades para 2030.

El refrigerante predominante en aire acondicionado fijo ha sido el HCFC-22, pero se está sustituyendo por el R-410A. El banco de HCFC-22 y R-410A en 2017 equivale en términos de unidades y cantidad de refrigerante a dos millones de



unidades/2000 t, respectivamente, pero se prevé que en 2030 las unidades con HCFC-22 y los bancos asociados en servicio habrán disminuido considerablemente. Se calcula que alrededor de 200.000 unidades basadas en HCFC-22 y 130.000 unidades basadas en R-410A están potencialmente disponibles para su gestión, lo que se traduce en alrededor de 200 t de HCFC-22 y 30 t de R-410A.

Refrigeración comercial

Un estimativo de las cifras de ventas actuales de equipos de refrigeración comercial oscilan entre 250.000 y 300.000 unidades por año y están fuertemente dominadas por las unidades independientes. Se espera que esto dé como resultado que el *stock* actual de cerca de tres millones de unidades pase a ser de casi 8,3 millones de unidades en 2030.

Si bien se utiliza una variedad de refrigerantes diferentes, el sector está dominado por HFC-134a con un inventario remanente de equipos basados en CFC-12 y HCFC-22. En el futuro hasta 2030, se prevé que el HCFC-134a representará prácticamente todo el equipo en servicio, y este banco de refrigerante casi se triplicará ese año, con una estimación de 3330 t. Asimismo, el banco de R-404A basado en número de unidades y cantidad de refrigerante se vuelve significativo a partir de 2020. Las tendencias anteriores se reflejan en las cantidades de SAO al final de la vida útil disponibles para la gestión.

6. Sobre creación de capacidades

En busca de la sustitución del consumo de sustancias HCFC y HFC en el sector de refrigeración y aire acondicionado, las acciones de creación de capacidad se han centrado principalmente en proyectos dirigidos tanto a la manufactura y ensamblaje como a los servicios de mantenimiento e instalación de equipos, con actividades como el entrenamiento técnico para el sector de servicios de refrigeración y aire acondicionado, la certificación de técnicos, la dotación de herramientas

a personal técnico y empresas de mantenimiento, la implementación de las buenas prácticas en refrigeración y la asistencia técnica a usuarios finales de equipos de RAC.

Dentro de los varios documentos y materiales técnicos que ha preparado la UTO se destaca el *Manual de buenas prácticas en refrigeración* [32], la *Guía para el desensamble manual de refrigeradores y aires acondicionados* [18] y los *Lineamientos técnicos ambientales para el manejo integral de gases refrigerantes en las operaciones de recuperación, reciclaje, acopio y regeneración* [33].

Asimismo, como respuesta a los desafíos actuales del sector de refrigeración y climatización y a las nuevas metodologías planteadas por el SENA para los procesos de certificación y evaluación por competencias laborales, de 2017 a 2019 se revisaron las normas de competencia laboral existentes en su momento y se desarrollaron nuevas Normas Sectoriales de Competencia Laboral (NSCL).

Las nuevas NSCL han permitido continuar con los procesos de formación, evaluación y certificación en las buenas prácticas de refrigeración y con la inclusión de formación, evaluación y certificación en el uso seguro de los refrigerantes con bajo impacto ambiental, sobre todo en refrigerantes naturales (HC, CO₂, NH₃) en los procesos que realicen tanto el SENA, como otras instituciones de formación para el trabajo y organismos certificadores de personas para el sector de refrigeración y climatización [34].

Las normas vigentes son:

- » NSCL 291901031-2 “Intervenir el sistema de refrigeración según manuales de buenas prácticas y normativa”.
- » NSCL 291901058-1 “Instalar sistemas de climatización y refrigeración de acuerdo con especificaciones técnicas y manuales de fabricantes”.
- » NSCL 291901059-1 “Mantener sistemas de climatización y refrigeración según procedimientos y normativa técnica”.





Referencias

1. PNUMA, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2019). Manual del Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono. Decimotercera edición. Recuperado de: <https://ozone.unep.org/sites/default/files/Handbooks/MP-Handbook-2019-Spanish.pdf>
2. UNFCCC, (2020). *Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC), Anexo M1. Portafolio de medidas de mitigación de GEI de la NDC* Recuperado de: <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Colombia%20First/NDC%20actualizada%20de%20Colombia.pdf>
3. Sabogal, N. (1). El Protocolo de Montreal, un modelo de concertación para la protección de la capa de ozono. *Relaciones Internacionales*, 7(14). Recuperado de <https://revistas.unlp.edu.ar/RRII-IRI/article/view/1787>
4. UN Environment Programme. Ozone Secretariat. (2020). Facts and Figures on Ozone Protection. [Folleto] Recuperado de <https://ozone.unep.org/facts-and-figures-ozone-protection#:~:text=Estimates%20suggest%20that%20emissions%20avoided,the%20end%20of%20the%20century>
5. University of Birmingham. Peters, T. (2018). A Cool World Defining the Energy Conundrum of Cooling for All. Recuperado de <https://issuu.com/birminghamenergyinstitute/docs/2018-clean-cold-report>
6. Air conditioning use emerges as one of the key drivers of global electricity-demand growth (2018) <https://www.iea.org/news/air-conditioning-use-emerges-as-one-of-the-key-drivers-of-global-electricity-demand-growth>
7. Revista Cero Grados. (2020, primero de abril). *De los CFC a los naturales: la evolución del consumo sustentable*. Recuperado de <https://0grados.com.mx/revista-0-grados-abril-2020/>
8. IEA. (2018). The future of Cooling. Recuperado de https://iea.blob.core.windows.net/assets/0bb45525-277f-4c9c-8d0c-9c0cb5e7d525/The_Future_of_Cooling.pdf
9. PNUMA. (2019). Comunicado de prensa. Entra en vigor la Enmienda Kigali, un poderoso aliado en la lucha contra el cambio climático. Recuperado de: <https://www.unenvironment.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/entra-en-vigor-la-enmienda-kigali-un-poderoso-aliado-en>
10. EPA (2021) SNAP Substitutes by Sector <https://www.epa.gov/snap/snap-substitutes-sector>
11. GIZ, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. GmbH, Dr. Jonathan Heubes. (2019). *Guía para el desarrollo de un inventario de Bancos de SAO*. Eschborn, Alemania.
12. GIZ Proklima. Siegele, B. (2019). Global banks of ozone depleting substances. Recuperado de: <https://ozone.unep.org/system/files/documents/ODS%20HFC%20Banks.pdf>
13. GIZ, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Dr. Jonathan Heubes, Dr. Johanna Gloël, Irene Papst. Hoja de ruta global sobre la gestión de Bancos de SAO. (2019). Recuperado de https://www.international-climate-initiative.com/fileadmin/Dokumente/2019/191223_ODS_Global_Roadmap_ES.pdf

14. GIZ, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. Global. Irbne Papst. Banks of Ozone Depleting Substances. A country-level estimate. (2018). Recuperado de <https://www.giz.de/fachexpertise/downloads/12%20ODS%20Global%20banks%20of%20ozone%20depleting%20substances%20-%20A%20country-level%20estimate%202.0.pdf>
15. EPA Environmental Protection Agency. *Prioritizing Leak Tightness During Commercial Refrigeration Retrofits*. Recuperado de https://www.epa.gov/sites/production/files/documents/GChill_Retrofit.pdf
16. IEA. (2019). *Search, Reuse and Destroy: Initiating Global Discussion to Act on a 100 Billion Ton Climate Problem*. Recuperado de <https://content.eia-global.org/posts/documents/000/000/979/original/Refrigerant-Banks.pdf?1573061483>
17. Forti V., Baldé C.P., Kuehr R. y Bel G. (2020). *The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential*. United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research (Unitar) – co-hosted SCYCLE Programme, International Telecommunication Union (ITU) e International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Rotterdam. Recuperado de https://www.itu.int/en/ITU-D/Environment/Documents/Toolbox/GEM_2020_def.pdf
18. GIZ, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. GmbH. Proklima. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *Guía para el desensamble manual de refrigeradores y aires acondicionados. Lineamientos para el uso en el contexto colombiano*. Recuperado de https://www.international-climate-initiative.com/fileadmin/Dokumente/2017/171219_ES-weee-colombia.pdf
19. CEE. Comunidad Económica Europea. (2008). *Directiva Marco de Residuos del 2008 (2008/98/CE)*. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/participacion-publica/Directiva_Marco_2008_98_CE_sobre_los_residuos_tcm30-98740.pdf
20. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Unidad Técnica Ozono (UTO). (2017). *Inventario nacional de equipos de refrigeración y aire acondicionado que se importan, producen e instalan en el país, y de las sustancias refrigerantes contenidas en estos, tales como HCFC, HFC y sustancias alternativas*. Bogotá: Autor.
21. Ministerio de Comercio Industria y Turismo. (2021). Registro de Productores y Comercializadores de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RPCAEE). Recuperado de <https://www.vuce.gov.co/servicios/rpcaee>
22. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Unidad Técnica Ozono (UTO). (2017). *Inventario de consumo y uso de SAO y sustancias alternativas a las SAO en Colombia (Metodología “Top-down”), para el periodo 2008 - 2015 y su distribución en los diferentes sectores/subsectores*. Bogotá: Autor. (Inédito).
23. GIZ, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit .GmbH. GAIA Tecnología Sostenible. Ángel E. Camacho (2016). *Proyecto Colombia-Appraisal NAMA for the domestic refrigeration sector*. Bogotá. (Inédito).
24. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Memoria justificativa del Proyecto de resolución “por la cual se desarrollan los artículos 2.2.7a.1.3, 2.2.7a.2.2, 2.2.7a.4.2 y 2.2.7a.4.4 del Decreto 1076 de 2015 sobre la gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) y se dictan otras disposiciones”.

25. Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y El Caribe. (2005) Guía para la gestión integral de residuos peligrosos. Fundamentos Tomo I. Recuperado de http://www.cempre.org.uy/docs/biblioteca/guia_para_la_gestion_integral_residuos_gestion_respel01_fundamentos.pdf
26. PNUMA. (2011) *Convenio de Basilea. Directrices técnicas sobre el coprocesamiento ambientalmente racional de los desechos peligrosos en hornos de cemento*. Recuperado de: <https://quimicos.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/Convenio-de-Basilea-Directrices-tecnicas-sobre-coprocesamiento-de-RESPEL-en-hornos-de-cemento.pdf>
27. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). Dirección de Asuntos Ambientales Sectorial y Urbana. Informe de evaluación de implementación y resultados de la Política ambiental para la gestión integral de residuos o desechos peligrosos (2007-2017). Recuperado de https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosAmbientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/A-EVALUACI%C3%93N_POL%C3%8DTICA_RESPEL_30-03-2020.pdf
28. iNDC_espanol (2015) Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional iNDC. Recuperado de: https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/colombia_hacia_la_COP21/iNDC_espanol.pdf
29. Unidad Técnica Ozono (UTO). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Red de Recuperación, Reciclaje y Regeneración de Gases Refrigerantes, Red R&R&R. (2020). *Segunda reunión de seguimiento a la operatividad de los centros de acopio y centros de regeneración de gases refrigerantes a nivel nacional (ptt)*. Bogotá: Autores.
30. GIZ, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit.Global, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, UTO. (2019) *Bancos de SAO y HFC, sector de refrigeración y acondicionamiento del aire en Colombia* [Brochure] Bogotá. D.C.
31. GIZ, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Dr. Jonathan Heubes, Irene Papst (2017). *ODS bank inventory for Colombia*. Final Report. Eschborn, Alemania (sin publicar)
32. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. UTO. *Manual de Buenas Prácticas en Refrigeración*. (2014). Bogotá: Autor.
33. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). *Lineamientos técnicos ambientales para el manejo integral de gases refrigerantes en las operaciones de recuperación, reciclaje, acopio y regeneración*. Red R&R&R Bogotá: Autor.
34. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Unidad Técnica Ozono, UTO. (septiembre 2020). *Ozono*. Boletín 48. Bogotá: Autor.
35. GIZ, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Dr. Caroline Narayan. (2014). Guía de reconversión de la producción de refrigeradores domésticos: de refrigerantes halogenados a refrigerantes de hidrocarburo. Eschborn. Recuperado de: <https://www.ctc-n.org/sites/www.ctc-n.org/files/resources/giz2014-10-28-es-guideline-production-conversion-domestic-refrigerators.pdf>
36. GIZ, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. GmbH, Dr. Jonathan Heubes, Irene Papst, Dr. Johanna Gloël. (2017). *Management and destruction of existing ozone depleting substances banks*. Recuperado de https://www.international-climate-initiative.com/file-admin/Dokumente/2017/171219_EN-weee.pdf

37. GIZ, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Stefanie von Heinemann, Jürgen Beckmann, Dr Jonathan Heubes. Guideline to establish a collection system for equipment containing ODS. Eschborn, Alemania.
38. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *Política nacional para la gestión integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos* (RAEE). Bogotá: Autor
39. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM. (2019). *Informe Nacional de Residuos o Desechos Peligrosos en Colombia – año 2018*. Recuperado de <http://www.ideam.gov.co/web/contaminacion-y-calidad-Ambiental/informesnacionales-de-generacion-de-residuos-o-desechos-peligrosos>
40. PNUD, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, FMAM Fondo Multilateral para la aplicación del Protocolo de Montreal. (2017). Logros del pasado y oportunidades futuras. Estudios de casos de la cartera del PNUD y Alternativas innovadoras de refrigeración que evitan el calentamiento. Nueva York: Autor. Recuperado de <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/30%20years%20of%20the%20Montreal%20Protocol%20-%20Spanish.pdf>
41. UNEP, United Nations Environment Program. (2019). *Environmentally sound management of banks of ozone-depleting substances*. Nairobi: Autor.
42. UNEP, United Nations Environment Program. (2019). *Decision XXIX/4 Teap Task Force Report on Destruction Technologies for Controlled Substances (Addendum to the May 2018 Supplemental Report – Revision)*. Recuperado de https://ozone.unep.org/sites/default/files/2019-04/TEAP-DecXXIX4-TF-Addendum-to-May2018-Report_September2018.pdf
43. Norden Ozone Group Project. (2018). Waste treatment in the Nordic Countries. Recuperado de <http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:702350/FULLTEXT01.pdf>
44. DNP, Departamento Nacional de Planeación. Conpes 3874. (2016). Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Recuperado de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3874.pdf>
45. CGF, The Consumer Goods Forum, Shecco. (2019). Understanding the most Cost-effective Way to Fight Climate change; Sharing CGF Members' Experience in Eliminating, Climate Potent Refrigerants. Recuperado de <https://www.theconsumergoodsforum.com/wp-content/uploads/members-content/201904-cgf-shecco-most-cost-effective-way-to-fight-climate-change-natural-refrigeration-1.pdf>
46. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017) Política Nacional de Cambio Climático: documento para tomadores de decisiones. Bogotá. Recuperado de: <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/25548/Politica-cambio-climatico-MinAmbiente.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
47. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2019). Estrategia nacional de economía circular. Cierre de ciclos de materiales, innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocio. Bogotá: Autores.



