

# Actualización del estudio sobre el uso de sustancias HFC y alternativas en Panamá 2021



## ACTUALIZACIÓN DEL ESTUDIO SOBRE EL USO DE SUSTANCIAS HFC Y ALTERNATIVAS EN PANAMÁ

2021

Este estudio se preparó como parte de las Actividades Habilitadoras para la Implementación de la Enmienda de Kigali en Panamá, lideradas por la Unidad Nacional de Ozono del Ministerio de Salud de Panamá, con apoyo del Fondo Multilateral para la implementación del Protocolo de Montreal, el Gobierno de Canadá y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

### CRÉDITOS:

#### Ministerio de Salud

Luis Francisco Sucre, Ministro de Salud  
Melva Lourdes Cruz Pimentel, Directora de Salud Pública  
Johnnie Hurst, Subdirector General de Salud Ambiental  
Mayra Botacio, Jefa del Departamento de Saneamiento Ambiental  
Niurka González, Coordinadora de la Unidad Nacional de Ozono

#### Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

María del Carmen Sacasa, Representante Residente  
Aleida Ferreyra, Representante Residente Adjunta

#### Equipo técnico MINSA – PNUD

Milagros Díaz, Fortalecimiento Institucional UNO/MINSA  
Augusto Mendoza, Plan de Gestión para la Eliminación de los Hidrofluorocarbonos en Panamá

#### Equipo técnico PNUD

Jessica Young, Gerente de Ambiente,  
Cambio Climático y Desarrollo Sostenible  
Anarela Sánchez, Asociada de Programas  
Carlos Andrés Hernández, Asesor Técnico Oficina Regional

**Fecha de producción:** [mes y año]

**Autor por encargo:** Carlos Contreras y Maxim Rebolledo

**Dirección editorial y elaboración de contenido:** Anabel Tatis

**Revisión técnica:** Vera Barrantes, Anabel Tatis y Milagros Díaz

**Diseño e ilustración:** Phoenix Design Aid Panamá S.A.

**Datos de impresión:** [nombre de la imprenta y cantidad impresa]

**Fotografía:** Colaboración en página 24. Eduardo Estrada, Fotógrafo de Vida Silvestre.

**Copyright:** [©Ministerio de Salud y ©PNUD - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – Panamá. Todos los derechos reservados]

**ISBN:** ([http://www.binal.ac.pa/isbn/alc\\_isbn.html](http://www.binal.ac.pa/isbn/alc_isbn.html))

*Este proyecto se realizó con el apoyo financiero de:*

*This project was undertaken with the financial support of:*

*Ce projet a été réalisé avec l'appui financier de:*

Ce projet a été réalisé avec l'appui financier de :  
This project was undertaken with the financial support of:

 Environnement et  
Changement climatique Canada Environment and  
Climate Change Canada



### RECONOCIMIENTOS

*Extendemos nuestro agradecimiento a la coordinadora de la investigación y su equipo técnico, Niurka González, Anabel Tatis y Augusto Mendoza; al equipo nacional de encuestadores, Arsenio García Castillo, Luis Carlos Delgado Llerena y Luis Daniel Marruffo Bermúdez; a los importadores, distribuidores, talleres de servicio del sector RAC y usuarios finales encuestados; al equipo de la Dirección Nacional de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente; y al personal de PNUD Panamá y de la oficina regional de PNUD. También, agradecemos el apoyo del Fondo Multilateral para la implementación del Protocolo de Montreal y a Environment and Climate Change Canada por su apoyo técnico y financiero.*

*El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo es el principal organismo de las Naciones Unidas dedicado a poner fin a la injusticia de la pobreza, la desigualdad y el cambio climático. Trabajamos con nuestra extensa red de expertos y aliados en 170 países para ayudar a las naciones a construir soluciones integradas y duraderas para las personas y el planeta*

*Los puntos de vista, las designaciones y las recomendaciones presentadas en este informe/documento no reflejan necesariamente la postura oficial del PNUD o de las sociedades nacionales que la conforman.*

*El PNUD exhorta a utilizar de forma adecuada cualquier parte del contenido textual o gráfico de la presente publicación, haciendo debida mención a su fuente.*



# Tabla de contenido

<b>Resumen Ejecutivo</b>	<b>6</b>
Importación de los HFC y otras sustancias alternativas en Panamá	7
Uso de los HFC por sector y subsector	8
Proyecciones del consumo de sustancias HFC hasta 2045	10
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>12</b>
<b>2. CONTEXTO NACIONAL</b>	<b>13</b>
2.1 Perfil de país	13
2.2 Implementación del Protocolo de Montreal en Panamá	13
Marco institucional	13
Marco jurídico	15
Estado Actual de la Implementación del Protocolo de Montreal en Panamá	17
<b>3. LA ENMIENDA DE KIGALI Y LOS NUEVOS COMPROMISOS SOBRE LOS HFC</b>	<b>18</b>
3.1 Sectores usuarios de los HFC y otras sustancias alternativas en Panamá	19
<b>4. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO</b>	<b>22</b>
<b>5. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LOS DATOS DE CONSUMO DE SUSTANCIAS HFC Y ALTERNATIVAS</b>	<b>23</b>
5.1 Datos de importación y consumo de HFC y sustancias alternativas	23
5.2 Distribución de consumo de los HFC y otras sustancias alternativas por sector	27
Sector de refrigeración y aire acondicionado	28
Sector de la espuma	30
Sector de extintores	30
Sectores de aerosoles y solventes	30
<b>6. PROYECCIÓN DE CONSUMO ESTIMADO DE LOS HFC Y OTRAS SUSTANCIAS ALTERNATIVAS AL 2045</b>	<b>31</b>
6.1 Uso de sustancias alternativas en el sector de refrigeración y aire acondicionado	32
Refrigeración	32
Aire acondicionado	33
<b>7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>34</b>

## GLOSARIO DE ACRÓNIMOS

<b>ANA</b>	Autoridad Nacional de Aduanas
<b>BAU</b>	Escenario sin acciones o igual que siempre (por sus siglas en inglés)
<b>BCBRP</b>	Benemérito Cuerpo de Bomberos de la República de Panamá
<b>CMNUCC</b>	Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de Carbono
<b>COVID-19</b>	Enfermedad del Coronavirus (por sus siglas en inglés)
<b>DINASEPI</b>	Dirección Nacional de Seguridad, Prevención e Investigación de Incendios
<b>DGNTI</b>	Dirección General de Normas y Tecnología Industrial
<b>GEI</b>	Gases de Efecto Invernadero
<b>HCFC</b>	Hidroclorofluorocarbonos
<b>HC</b>	Hidrocarburos
<b>HFC</b>	Hidrofluorocarbonos
<b>HFO</b>	Hidrofluoroolefinas
<b>HPMP</b>	Plan de gestión para la eliminación de Hidrofluorocarbonos (por sus siglas en inglés)
<b>INEC</b>	Instituto Nacional de Estadística y Censo
<b>INADEH</b>	Instituto Nacional de Formación Profesional y Capacitación para el Desarrollo Humano
<b>IPT</b>	Instituto Profesional y Técnico
<b>IPPU</b>	Sector de Proceso Industriales y Uso de Productos (por sus siglas en inglés)
<b>ISO</b>	Organización Internacional de Normalización (por sus siglas en inglés)
<b>ITSE</b>	Instituto Técnico Superior Especializado

## GLOSARIO DE ACRÓNIMOS

<b>KIP</b>	Plan de Implementación de Kigali (por sus siglas en inglés)
<b>tCO<sub>2</sub>eq</b>	Toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente
<b>MAC</b>	Aire acondicionado móvil (por sus siglas en inglés)
<b>MEDUCA</b>	Ministerio de Educación
<b>MEF</b>	Ministerio de Economía y Finanzas
<b>MICI</b>	Ministerio de Comercio e Industrias
<b>MINSA</b>	Ministerio de Salud
<b>NFPA</b>	Asociación Nacional de Protección contra Incendios (por sus siglas en inglés)
<b>NCL</b>	Normas de Competencia Laboral
<b>PCG</b>	Potencial de Calentamiento Global
<b>PIB</b>	Producto Interno Bruto
<b>RAC</b>	Refrigeración y Aire Acondicionado
<b>SAO</b>	Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono
<b>SIGA</b>	Sistema Integrado de Gestión Aduanera
<b>SNE</b>	Secretaría Nacional de Energía
<b>TM</b>	Toneladas métricas
<b>UNO</b>	Unidad Nacional de Ozono
<b>UTP</b>	Universidad Tecnológica de Panamá
<b>ZOLICOL</b>	Zona Libre de Colón

## RESUMEN EJECUTIVO

Como parte de sus compromisos ante el Protocolo de Montreal para la protección de la capa de ozono, Panamá asume un nuevo reto con la adopción de la Enmienda de Kigali. Esta enmienda entró en vigor en enero de 2019 y establece un cronograma de reducción progresiva de los hidrofluorocarbonos (HFC) a partir del año 2024, hasta alcanzar una reducción total del 80% del consumo de HFC en el año 2045. Algunos de los HFC usados son el HFC-134a, el R-410A y el R-404A.

Los HFC son un grupo de sustancias químicas sintéticas que se desarrollaron para reemplazar las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SAO) que son objeto del Protocolo de Montreal. Si bien no afectan la capa de ozono, los HFC son potentes gases de efecto invernadero. Su impacto sobre el calentamiento global puede ser cientos o miles de veces mayor que el del dióxido de carbono por unidad de masa y su uso va incrementando exponencialmente debido a la alta demanda por sectores como el de refrigeración y aire acondicionado.

Como país que adoptó la Enmienda de Kigali, Panamá debe preparar su estrategia para alcanzar efectivamente la reducción de los HFC según el cronograma establecido. La estrategia deberá tomar en cuenta las capacidades y los recursos necesarios, las sustancias alternativas y tecnologías disponibles y las implicaciones para el mercado del país.

Este estudio del consumo de los HFC y otras sustancias alternativas a las SAO en Panamá se preparó para ayudar al país a comprender mejor sus tendencias de consumo históricas y previstas de estas sustancias, incluyendo, las de mediano, bajo y alto PCA y su distribución por sector y subsector; así como con el fin de fundamentar el proceso de toma de decisiones sobre la estrategia de país para una efectiva reducción de los HFC y cualquier regulación relacionada. El estudio se construye a partir de los datos de importación y consumo previamente recopilados por la Unidad Nacional de Ozono del Ministerio de Salud para el período 2015-2020 y la revisión de los datos publicados en el *Estudio sobre el uso de alternativas a las sustancias agotadoras de ozono en Panamá 2017*, generando una serie de datos consolidada para el período 2012-2020. En base al consumo histórico de HFC se presenta también una proyección hasta el año 2045.

El estudio determina el consumo actual de los HFC (puros y mezclas), sin perder de vista la participación que aún existe en el mercado de los hidroclorofluorocarbonos (HCFC), sustancias agotadoras de la capa de ozono que serán eliminadas en el país en el 2028. Además, se denotan los nuevos desarrollos en el campo de otras sustancias alternativas a las SAO y los HFC, como lo son los gases sintéticos hidrofluoroolefinas (HFO), los hidrocarburos (HC), el amoníaco (NH<sub>3</sub>) y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Cabe resaltar que esta actualización del estudio de consumo de HFC presenta datos en toneladas métricas (TM) y equivalencias en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (tCO<sub>2</sub>eq), dado que la última es la unidad establecida por la Enmienda de Kigali como unidad de reporte del consumo de los HFC.

Igualmente, se ha hecho énfasis en identificar cada sector y subsector en el país que utiliza estas sustancias, para que los responsables de la implementación de las nuevas regulaciones puedan tener un acercamiento directo y así establecer una estrategia adecuada al contexto de cada uno de estos subsectores.

### Importación de los HFC y otras sustancias alternativas en Panamá

Panamá no produce HFC u otras sustancias alternativas, por lo que su consumo se estima en base a las importaciones. La Tabla I muestra las importaciones en toneladas métricas (TM) de los HFC (puros y mezclas), HFO, amoníaco, HC-290 (propano) y HC-600a (isobutano) durante el período 2012-2020.

Existe un patrón de crecimiento relativamente constante en las importaciones durante el período. Destacan del total, las importaciones de HFC-134a y de las mezclas R-410A, R-404A y R-507A.

Cabe anotar que durante el año 2020 se aplicaron varias medidas de emergencia nacional debido a la pandemia del COVID-19, lo cual incluyó el cierre de ciertas actividades económicas, reflejándose en una reducción general de las importaciones y, por tanto, en el consumo de estas sustancias para ese año.

El descenso en las importaciones del 2020 no fue igual para cada sustancia. Además, se observó una reducción significativa de actividades a nivel de nuevas instalaciones de refrigeración y aire acondicionado, en comparación con las de mantenimiento correctivo, las cuales se sostuvieron durante la pandemia, debido a la continuidad de operaciones de los sectores básicos de producción y alimentación, así como de atención y servicio al sector domiciliario.

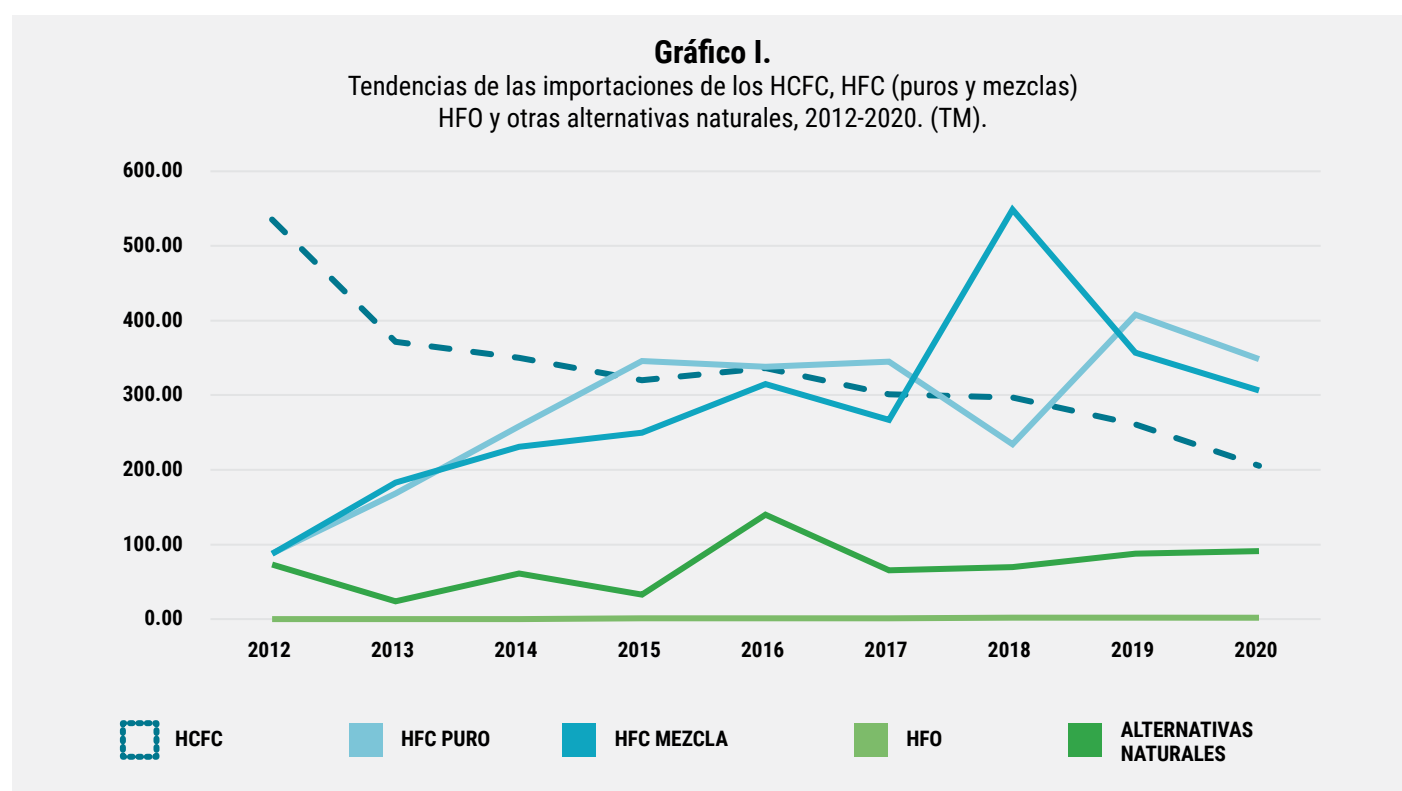
**Tabla I.**  
Importaciones de los HFC y sustancias alternativas, 2012-2020 (en TM).

Sustancia	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>HFC puro</b>									
HFC-134a	87.86	168.40	258.14	345.82	338.24	345.28	234.37	407.86	348.69
HFC-227ea	0.08	0.00	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HFC-32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00
HFC-365mfc	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	98.84
<b>HFC mezcla</b>									
R-404A	25.16	52.32	71.22	61.61	76.36	51.46	88.04	72.75	76.73
R-407A	0.00	0.00	1.73	0.00	0.00	0.00	3.50	0.34	0.00
R-407C	3.52	2.32	10.78	2.83	12.03	2.22	8.02	3.93	11.98
R-410A	38.54	93.94	103.15	118.02	159.33	165.28	379.28	221.61	160.19
R-417A	3.42	0.23	1.42	0.27	2.26	0.18	0.21	0.39	1.35
R-422D	0.00	0.00	0.00	0.02	1.00	0.00	0.40	0.02	0.00
R-425A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00
R-437A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00
R-438A	0.00	0.00	0.00	0.28	0.00	3.31	4.54	3.18	1.18
R-452A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
R-507A	16.82	34.26	42.28	66.39	63.53	44.20	64.67	54.85	54.61
<b>HFO</b>									
HFO-1233zd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23
HFO-1234yf	0.00	0.00	0.00	0.80	0.80	1.34	1.61	1.61	1.61
HFO-1234ze	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Alternativas naturales</b>									
HC-290	0.00	0.00	0.00	2.90	4.15	0.12	2.07	3.79	1.11
HC-600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.57	1.65
HC-600a	0.00	0.00	0.53	0.98	2.02	3.60	3.37	3.42	1.17
Pentano	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
R-717	72.80	23.82	60.36	25.70	118.86	59.74	61.69	70.05	71.34
R-744	0.00	0.00	0.00	0.95	1.53	1.91	2.29	7.53	13.96
Glicol	0.00	0.00	0.00	1.89	13.35	0.05	0.04	1.57	1.56

En la Tabla I, se identifican nuevas sustancias HFC y alternativas no reportadas en el *Estudio sobre el uso de alternativas a las sustancias agotadoras de ozono en Panamá 2017*, como las mezclas de HFC (R-425A, R-437A y el R-452A) y alternativas naturales como el HC-600 y el glicol.

El Gráfico I muestra comparativamente el comportamiento lineal de importaciones en el país de HCFC, HFC puros, HFC mezclas, HFO y otras alternativas. Lo primero que se destaca es una reducción sostenida de los HCFC que va acorde con las metas de eliminación propuestas en el Plan de Gestión para la Eliminación de los Hidroclorofluorocarbonos (HPMP, por sus siglas en inglés). Los HCFC tenían una participación en el mercado del 68.3%, en 2012, bajando a un 33.7% en 2015 y un 22.6% en 2020. Por consiguiente, se aprecia un aumento en las importaciones de los HFC puros y mezclas como principales sustancias de reemplazo para los HCFC. En el 2012, la participación de los HFC en el mercado era de 22.4%, logrando alcanzar el 69.8% en el 2020.

También se observa que los HFC puros tienen una mayor participación en el período 2012-2017. A partir de 2018 se equilibra el consumo de HFC puros y mezclas, debido a un mayor consumo de R-410A en el subsector aire acondicionado, así como de R-404A y R-507A en el subsector de la refrigeración.



**Nota:** La línea punteada, que representa los HCFC, se presenta en esta gráfica con el propósito de comparar el comportamiento del consumo de estas SAO con el de los HFC y las otras sustancias alternativas.

Las sustancias HFO comienzan a consumirse a partir del año 2015, teniendo una participación baja pero un comportamiento bastante constante. Otras sustancias alternativas como los HC (HC-290 y HC-600a) y el CO<sub>2</sub> (R-744), empiezan a mostrar un ligero aumento, mientras que el amoníaco (R-717) mantiene un consumo estable y sostenido.

El país reporta un consumo total de HFC de 5,242 TM para el período 2012-2020, lo cual corresponde a  $10.961 \times 10^6$  tCO<sub>2</sub>eq. Los HFC más usados en el país son el HFC-134a (36.1%), el R-410A (28.6%), el R-404A (17.6%) y el R-507A (13.5%).

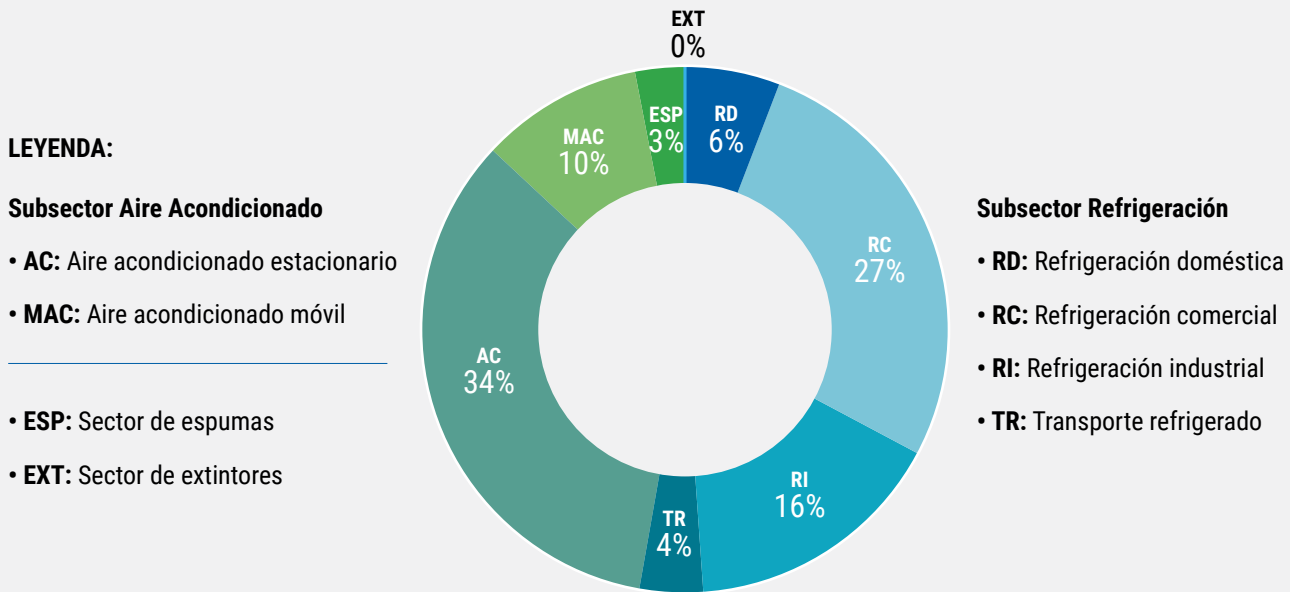
### Uso de los HFC por sector y subsector

En Panamá se identifica el consumo de los HFC en los sectores de refrigeración y aire acondicionado (RAC), espumas de poliuretano y extintores de incendio, según el Gráfico II. Si bien se prevé que cierto porcentaje de los aerosoles y solventes importados al país podrían contener HFC, no se pudo obtener información sobre estos sectores en este estudio.



**Gráfico II.**

Porcentaje de distribución del consumo de HFC por sector, año 2019.



### Sector de refrigeración y aire acondicionado

El sector de refrigeración y aire acondicionado (RAC) domina ampliamente el consumo de HFC en el país, representando el 96.9% del consumo total.

#### Aire acondicionado

Actualmente el subsector de aire acondicionado estacionario es donde más se consume HFC. Este subsector incluye el aire acondicionado estacionario doméstico, comercial e industrial. Para el año 2019 se consumieron 279.27 TM de HFC (550,000 tCO<sub>2</sub>eq) en el subsector de aire acondicionado. La sustancia usada en mayor medida es el R-410A, seguida por el HFC-134a y el R-407C.

En el caso del aire acondicionado para autos y otros transportes (MAC) se consumieron 116.66 TM de HFC (167,000 tCO<sub>2</sub>eq) en 2019, aunque ya se observa un incremento en la utilización de los HFO como alternativa, en particular el HFO-1234yf.

#### Refrigeración

La refrigeración comercial ocupa el segundo lugar en consumo de HFC en el país, después del aire acondicionado estacionario. En el 2019 se consumieron 198.73 TM de HFC (431,000 tCO<sub>2</sub>eq), siendo la sustancia más usada el HFC-134a, seguida por el R-404A y el R-507A.

En el caso de la refrigeración industrial se consumieron 79.79 TM de HFC (263,000 tCO<sub>2</sub>eq) en el 2019. Se observa que en este sector se utilizan más las mezclas HFC, como el R-507A y el R-404A, inclusive muy por encima del HFC-134a. Muchas industrias han implementado sistemas de refrigeración con amoníaco (R-717), CO<sub>2</sub> o han incluido sistemas de refrigerantes secundarios, logrando una reducción del volumen de refrigerante en los sistemas de enfriamiento.

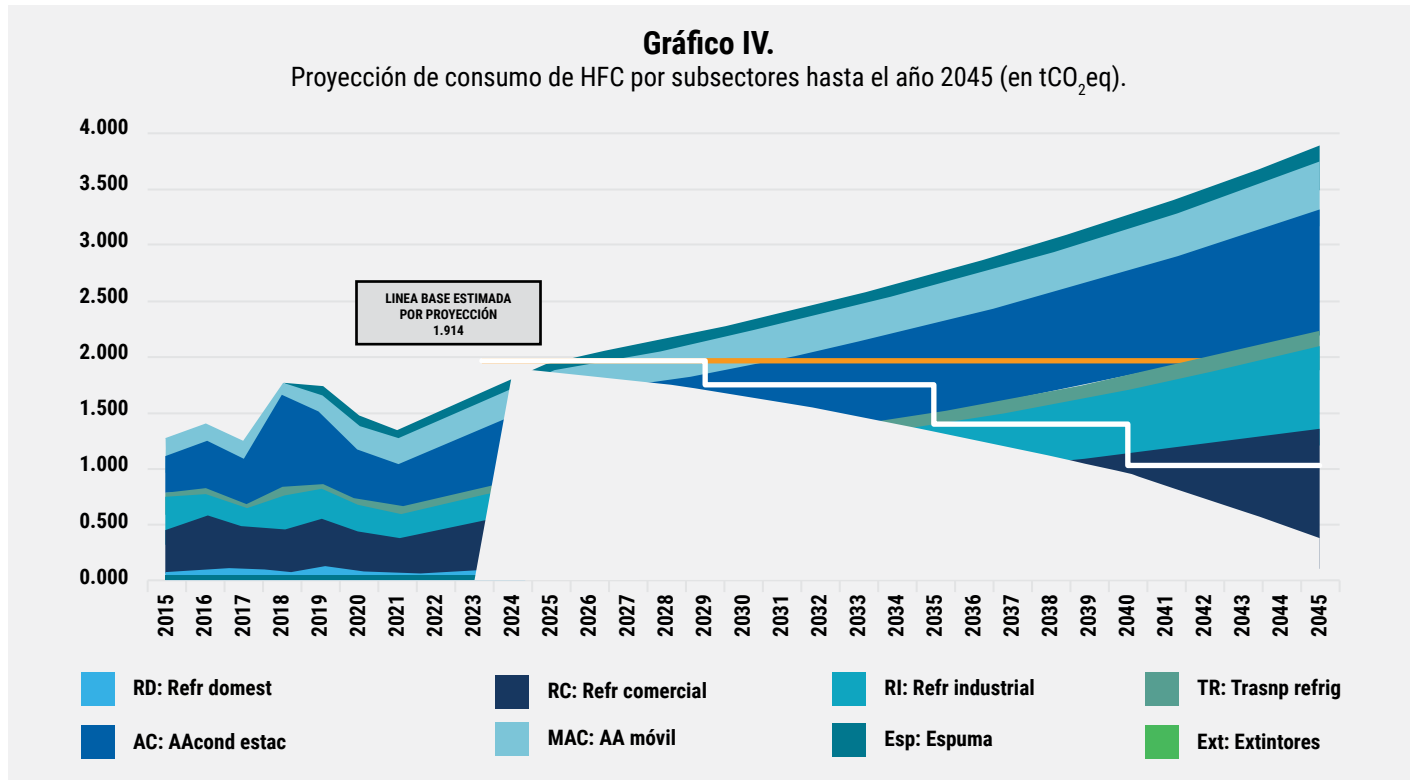
La refrigeración doméstica consumió 73.96 TM de HFC (106,000 tCO<sub>2</sub>eq) en el mismo año, con uso exclusivo de HFC-134a. Sin embargo, actualmente, existe en el país una gran oferta de refrigeradores y congeladores domésticos con sistema de refrigeración basados en HC-600a, un refrigerante natural de muy bajo Potencial de Calentamiento Global (PCG).

#### Sector de espumas

El consumo de HFC para producción de espumas de poliuretano se concentra casi en su totalidad (99%) en una única casa de sistemas ubicada en la Zona Libre de Colón (ZOLICOL) y el resto (1%) corresponde a los HFC contenidos en los polioles importados al país. Cabe señalar que parte de los polioles considerados como importación al país son polioles vendidos por la casa de sistemas en la ZOLICOL a empresas nacionales. El HFC utilizado en este sector es el HFC-365mfc.



El Gráfico IV muestra la proyección de consumo de los subsectores del sector RAC hasta el 2045, donde se superponen también las reducciones obligatorias de consumo de HFC que el país tendría que cumplir bajo la Enmienda de Kigali. Esto permite vislumbrar la demanda necesaria de sustancias conforme se reduzcan los HFC.



El consumo de los HFC y otras sustancias alternativas está en un continuo proceso de cambio en Panamá. En el sector RAC se aprecian cambios de sustancias refrigerantes a favor de alternativas más naturales y/o con PCG mucho más bajos. El subsector del aire acondicionado presenta un cambio más lento, pero acorde con el mercado mundial, pues los sustitutos para las sustancias HFC-134a y R-410A están en fases menos adelantadas que en el subsector de refrigeración.

El sector de espumas está recibiendo apoyo de la Unidad Nacional de Ozono para hacer una transición a HFO. También se tienen casos de conversión a ciclopentano y otras innovaciones, como el uso de Cloruro de Metileno (CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) e incluso reacción de mezcla al vacío, lo cual no requiere de un agente espumante.

El sector de extintores de fuego no tiene un consumo significativo de HFC. Se esperaría que estos productos tengan una transición a otras alternativas ya disponibles y usadas en el país. Es deseable tener estudios más profundos sobre el consumo de HFC en los sectores de extintores, aerosoles y solventes en Panamá.



## 1.

## INTRODUCCIÓN

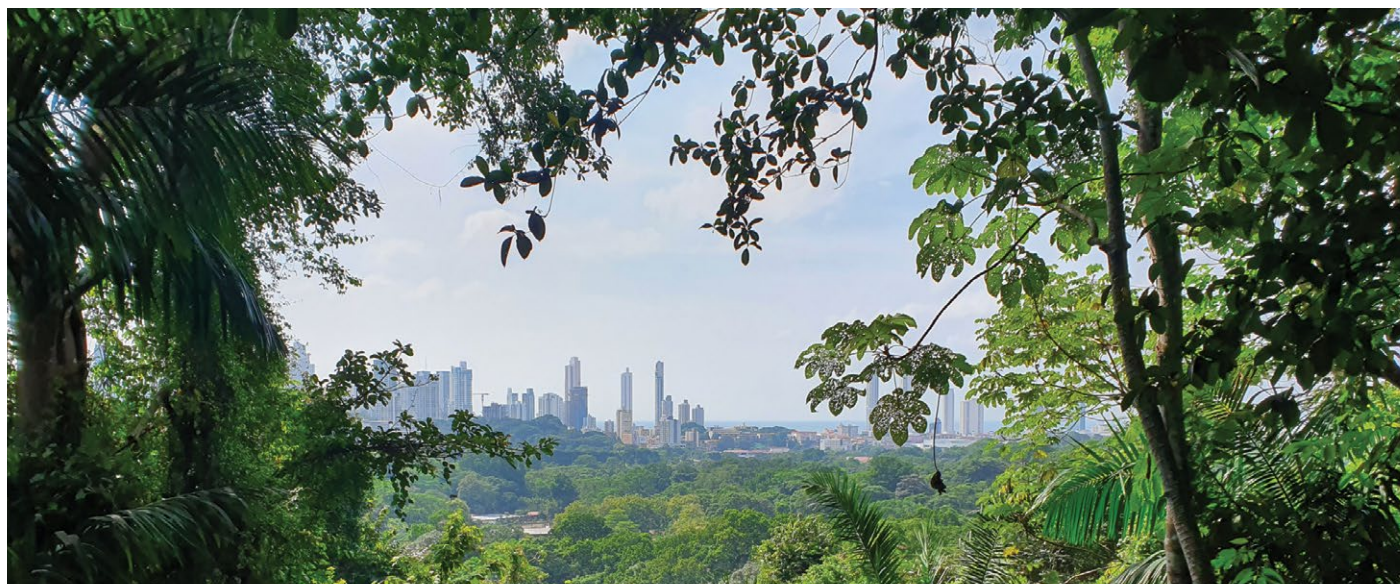
El Protocolo de Montreal, acuerdo internacional derivado del Convenio de Viena, tiene el objetivo de proteger la capa de ozono. Como Parte del Protocolo desde 1989, Panamá ha llevado a cabo diversas acciones enfocadas a reducir el uso de las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SAO) en varios sectores, tales como los de la refrigeración y el aire acondicionado. El país logró la eliminación total de los clorofluorocarbonos para el año 2009 y actualmente aplica un cronograma de reducción gradual de los hidroclorofluorocarbonos (HCFC). En el año 2020 se alcanzó la meta de reducción del 35% de consumo de los HCFC, y se espera su eliminación total para el 2028.

En vista de la reducción global de las SAO, el mercado ha visto una migración gradual hacia otras sustancias alternativas como los hidrofluorocarbonos (HFC). Sin embargo, se ha encontrado que, aunque los HFC no dañan la capa de ozono, son gases de efecto invernadero con un alto Potencial de Calentamiento Global (PCG) que agudizan el cambio climático. Es por esto por lo que las Partes del Protocolo de Montreal adoptaron la Enmienda de Kigali en octubre de 2016, bajo la cual se agregaron los HFC a la lista de sustancias controladas, con la meta de reducir su uso y buscar alternativas que no tengan impacto en la capa de ozono ni en el clima.

La Enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal entró en vigor en enero de 2019 y establece un cronograma de reducción progresiva de los HFC a partir del año 2024, hasta alcanzar una reducción total del 80% del consumo de HFC en el país en el año 2045. Panamá debe preparar su estrategia para alcanzar efectivamente la reducción de los HFC según este cronograma. La estrategia deberá tomar en cuenta las capacidades y los recursos necesarios, las sustancias alternativas y tecnologías disponibles y las implicaciones para el mercado del país.

Este estudio del consumo de los HFC y otras sustancias alternativas a las SAO en Panamá se preparó para ayudar al país a comprender mejor sus tendencias de consumo históricas y previstas de estas sustancias, incluyendo, las de mediano, bajo y alto PCA y su distribución por sector y subsector; así como con el fin de fundamentar el proceso de toma de decisiones sobre la estrategia de país para una efectiva reducción de los HFC y cualquier regulación relacionada. El estudio se construye a partir de los datos de importación y consumo previamente recopilados por la Unidad Nacional de Ozono del Ministerio de Salud para el periodo 2015-2020 y la revisión de los datos publicados en el *Estudio sobre el uso de alternativas a las sustancias agotadoras de ozono en Panamá 2017*, generando una serie de datos consolidada para el período 2012-2020. La información se obtuvo de los datos de importación de los HFC y otras sustancias alternativas y de encuestas aplicadas a una muestra representativa de los sectores en los que se utilizan estas sustancias. Se siguió la Guía de la Secretaría del Protocolo de Montreal para la Preparación de las Encuestas de Alternativas a las SAO (MLF/IACM.2016/2/21).

El estudio también presenta una proyección del consumo de estas sustancias hasta el año 2045, conclusiones y recomendaciones que pueden aportar al desarrollo de la estrategia de país para la implementación de la Enmienda de Kigali.



## 2.

## CONTEXTO NACIONAL

### 2.1 Perfil de país

El último Censo de Población y Vivienda (2010) indica que la población de Panamá es de 3,405,813 habitantes<sup>1</sup>. Según proyecciones realizadas por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC), la población total para el año 2020 asciende a 4,278,500 habitantes<sup>2</sup>.

Panamá por encontrarse en una latitud cernana al Ecuador tiene un clima tropical, lo que implica altas temperaturas y niveles de humedad. De acuerdo a la Estación Meteorológica de Tocumen, en el 2019 la máxima precipitación pluvial se registró en noviembre con un promedio de 245 milímetros. Además, la más alta lectura de temperatura se observó en agosto con 38.0 °C. Un máximo de humedad relativa (89%) se dio en mayo y junio del mismo año.

Este tipo de clima ha dictado el crecimiento urbano con diseños arquitectónicos que contemplan el enfriamiento de aire para lograr temperaturas y humedades relativas más cercanos a los establecidos para el confort humano. La alta demanda de enfriamiento en sectores como la edificación, cadenas de frío, refrigeración y transporte, se atiende a través de equipos basados en la tecnología de compresión de vapor con uso de sustancias refrigerantes.

El país ha liderado el crecimiento económico de Centroamérica con una tasa estimada de 3.5% en el año 2019. Debido a la pandemia del COVID-19, esta tasa se contrajo a -17.9% en el 2020; sin embargo, se espera una proyección del 8.0% para el 2021, según reportes del Banco Mundial.

La economía de Panamá tiene una fuerte entrada de ingresos del sector de servicios, incluyendo la operación del Canal de Panamá, logística, banca, la Zona Libre de Colón, seguros y puertos de contenedores. Es una economía con una alta tasa de importación, siendo la manufactura mucho menos significativa. Las actividades económicas que experimentaron crecimiento en el 2019 fueron las de comercio al por mayor y menor, construcción, inmobiliarias, transporte regular de pasajeros, telecomunicaciones, electricidad y agua, minas y canteras, enseñanza, salud privada, cría de ganado porcino y aves de corral y en menor medida otros servicios sociales y personales. Estos son los sectores que a su vez advierten un crecimiento en la necesidad de enfriamiento y refrigeración.

Cabe señalar que en el año 2021 se aprobó la Ley de los Agroparques<sup>3</sup>, la cual fomentará el crecimiento de la producción agroalimentaria, tanto para el consumo nacional como para la exportación. Esto involucra los sistemas de refrigeración a pequeña y mediana escala para mantener la cadena de frío de la producción.

### 2.2 Implementación del Protocolo de Montreal en Panamá

#### Marco institucional

La entidad que coordina la aplicación del Protocolo de Montreal y sus enmiendas en el país es la Unidad Nacional de Ozono (UNO) de la Subdirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud (MINSAL). El Punto Focal operativo ante el Protocolo dirige la UNO, junto con personal de apoyo y varios consultores locales que prestan asistencia a proyectos y actividades específicas que se ejecutan en el país.

La UNO lleva el Registro de Empresas Importadoras de Gases Refrigerantes y otorga los permisos para la importación de los HCFC. Para los HCFC se aplica actualmente un sistema de cuotas de importación, el cual permite el control del consumo de estas sustancias de acuerdo al cronograma de reducción que se tiene previsto bajo el Protocolo de Montreal y el Plan de Gestión para la Eliminación de los HCFC (HPMP). Igualmente, la UNO lleva el registro y control de importaciones de extintores de incendios y polioles, que son productos que pueden contener HCFC o HFC.

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Estadística y Censo - INEC

<sup>2</sup> <https://www.inec.gob.pa/archivos/P5561Cuadro%2077.pdf>

<sup>3</sup> Ley No. 196 de 8 de febrero de 2021, G.O. No. 29214-A. ([https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/29214\\_A/GacetaNo\\_29214a\\_20210208.pdf](https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/29214_A/GacetaNo_29214a_20210208.pdf))



Varias instituciones gubernamentales desempeñan un rol clave en la implementación del Protocolo de Montreal y todas sus enmiendas y mantienen una estrecha relación con la UNO para la coordinación de actividades y el control de las SAO y las sustancias alternativas:

#### **Autoridad Nacional de Aduanas (ANA)**

Institución que controla el comercio de las SAO y de las sustancias que aportan al calentamiento global, así como los productos o equipos que los contienen. Es un actor clave en la fiscalización y prevención del tráfico ilegal de estas sustancias.

Mantiene una estrecha coordinación con la UNO para el control de las importaciones de los HCFC y HFC a través del Sistema Integrado de Gestión Aduanera (SIGA) y para la cooperación en los temas del Protocolo de Montreal y sus enmiendas.

#### **Ministerio de Ambiente (MIAMBIENTE)**

Entidad del Estado que funge como punto focal del país ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), y responsable de la preparación de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero (GEI), los cuales incluyen en el sector de Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU, por sus siglas en inglés) a los HFC.

#### **Ministerio de Comercio e Industrias / Dirección General de Normas y Tecnología Industrial (MICI/DGNTI)**

Como entidad nacional de normalización, representante de la República de Panamá ante el Organización Internacional de Normalización (ISO), dicta las normas y reglamentos técnicos para actividades relacionadas con refrigeración y aire acondicionado, sectores que utilizan HCFC y HFC. También establece normas de seguridad y sostenibilidad ambiental.

#### **Ministerio de Economía y Finanzas (MEF)**

Alberga la Comisión Arancelaria, la cual tiene la función de estudiar y emitir concepto sobre reformas o adiciones al Arancel o sistema Arancelario que recomiende o sugiera en cualquier tiempo el Órgano Ejecutivo

#### **Secretaría de Energía (SNE)**

Monitorea y analiza el comportamiento del sector energía y establece los lineamientos de la política nacional para el uso racional y eficiente de la energía en el territorio nacional. Promueve y regula el uso de aparatos eficientes, dentro de los cuales se incluye todo tipo de equipo de aire acondicionado y línea blanca que utiliza refrigerantes controlados bajo el Protocolo de Montreal.

#### **Sector de la Academia (MEDUCA, INADEH, UTP, IPT, ITSE)**

Conformado por una serie de instituciones que proporcionan la educación técnica en el país, y que son claves para garantizar que el sector RAC cuente con suficiente personal calificado para la atención y servicio de los equipo que consumen energía y refrigerantes.

#### **Benemérito Cuerpo de Bomberos de la República de Panamá (BCBRP)**

Está involucrado con las medidas de control que se aplican a las importaciones de extintores. Además, tiene injerencia directa en todos los aspectos relacionados con la seguridad de las sustancias químicas importadas al país. Tendrá un papel clave para el control de equipos que contengan sustancias alternativas a los HFC con propiedades de inflamabilidad.



## Marco jurídico

Panamá es país signatario de todos los acuerdos internacionales relacionados con la protección de la capa de ozono, como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1.**

Estado de ratificación de los tratados y enmiendas para la protección de la capa de ozono en Panamá.

TRATADO	OBJETIVO	INSTRUMENTO DE RATIFICACIÓN	ENTRADA EN VIGOR
Convención de Viena	Acuerdo marco para la protección de la Capa de Ozono.	Ley N°2 3 enero 1989	14 mayo 1989
Protocolo de Montreal	Reglamenta el control de las sustancias agotadoras de la Capa de Ozono	Ley N° 7 3 enero 1989	1 junio 1989
Enmienda de Londres	Incluye el control de otros 10 CFC halogenados, tetracloruro de carbono y metilcloroformo	Ley N° 25 10 diciembre 1993	11 mayo 1994
Enmienda de Copenhagen	Incluye el control de HCFC, HBFC y el metilbromuro en la lista de sustancias controladas	Ley No° 46 5 julio 1996	2 enero 1997
Enmienda de Montreal	Instaura el sistema de licencias para la importación y exportación de las SAO	Ley N° 87 30 noviembre 1998	10 noviembre 1999
Enmienda de Bieijing	Establece controles adicionales a los HCFC	Ley N° 51 17 octubre 2001	5 marzo 2002
Enmienda de Kigali	Establece medidas para reducir la producción y el consumo de hidrofluorocarbonos (HFC),	Ley N° 87 19 diciembre 2017	1 enero 2019



Los principales instrumentos que reglamentan el Protocolo de Montreal y sus enmiendas en el país se presentan en la Tabla 2. Cabe destacar que aún no existe en el país un instrumento legal específico para el control de los HFC, más allá de la Ley N°87 de 2017 que adopta la Enmienda de Kigali.

**Tabla 2.**

Marco regulatorio para la aplicación del Protocolo de Montreal en Panamá.

INSTRUMENTO LEGAL	DESCRIPCIÓN
<p><b>Decreto Ejecutivo N°225 de 16 de noviembre de 1998</b>, por el cual se reglamenta la ley número 7 del 3 de enero de 1989 relativa a la protección de la capa de ozono. Gaceta Oficial N°23,676.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prohíbe la fabricación de las SAO, sean puras o en mezclas y establece el calendario de eliminación de los CFC.</li> <li>• Establece la obligatoriedad de la inscripción de empresas importadoras en el Registro de Empresas Importadoras de SAO en el Ministerio de Salud, la solicitud para la importación ante el Ministerio y la entrega de información sobre importaciones.</li> </ul>
<p><b>Resolución N°1236 de 27 de diciembre de 2012</b>, que establece mecanismos para la regulación y control de las importaciones de las sustancias agotadoras del ozono, correspondientes al Anexo C, Grupo 1 del Protocolo de Montreal. Gaceta Oficial Digital N°27200-A.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establece el calendario de eliminación gradual de consumo de HCFC, a implementarse a partir de 1 de enero de 2013. Controla específicamente el HCFC-22 y el HCFC-141b.</li> <li>• Establece la distribución de las cuotas entre los importadores inscritos en el país, el mecanismo de distribución y el registro de las empresas importadoras de refrigerantes.</li> </ul>
<p><b>Resolución N°0909 de 4 de septiembre de 2013</b>, que modifica el numeral 5 del Artículo Segundo de la Resolución N°1236 de 27 de diciembre de 2012.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modifica la Resolución No. 1236, agregando el control del HCFC-123, el HCFC-124 y el HCFC-142b, bajo las mismas condiciones establecidas en la Resolución No. 1236 para el HCFC-22 y HCFC-141b.</li> </ul>
<p><b>Resolución N°1331 de 27 de septiembre de 2018</b>, que establece mecanismos adicionales para la regulación y control de las sustancias agotadoras del ozono, correspondientes al Anexo C, Grupo 1 del Protocolo de Montreal. Gaceta Oficial Digital N°28648-B.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establece mecanismos adicionales de control de los HCFC. Prohíbe la producción de espumas de poliestireno extruido con HCFC-22 a partir de octubre 2018 y el uso de HCFC-22 como agente de limpieza en los sistemas RAC desde enero 2019, así como la importación y uso de mezclas o polioles formulados que contengan R-141b. Obliga al registro de importadores e importaciones de polioles, ante el Ministerio de Salud.</li> </ul>
<p><b>Resolución No. 481 de 4 de agosto de 2022</b>, que modifica el artículo tercero de la Resolución No. 1236 de 27 de diciembre de 2012.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modifica el calendario de eliminación gradual del consumo de Hidroclorofluorocarbonos (HCFC) establecido por el Protocolo de Montreal y que se implementa en Panamá.</li> </ul>

En adición, es menester citar la Ley N°10 del 16 de marzo de 2010, que crea el Benemérito Cuerpo de Bomberos de la República de Panamá, Gaceta Oficial Digital N°26490-A, que otorga al Benemérito Cuerpo de Bomberos de la República de Panamá la regulación de todas las actividades de prevención, control y extinción de incendios. En este sentido, el BCBRP ha adoptado, entre otras, las Normas NFPA 10 y NFPA13 sobre extintores portátiles de incendios y sistemas de rociadores contra incendios, respectivamente. Esta ley, también, ordena el registro de las empresas dedicadas a la importación, comercialización y servicios relacionados con los extintores y sistemas de protección contra incendios, a través de la Dirección Nacional de Seguridad, Prevención e Investigación de Incendios (DINASEPI).

## Estado Actual de la Implementación del Protocolo de Montreal en Panamá

Panamá recientemente finalizó la implementación de la segunda etapa del Plan de Gestión para la Eliminación de HCFC (HPMP II 2016-2020), bajo el cual se alcanzó la reducción del 35% de la línea base de consumo de HCFC para el año 2020. El cronograma de reducción de los HCFC continúa con el HPMP III, que se aplicará en el período 2021-2028.

En el HPMP III, el Gobierno de Panamá se compromete a alcanzar una reducción del consumo de HCFC del 97,5% en 2028, y mantener un consumo máximo anual del 2,5% en el período 2028-2039 para gestionar lo que quede en existencia y funcionamiento en el sector RAC hasta su eliminación completa en 2040.

Las actividades bajo el HPMP III, coordinadas por la UNO, se enfocarán en:

- Mejorar las habilidades y el manejo de herramientas y equipos para el uso seguro y eficiente de los HCFC, así como de nuevas tecnologías y sustancias alternativas de bajo PCG.
- Evitar el crecimiento de la demanda de HCFC para el sector de servicios.
- Adoptar y aplicar políticas nacionales, requisitos legales e iniciativas voluntarias con el fin de reducir las emisiones de refrigerantes HCFC.
- Promover procedimientos adecuados al final de la vida útil de los equipos que contienen SAO de acuerdo con las reglamentaciones nacionales.
- Aumentar la conciencia de los usuarios finales de los equipos RAC para reducir el consumo de HCFC y la adopción de alternativas de bajo PCG.
- Establecer una estrategia nacional para certificar a los técnicos de RAC en Normas de Competencia Laboral (NCL), aumentando así las capacidades en el sector de servicios.
- Establecer una estrategia nacional para la Recuperación, Reciclaje y Recuperación de refrigerantes utilizados en el sector RAC.

Además, entre los años 2019-2021, la UNO ejecutó el proyecto de Actividades Habilitadoras para la Implementación de la Enmienda de Kigali (2019-2021) con apoyo del PNUD. El proyecto realizó las siguientes actividades iniciales para evaluar la implementación de la Enmienda de Kigali en el país:

- Evaluación del marco jurídico para implementar la Enmienda y recomendaciones para una futura regulación de los HFC.
- Revisión de los sistemas de licencias y de reporte de datos manejados por la UNO, para incluir los HFC.
- Trabajo conjunto con diferentes entidades en el país para identificar necesidades hacia una mejor gestión de los HFC (Ministerio de Ambiente, Autoridad Nacional de Aduanas, Secretaría Nacional de Energía, entidades de formación profesional de técnicos en RAC).
- Evaluación del consumo actual de HFC en el país.
- Evaluación de las capacidades actuales y las necesidades de capacitación y certificación para que los técnicos en refrigeración y aire acondicionado puedan usar la gama de refrigerantes de bajo PCG y alternativos.
- Establecer una Hoja de Ruta para la implementación de la Enmienda de Kigali y el desarrollo de un Plan de Implementación de Kigali (KIP).

De manera paralela, la UNO/MINSA coordinó con el Ministerio de Ambiente y la Secretaría Nacional de Energía el desarrollo del Plan de Enfriamiento de Panamá durante los años 2019 y 2020. El Plan consolida las acciones estratégicas del país para asegurar que el sector de refrigeración y aire acondicionado (RAC) se desarrolle de una manera sostenible, asegurando la eficiencia energética y sin afectar la capa de ozono ni el clima.

## 3.

## LA ENMIENDA DE KIGALI Y LOS NUEVOS COMPROMISOS SOBRE LOS HFC

El 15 de octubre de 2016 en Kigali, Ruanda, las Partes en el Protocolo de Montreal firmaron un acuerdo jurídicamente vinculante para reducir las emisiones de gases HFC, lo que podría prevenir hasta 0.5°C del calentamiento global a finales de este siglo, mientras se continúa protegiendo la capa de ozono. La nueva enmienda incluye objetivos específicos y calendarios para sustituir los HFC por alternativas de bajo Potencial de Calentamiento Global (PCG).

Los HFC controlados bajo la Enmienda de Kigali se muestran en la Tabla 3. Cabe señalar que no sólo se controlan las sustancias puras identificadas en la tabla, sino también las mezclas que las contenga.

**Tabla 3.**  
Hidrofluorocarbonos (HFC) controlados bajo el Protocolo de Montreal, Anexo F.

GRUPO I		
Sustancia	Nombre común	Potencial de calentamiento global en 100 años (PCG)*
$\text{CHF}_2\text{CHF}_2$	HFC-134	1,100
$\text{CH}_2\text{FCF}_3$	HFC-134a	1,430
$\text{CH}_2\text{FCHF}_2$	HFC-143	353
$\text{CHF}_2\text{CH}_2\text{CF}_3$	HFC-245fa	1,030
$\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CF}_2\text{CH}_3$	HFC-365mfc	794
$\text{CF}_3\text{CHF}_2\text{CF}_3$	HFC-227ea	3,220
$\text{CH}_2\text{FCF}_2\text{CF}_3$	HFC-236cb	1,340
$\text{CHF}_2\text{CHF}_2\text{CF}_3$	HFC-236ea	1,370
$\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CF}_3$	HFC-236fa	9,810
$\text{CH}_2\text{FCF}_2\text{CHF}_2$	HFC-245ca	693
$\text{CF}_3\text{CHFCH}_2\text{CF}_2\text{CF}_3$	HFC-43-10mee	1,640
$\text{CH}_2\text{F}_2$	HFC-32	675
$\text{CHF}_2\text{CF}_3$	HFC-125	3,500
$\text{CH}_3\text{CF}_3$	HFC-143a	4,470
$\text{CH}_3\text{F}$	HFC-41	92
$\text{CH}_2\text{FCH}_2\text{F}$	HFC-152	53
$\text{CH}_3\text{CHF}_2$	HFC-152a	124
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{F}$	HFC-161	12
Grupo II		
Sustancia	Nombre común	Potencial de calentamiento global en 100 años (PCG)*
$\text{CHF}_3$	HFC-23	14,800

\* El PCG es el parámetro acordado bajo la Enmienda de Kigali para medir las metas de reducción de los HFC. Anteriormente, se utilizaba bajo el Protocolo de Montreal, el parámetro de Potencial de Agotamiento del Ozono (PAO), pero como los HFC tienen un PAO = 0, las Partes del Protocolo deciden establecer este nuevo parámetro. Es obligación de las Partes utilizarlo para medir el consumo de los HFC. Los valores de PCG son los indicados en el Anexo F del Protocolo de Montreal.





Algunas de las sustancias alternativas a los HFC que se utilizan y promueven en estos sectores son:

- **Hidrofluoroolefinas (HFO):** Son conocidos como la cuarta generación de gases refrigerantes fluorados sintéticos, desarrollados como alternativa a las SAO y a los HFC. Los HFO puros se viene utilizando en sistemas de aire acondicionado de vehículos y en chillers, a temperaturas medias y altas. Debido a la inflamabilidad y al rango de temperaturas, estas sustancias son combinadas con otros HFC para así disponer de mezclas no inflamables; las cuales permiten, además de disminuir el PCG de los HFC, trabajar en bajas temperaturas.
- **Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) – R-744.** Es un refrigerante inactivo químicamente, no es inflamable ni tóxico. Por ser una sustancia pura y amigable, este refrigerante presenta una excelente tasa de intercambio térmico de temperatura en evaporadores, condensadores y enfriadores de gas en instalaciones de refrigeración comercial e industrial.
- **Amoniaco (NH<sub>3</sub>) – R-717:** Es un refrigerante abundante con excelentes propiedades termodinámicas que garantizan un buen rendimiento y eficiencia energética, que se ha utilizado ininterrumpidamente desde hace muchos años.
- **Isobutano – HC-600a:** Es un hidrocarburo que se utiliza en algunos equipos de refrigeración, como neveras domésticas, o pequeños aparatos de frío comercial. Se reconocen también algunas otras denominaciones para la misma sustancia, pero en función de sus propiedades químicas, como metilpropano y 2-metilpropano.

## Sector de refrigeración y aire acondicionado

El sector de refrigeración y aire acondicionado (RAC) es el que tiene el mayor porcentaje de participación en el consumo de refrigerantes en el país. Se circunscribe entonces a dos grandes subsectores que son la refrigeración y el aire acondicionado, los cuales debido a los rangos de temperatura y tipo de aplicaciones dentro de la actividad económica tienen diferencias muy claramente establecidas, tal como se detalla a continuación.

### Refrigeración

Dentro del subsector refrigeración se incluyen 5 aplicaciones: doméstica, comercial, industrial y transporte móvil (terrestre/marítimo).

La cadena de suministro de los refrigerantes en la refrigeración incluye a las compañías dedicadas a la distribución y los contratistas que desarrollan proyectos de refrigeración, las compañías que brindan servicio de mantenimiento en talleres o en sitio y los usuarios finales, que pueden ser clientes domésticos, restaurantes, hoteles, supermercados y tiendas de abasto, operadores logísticos, industria alimenticia y farmacéutica, transportes refrigerados y la industria marítima.

El campo de la *refrigeración doméstica* se compone mayormente de los refrigeradores (que tienen un compartimiento de productos fresco y uno de productos congelados), congeladores horizontales y armarios de vinos a temperatura controlada. Considerando que Panamá no es un fabricante de refrigeradores y otros, el refrigerante con el que operen las refrigeradoras está determinado por las líneas de productos que se importan y que se comercializan en el país.

La *refrigeración comercial* está enmarcada en los equipos frigoríficos de media y baja temperatura para el almacenamiento de los productos alimenticios en los sectores de restaurantes, hoteles, cocinas comerciales, supermercados y tiendas de conveniencia. Los equipos utilizados en este subsector son: armarios frigoríficos, muebles frigoríficos de exposición y los cuartos fríos, pequeños y medianos, en supermercados y hostelería.

La industria alimenticia en mayor escala y la industria farmacéutica utilizan equipos de mayores capacidades, para volúmenes de procesamiento y almacenamiento mayores a los descritos anteriormente. La refrigeración industrial es la que atiende este mercado. Para equipos independientes y centrales frigoríficas de mediana escala se utilizan actualmente sistemas de refrigeración de expansión directa (con refrigerantes como el R-404A y el R-507A), a temperaturas altas, medias y bajas. Dentro de este mercado se encuentran las plantas agroindustriales de frutas y verduras, procesamiento de derivados cárnicos, lácteos, industria pesquera, cocinas centrales, operadores logísticos y otros. Las grandes industrias alimenticias como son la avícola, los mataderos, plantas de mariscos, fábricas de hielo, industrias lácteas operan con sistemas de refrigeración generalmente basados en amoníaco.

Dentro de la cadena de distribución alimenticia, el transporte de los productos deben mantenerse a las temperaturas de almacenamiento requeridas. La *refrigeración móvil* es la encargada de diseñar los sistemas para los equipos de refrigeración a nivel terrestre, como lo son contenedores, camiones y paneles; así como también a nivel marítimo, donde se transportan materias primas para su procesamiento posterior al llegar a tierra firme.

### Aire Acondicionado

El subsector del aire acondicionado, por otra parte, se divide en:

- Aire acondicionado estacionario
  - Aire acondicionado residencial: aires acondicionados portátiles, mini splits y splits como centrales de bajo tonelaje.

- Aire acondicionado comercial: centrales de pequeño a mediano tamaño, en las cuales se aplica mayormente el circuito por expansión directa, pero donde ya se están incluyendo sistemas de refrigerante secundario por medio de agua helada.
- Aire acondicionado industrial: centrales de gran tamaño, como también chillers, donde la utilización de agua helada es muy frecuente.
- Aire Acondicionado Móvil (MAC)
  - Sector autos: comprende los aires acondicionados que usan en los sedanes y camionetas.
  - Sector de transporte público: donde están los transportes públicos como buses y el Metro.

La cadena de suministro de los refrigerantes en este subsector incluye a distribuidores de suministro de aires acondicionados, contratistas de proyectos comerciales e industriales, compañías que brindan servicios de mantenimiento y los usuarios finales. Todos ellos pudiendo estar en la categoría de mediano a gran tamaño, tanto para aplicaciones domésticas como comerciales e industriales.

Dentro del sector de la comercialización de aires acondicionados residenciales y comerciales de baja escala, estos equipos se ofrecen pre-cargados y con un circuito de refrigeración definido. Los mismos no se fabrican en el país, y los comercializadores que importan estos equipos reciben por parte de los fabricantes las nuevas alternativas de refrigerantes, las cuales están marcadas por las tendencias del mercado mundial.

En cambio, en el sector de los aires acondicionados comerciales e industriales, los distribuidores y contratistas participan del diseño de la o las soluciones para estos clientes, donde pueden evaluar diferentes alternativas de aplicaciones desde sistemas básicos, pasando por chillers hasta la utilización de refrigerantes secundarios como es el agua helada.

## Sector de espumas

Los dos productos que contienen HFC como agente de soplado son las espumas rígidas de poliuretano (PU) y las espumas de poliestireno extruido (XPS). El XPS no se fabrica en Panamá, pero hay compañías que distribuyen y comercializan diferentes productos de poliestireno extruido, que son importados.

En el país, las espumas rígidas de poliuretano son importadas como producto terminado o son fabricadas localmente. Existen empresas que se dedican a la importación y distribución de polioles completamente formulados y el isocianato correspondiente, que se utiliza para la fabricación de paneles de poliuretano. Algunas de estas empresas compran estos polioles premezclados a una empresa establecida en la ZOLICOL, la cual se dedica a formular polioles premezclados y a producir poliuretano (PU). Otras empresas importan el producto desde otros países.

Además, están las empresas que utilizan el poliuretano para producir espuma flexible que se utiliza para fabricar colchones.

En el marco de la implementación del Protocolo de Montreal se promulgó la Resolución N° 1331 de 27 de septiembre de 2018, la cual prohíbe la producción, importación, exportación y uso de mezclas o polioles formulados que contengan HCFC-141b como agente de soplado a partir del 1° de enero de 2020. Los polioles formulados que contienen esta sustancia han sido reemplazados en el mercado nacional, principalmente por aquellos que contienen HFC, aunque también se importan polioles premezclados formulados a base de HFO o hidrocarburos.

## Sector de extintores

Las empresas de extintores de incendios de Panamá importan y comercializan mayormente equipos que contienen agentes comunes como el polvo químico seco, dióxido de carbono, acetato de potasio (Purple K) y agua, entre otros. Por cuestiones tal vez de costo, tradición o popularidad, estos tipos de extintores son los de mayor demanda y preferencia por parte de los usuarios finales de las pequeñas y medianas empresas, así como del transporte.

La importación de extintores con HFC ha sido del interés exclusivo de unas pocas empresas en el país, y en cantidades relativamente moderadas. Esto probablemente debido a que su comercialización y uso han estado ligados generalmente a proyectos grandes, altamente especializados o en los que se cuenta con equipos sensitivos y sofisticados.

Los extintores de incendio con HFC que más se comercializan en Panamá son: FM-200 (con HFC-227ea), FE-25 (con HFC-125) y FS 49 C2 (con HFC-134a). Una alternativa con uso significativo es el NOVEC 1230, un fluido desarrollado por la 3M, que tiene como base una cetona fluorada sintética (C6-fluorocetona).

## Sector de aerosoles y solventes

Panamá no fabrica aerosoles, por lo tanto, no hay importación de agentes propelentes para este sector. Los aerosoles se importan como productos formulados acabados.

Los solventes tienen una variedad de aplicaciones que incluyen limpieza de precisión de instrumentos y componentes electrónicos, así como de metales. Si bien algunos datos de importación de HFC ingresados en el sistema de la Autoridad de Aduanas declaran su uso para limpieza, son cantidades mínimas y se requiere de una investigación más profunda para identificar el volumen y uso real de estas sustancias como agentes de limpieza. La gran mayoría de disolventes en el país son importados como componentes de productos formulados.

## 4.

### METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

La metodología para realizar la investigación se aplicó en tres fases:

1

Primero se recopilaron datos de importación de los HFC y otras sustancias alternativas para el período 2015-2020 a través de un estudio documental de las bases de datos de la Unidad Nacional de Ozono del Ministerio de Salud (UNO/MINSA) y de la Autoridad Nacional de Aduanas (ANA). Se hicieron ajustes prácticos en los valores, de acuerdo a revisiones puntuales de los datos de importación en línea del Sistema Integrado de Gestión Aduanera (SIGA) de la ANA.

2

En la segunda fase se realizaron entrevistas guiadas entre marzo y junio de 2021 con actores clave de la cadena de suministro de HFC y otras sustancias alternativas en el país. El propósito de este ejercicio fue obtener una visión más completa de los sectores y subsectores que utilizan estas sustancias. Se encuestaron importadores y distribuidores de estos refrigerantes, importadores y distribuidores de equipos que los contienen, empresas de servicios de mantenimiento y reparación RAC y usuarios finales del sector comercial e industrial.

3

Terminada la etapa de investigación de las importaciones de HFC para el período 2015-2020, se revisaron y se agregaron los datos del período 2012-2014 del *Estudio sobre el uso de alternativas a las sustancias agotadoras de ozono en Panamá 2017* para tener una serie histórica mejorada y más completa del consumo de los HFC y otras sustancias alternativas en el país.

Las bases de datos de la ANA y la UNO/MINSA proporcionaron las estadísticas de importación. El consumo neto nacional de HFC y alternativos se obtuvo de las encuestas aplicadas a diferentes actores de la cadena de suministro y uso de estas sustancias. Con base en los datos recopilados se estableció el patrón de consumo y se proyectó su crecimiento hasta el año 2045.

Adicionalmente, los valores de importaciones y consumo expresados en toneladas métricas (TM) fueron transformados a toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (tCO<sub>2</sub>eq), utilizando la fórmula general en que se multiplica el consumo en toneladas métricas (TM) de cada sustancia HFC (pura o en mezcla) por el PCG correspondiente.

La reducción de los HFC se mide en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente:

$$\text{Ton. CO}_2 \text{ eq.} = \text{Ton. del HFC} \times \text{PCG del HFC}$$

## 5.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LOS DATOS DE CONSUMO DE SUSTANCIAS HFC Y ALTERNATIVAS

A continuación, se presenta una descripción detallada de los HFC y otras sustancias alternativas que se usan actualmente en Panamá, la cual incluye información sobre la importación y el consumo 2012-2020, distribución por sectores y subsectores, pronósticos de uso futuro hasta 2045 y precios actuales.

### 5.1 Datos de importación y consumo de HFC y sustancias alternativas

Los datos de importación de la Tabla 5 se obtuvieron directamente de las bases de datos de la ANA y de los registros de la UNO/MINSA. Los datos de consumo de la Tabla 6 fueron obtenidos de las entrevistas a los importadores y actores de la cadena de suministro de los HFC y sustancias alternativas. Es importante tener en cuenta que, de acuerdo con la metodología del estudio, los datos para el uso y la importación no coincidirán necesariamente, pero mantienen los valores de magnitud y tendencias similares. Esto debido a que Panamá no es un país que tenga producción ni tampoco exportación. El producto importado es igual al producto consumido y las diferencias se pueden explicar probablemente por algunas cantidades de sustancia en almacenaje.

**Tabla 5.**

Importaciones de los HFC y otras sustancias alternativas, 2012-2020 (en TM).

Sustancia	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>HFC puro</b>									
HFC-134a	87.86	168.40	258.14	345.82	338.24	345.28	234.37	407.86	348.69
HFC-227ea	0.08	0.00	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HFC-32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00
HFC-365mfc	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	98.84
<b>HFC mezcla</b>									
R-404A	25.16	52.32	71.22	61.61	76.36	51.46	88.04	72.75	76.73
R-407A	0.00	0.00	1.73	0.00	0.00	0.00	3.50	0.34	0.00
R-407C	3.52	2.32	10.78	2.83	12.03	2.22	8.02	3.93	11.98
R-410A	38.54	93.94	103.15	118.02	159.33	165.28	379.28	221.61	160.19
R-417A	3.42	0.23	1.42	0.27	2.26	0.18	0.21	0.39	1.35
R-422D	0.00	0.00	0.00	0.02	1.00	0.00	0.40	0.02	0.00
R-425A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00
R-437A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00
R-438A	0.00	0.00	0.00	0.28	0.00	3.31	4.54	3.18	1.18
R-452A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
R-507A	16.82	34.26	42.28	66.39	63.53	44.20	64.67	54.85	54.61



**Tabla 5.**

Importaciones de los HFC y otras sustancias alternativas, 2012-2020 (en TM).

Sustancia	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>HFO</b>									
HFO-1233zd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23
HFO-1234yf	0.00	0.00	0.00	0.80	0.80	1.34	1.61	1.61	1.61
HFO-1234ze	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Alternativas naturales</b>									
HC-290	0.00	0.00	0.00	2.90	4.15	0.12	2.07	3.79	1.11
HC-600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.57	1.65
HC-600a	0.00	0.00	0.53	0.98	2.02	3.60	3.37	3.42	1.17
Pentano	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
R-717	72.80	23.82	60.36	25.70	118.86	59.74	61.69	70.05	71.34
R-744	0.00	0.00	0.00	0.95	1.53	1.91	2.29	7.53	13.96
Glicol	0.00	0.00	0.00	1.89	13.35	0.05	0.04	1.57	1.56



Foto: Eduardo Estrada.

**Tabla 6.**  
Consumo estimado de los HFC y otras sustancias alternativas, 2012-2020 (en TM).

Sustancia	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>HFC puro</b>									
HFC-125	0.00	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00	0.54	0.00	--
HFC-134a	87.86	168.40	258.14	345.82	338.24	345.28	234.37	407.86	348.69
HFC-227ea	0.08	0.00	0.32	0.00	0.95	0.00	0.67	1.55	--
HFC-365mfc	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	57.60	99.80
HFC-32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00
<b>HFC mezcla</b>									
R-404A	25.16	52.32	71.22	61.61	76.36	51.46	88.04	72.75	76.73
R-407A	0.00	0.00	1.73	0.00	0.00	0.00	3.50	0.34	0.00
R-407C	3.52	2.32	10.78	2.83	12.03	2.22	8.02	3.93	11.98
R-410A	38.54	93.94	103.15	118.02	159.33	165.28	379.28	221.61	160.19
R-417A	3.42	0.23	1.42	0.27	2.26	0.18	0.21	0.39	1.35
R-422D	0.00	0.00	0.00	0.02	1.00	0.00	0.40	0.02	0.00
R-425A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00
R-437A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00
R-438A	0.00	0.00	0.00	0.28	0.00	3.31	4.54	3.18	1.18
R-452A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
R-507A	16.82	34.26	42.28	66.39	63.53	44.20	64.67	54.85	54.61
<b>HFO</b>									
HFO-1233zd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23
HFO-1234yf	0.00	0.00	0.00	0.80	0.80	1.34	1.61	1.61	1.61
HFO-1234ze	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Alternativas naturales</b>									
HC-290	0.00	0.00	0.00	2.90	4.15	0.12	2.07	3.79	1.11
HC-600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.57	1.65
HC-600a	0.00	0.00	0.53	0.98	2.02	3.60	3.37	3.42	1.17
Pentano	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
R-717	72.80	23.82	60.36	25.70	118.86	59.74	61.69	70.05	71.34
R-744	0.00	0.00	0.00	0.95	1.53	1.91	2.29	7.53	13.96
Glicol	0.00	0.00	0.00	1.89	13.35	0.05	0.04	1.57	1.56

**Nota:** (--) no se estimó.

En las Tablas 5 y 6, se identifican nuevas sustancias HFC y alternativas no reportadas en el *Estudio sobre el uso de alternativas a las sustancias agotadoras de ozono en Panamá 2017*, como las mezclas de HFC (R-425A, R-437A y el R-452A) y alternativas naturales como el HC-600 y el glicol.

Con base en los datos de la Tabla 5 se elabora el Gráfico 1, el cual muestra un crecimiento sostenido en el consumo de HFC (puros y mezclas), entre los que se incluyen el HFC-134a, R-410A, R-404A y R-507A. Este comportamiento se corresponde de manera opuesta con la reducción gradual en el consumo de los HCFC, dadas las medidas de control implementadas por el HPMP. Se observa también, la caída en el consumo de ambos grupos de sustancias (HFC y HCFC) en el 2020, a causa del cierre temporal de varias actividades industriales y comerciales por la pandemia de COVID-19.

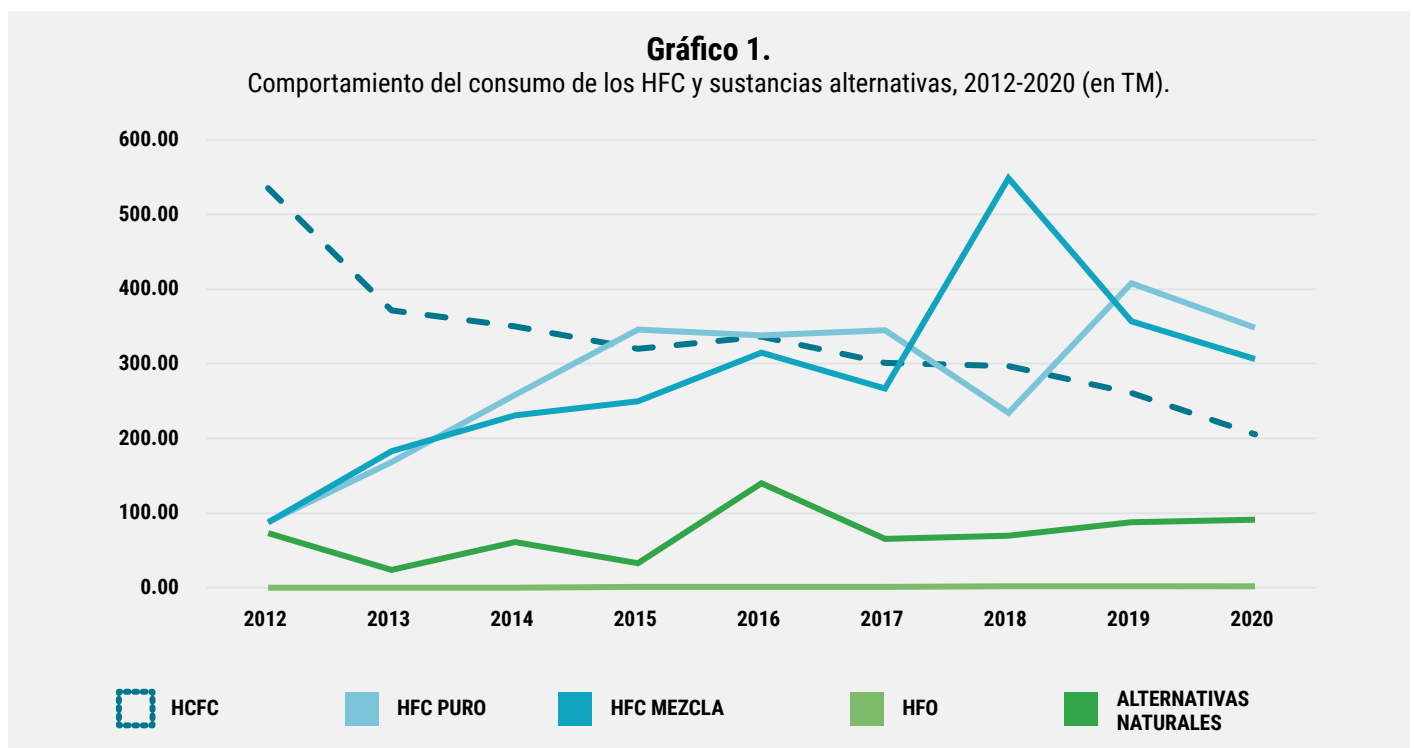
Por otra parte, los datos muestran que el HFC-134a tiene un crecimiento moderado, en comparación con las mezclas de HFC. Esto debido a que las sustituciones en varias aplicaciones de aire acondicionado y refrigeración se basan en mezclas de HFC, como el R410A, R-404A y R-507A.

En cuanto a las sustancias HFO se observa un consumo y crecimiento muy bajos. Se percibe un incremento a partir del 2015, que se explica por la importación de automóviles que traen de fábrica sistemas de aire acondicionado con HFO-1234yf.

Los hidrocarburos también presentan un crecimiento sostenido, con la meta de reemplazar los HFC en el uso de refrigeradores domésticos, armarios frigoríficos y neveras de exposición en el sector comercial, e incluso se está incursionando en el sector de la refrigeración industrial.

Para las sustancias alternativas naturales se tiene un crecimiento constante y moderado, con tendencia a ganar participación. El consumo de amoníaco (R-717) ha estado presente desde hace muchos años dentro de la industria que requiere capacidades frigoríficas altas. Este comportamiento se mantiene constante y está a capacidades un poco menores. El CO<sub>2</sub> (R-744), por otra parte, es un refrigerante que está en pleno desarrollo con una expectativa de crecimiento acelerada.

Por último, es importante recalcar que el uso de refrigerantes secundarios es una solución eficiente para disminuir el consumo de sustancias HFC y alternativas, ya que los recorridos de tuberías con refrigerantes primarios se reducen significativamente.



**Nota:** La línea punteada, que representa los HCFC, se presenta en esta gráfica con el propósito de comparar el comportamiento del consumo de estas SAO con el de los HFC y las otras sustancias alternativas.

Con respecto a los precios de los HFC y algunas alternativas, la Tabla 7 muestra los precios de algunas de estas sustancias para 2021. En cuanto a los orígenes de estas importaciones, el 92% de las importaciones de 2019 vinieron de China, 4% de México, 2% de Singapur, 1% de Estados Unidos y el resto de Hong Kong, España y Costa Rica. También se considera un 1% de importaciones desde la Zona Libre de Colón, ya que allí se encuentra una casa de sistemas que importa estas sustancias para producción de poliols y espumas, que se venden en Panamá y toda Latinoamérica. Por lo tanto, el 1% de importaciones que se reporta, corresponde al producto vendido en el país como mercancía nacionalizada.

**Tabla 7.**  
Precios al consumidor de los HFC y algunas sustancias alternativas, año 2021.

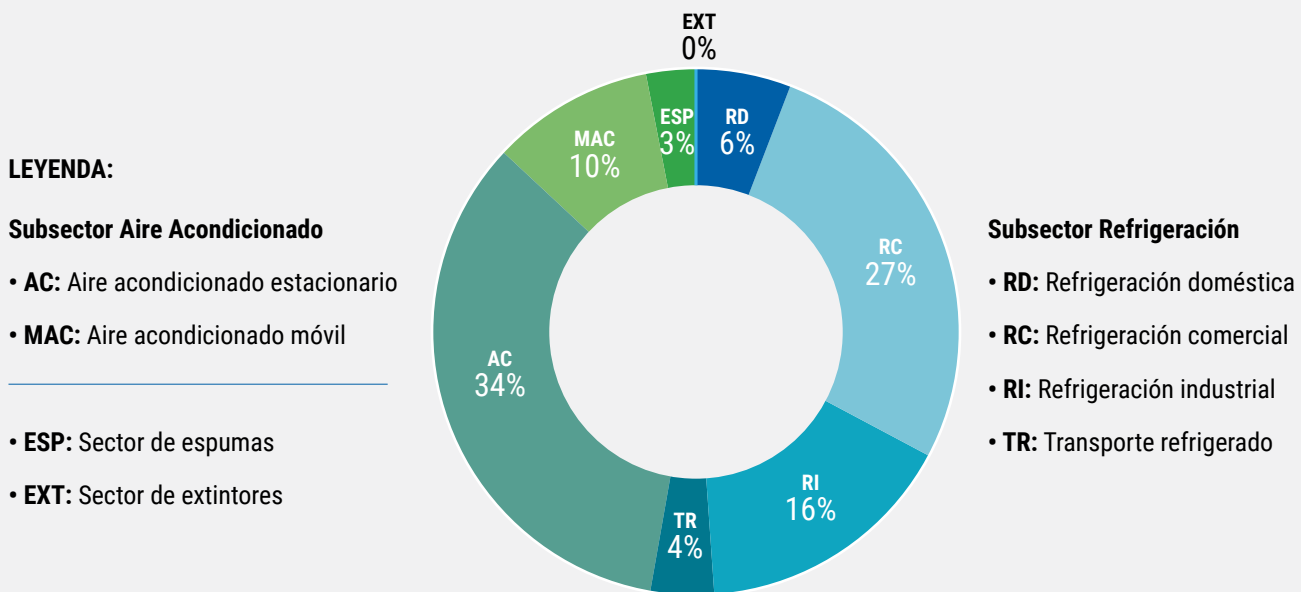
Refrigerante	HFC-134a	R-404A	R-410A	R-407C	R-507A	HC-290	HC-600a
Precio \$/kg	US\$ 6.47	US\$ 8.26	US\$ 6.37	US\$ 6.19	US\$ 8.23	US\$ 5.08	US\$ 7.09

## 5.2 Distribución de consumo de los HFC y otras sustancias alternativas por sector

Con base en las entrevistas aplicadas dentro de la cadena de suministro de los HFC y otras sustancias alternativas, se pudo establecer la distribución del consumo en los diferentes sectores. En Panamá se identifica el consumo de los HFC en los sectores de refrigeración y aire acondicionado (RAC), espumas de poliuretano y extintores de incendio. Si bien se prevé que cierto porcentaje de los aerosoles y solventes importados al país podrían contener HFC, no se pudo obtener información sobre estos sectores en este estudio.

El total de sustancias HFC consumidas en el país para el año 2019 fue de 824.48 TM, lo que equivale a  $1.617 \times 10^6$  tCO<sub>2</sub>eq<sup>5</sup>. El Gráfico 2 presenta la distribución del consumo por subsector para ese mismo año. Cabe aclarar que se toma el 2019 como año de referencia, dado que el 2020 tuvo un comportamiento inusual debido a la pandemia por COVID-19 y su impacto en las actividades económicas del país.

**Gráfico 2.**  
Porcentaje de distribución del consumo de HFC por sector, año 2019.



5 Aplicando la fórmula general utilizada por el Protocolo de Montreal para la conversión de importaciones y consumo en toneladas métricas (TM) a toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (tCO<sub>2</sub>eq).

## Sector de refrigeración y aire acondicionado

El sector de refrigeración y aire acondicionado (RAC) domina ampliamente el consumo de HFC en el país en un 96.9% del total, con tendencia a aumentar.

### Aire acondicionado

El subsector de aire acondicionado estacionario es donde más HFC se consume actualmente. Esto incluye el aire acondicionado doméstico, comercial e industrial. Para el año 2019 se consumieron 279.27 TM de HFC (550,000 tCO<sub>2</sub>eq) en el subsector de aire acondicionado. La sustancia usada en mayor medida es el R-410A, seguida por el HFC-134a y el R-407C.

Se observa que el HFC-32, un HFC de muy bajo PCG, está siendo explorado entre las nuevas alternativas para aire acondicionado. No obstante, su consumo es por el momento mínimo.

En el caso del aire acondicionado móvil (MAC) para autos y otros transportes, se consumieron 116.66 TM de HFC (167,000 tCO<sub>2</sub>eq) en 2019. Aunque se viene observando un incremento en la utilización de los HFO como alternativa, particularmente del HFO-1234yf.

El consumo global de los HFC y HFO en el subsector del aire acondicionado para el período 2015-2020 se resume en la Tabla 8.

**Tabla 8.**  
Consumo estimado de HFC y HFO en subsector aire acondicionado, 2015-2020 (TM).

Tipo	Refrigerante	2015	2016	2017	2018	2019	2020
HFC Puro	HFC-134a	153.38	155.02	146.58	95.44	166.66	212.53
	HFC-32	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00
HFC Mezcla	R-407C	2.83	12.03	2.22	8.02	3.93	11.98
	R-410A	118.02	159.33	165.28	379.28	221.61	160.19
	R-417A	0.27	2.26	0.18	0.21	0.39	1.35
	R-422D	0.02	1.00	0.00	0.40	0.02	0.00
	R-425A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00
	R-438A	0.28	0.00	3.31	4.54	3.18	1.18
HFO	HFO-1234yf	0.80	0.80	1.34	1.61	1.61	1.61
<b>TOTAL</b>		<b>275.60</b>	<b>330.44</b>	<b>318.92</b>	<b>489.56</b>	<b>397.54</b>	<b>388.84</b>

### Refrigeración

La refrigeración comercial ocupa el segundo lugar de consumo de HFC en el país, después del aire acondicionado estacionario. Para 2019 se consumieron 198.73 TM de HFC (431,000 tCO<sub>2</sub>eq). La sustancia más usada es el HFC-134a, seguida por el R-404A y el R-507A.

En el caso de la refrigeración industrial, se consumieron 79.79 T.M. de HFC (263,000 tCO<sub>2</sub>eq) en 2019. Se observa que en este sector se utilizan más las mezclas HFC, como el R-507A y el R-404A, por encima del consumo de HFC-134a. Muchas industrias ya han implementado sistemas de refrigeración con amoníaco (R-717) y CO<sub>2</sub> o han incluido sistemas de refrigerantes secundarios, logrando una reducción del volumen de refrigerante en los sistemas de frío.

La refrigeración doméstica consumió 73.96 T.M. de HFC (106,000 tCO<sub>2</sub>eq) en 2019, lo cual fue exclusivamente consumo de HFC-134a. Sin embargo, se observa que actualmente se encuentra en el país una gran oferta de refrigeradores y congeladores domésticos con HC-600a, que es un refrigerante natural y de muy bajo PCG. Se prevé un cambio de consumo del sector a esta sustancia en los próximos años.

La Tabla 9 detalla el consumo en el subsector de refrigeración por sustancia y por año para el período 2015-2020.



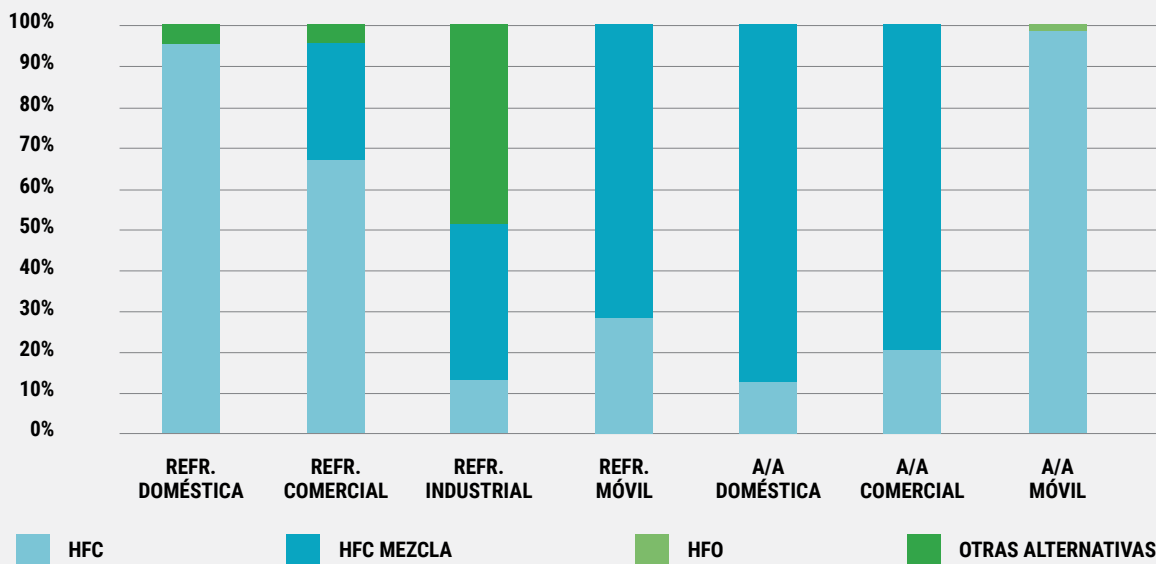
La Tabla 9 detalla el consumo en el subsector de refrigeración por sustancia y por año para el período 2015-2020.

**Tabla 9.**  
Consumo estimado de los HFC y otras sustancias alternativas en subsector refrigeración (TM).

Tipo	Refrigerante	2015	2016	2017	2018	2019	2020
HFC Puro	HFC-134a	192.44	183.22	198.70	138.93	241.20	136.16
HFC Mezcla	R-404A	61.61	76.36	51.46	88.04	72.75	76.73
	R-407A	0.00	0.00	0.00	3.50	0.34	0.00
	R-437A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00
	R-507A	66.39	63.53	44.20	64.67	54.85	54.61
Natural	HC-290	2.90	4.15	0.12	2.07	3.79	1.11
	HC-600a	0.98	2.02	3.60	3.37	3.42	1.17
	R-717	25.70	118.86	59.74	61.69	70.05	71.34
	R-744	0.95	1.53	1.91	2.29	7.53	13.96
	Glicol	1.89	13.35	0.05	0.04	1.57	1.56
<b>TOTAL</b>		<b>352.86</b>	<b>463.02</b>	<b>359.78</b>	<b>364.60</b>	<b>455.50</b>	<b>356.64</b>

El Gráfico 3 representa la distribución del consumo de los HFC puros, HFC mezclas, HFO y otras alternativas naturales en los diferentes subsectores RAC. Se observa que los subsectores de refrigeración doméstica, comercial e industrial tienen mayor consumo de alternativas naturales. Igualmente se puede apreciar que en el aire acondicionado móvil se está haciendo presente el consumo de HFO de muy bajo PCG.

**Gráfico 3.**  
Consumo estimado de los HFC y otras sustancias alternativas por subsectores de RAC, año 2019.



## Sector de la espuma

El 99% del consumo total de HFC de este sector se concentra en los polioles premezclados que son importados de la casa sistemas ubicada en la Zona Libre de Colón. El 1% restante corresponde a los HFC contenidos en polioles premezclados importados desde otros países. El HFC utilizado en el sector de espuma de poliuretano es el HFC-365mfc.

Otras empresas están importando polioles con sustancias alternativas, como los HFO. Esta transición a sustancias de bajo PCG es el resultado de una iniciativa específica implementada en el marco del HPMP, en el período 2018-2021, que incentivó la conversión del proceso de producción de espumas rígida de poliuretano de empresas panameñas reemplazando el uso polioles premezclados que contienen HCFC-141b como agente espumante por polioles a base de HFO.

## Sector de extintores

Los extintores de incendio con HFC que más se comercializan en Panamá son: FM-200 (con HFC-227ea), FE-25 (con HFC-125) y FS 49 C2 (con HFC-134a). La Tabla 10 detalla el consumo en el sector de extintores, por sustancia y por año (período 2012-2019).

La importación de extintores de incendios a base de HFC muestra una tendencia moderada pero constante en el período 2012-2019, alcanzado un total de 5.91 TM (19,264 tCO<sub>2</sub>eq). Dentro de este grupo se observa que los extintores a base de HFC227ea, particularmente, representan el 70% de ese total en toneladas métricas.

El consumo de HFC en este sector para el año 2019 correspondió en su totalidad (100%) a extintores que contienen HFC-227ea y fue de 1.55 TM (5,000 tCO<sub>2</sub>eq).

**Tabla 10.**  
Consumo estimado de sustancias HFC y alternativas en sector extintores (TM).

Agente Extintor	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
HCFC-123	0.05	0.05	0.08	0.00	0.05	0.01	0.19	0.34
HFC-125	0.00	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00	0.54	0.00
HFC-134a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HFC-227ea	0.08	0.00	0.32	0.00	0.95	0.00	0.67	1.55
NOVEC1230	0.00	0.00	0.00	0.05	0.50	2.89	1.79	0.57
<b>TOTAL</b>	<b>0.13</b>	<b>0.05</b>	<b>0.40</b>	<b>0.31</b>	<b>1.50</b>	<b>2.90</b>	<b>3.19</b>	<b>2.46</b>

## Sectores de aerosoles y solventes

Panamá no produce aerosoles, por lo tanto, no importa agentes propelentes HFC. Dado que los aerosoles se importan como productos formulados terminados, es muy difícil discernir las cantidades de HFC contenidas en éstos a través de los datos de importación.

Los solventes, que también se presentan en una variedad de productos terminados según su aplicación, tampoco pudieron ser obtenidos y analizados en este estudio por las limitaciones que presentan los datos de importación.

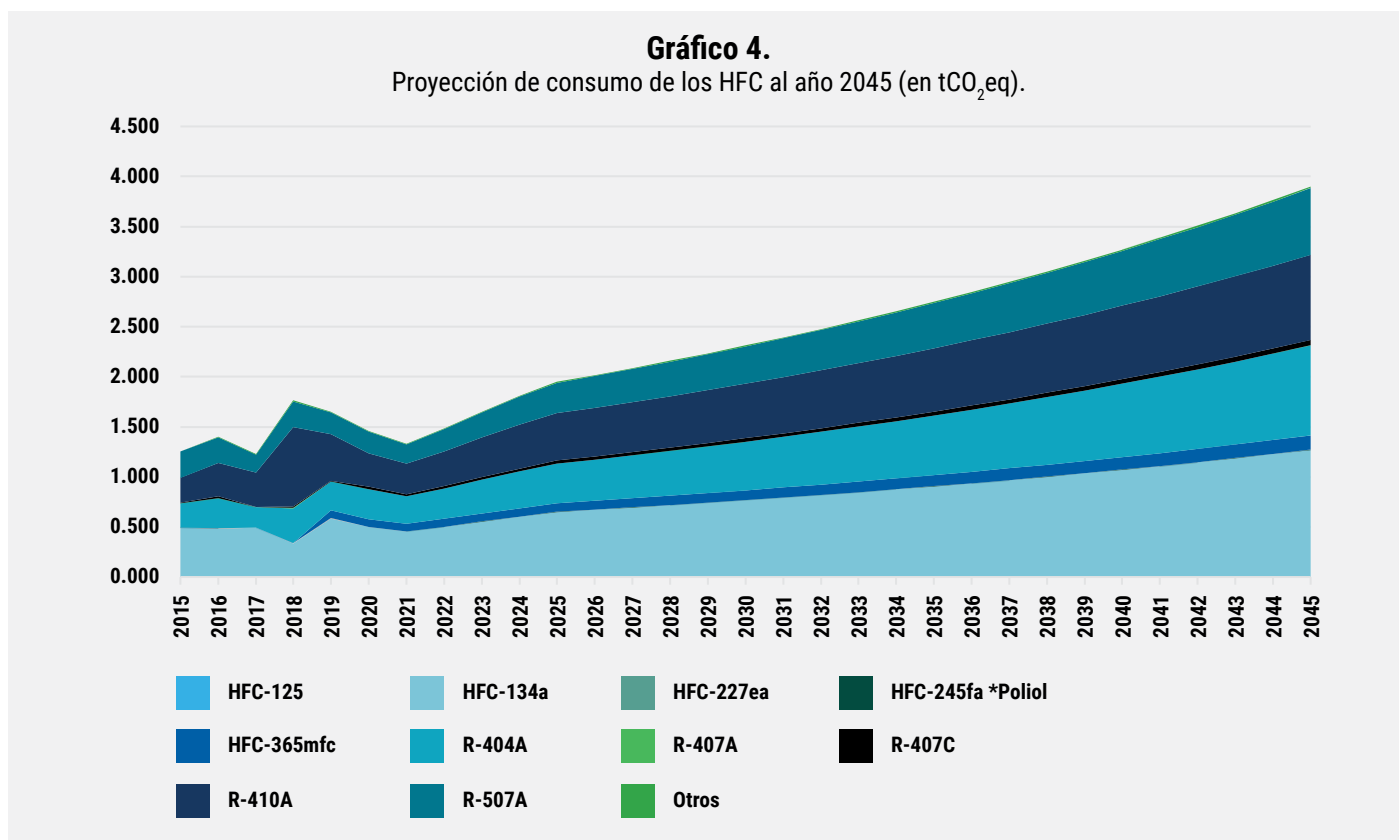
# 6.

## PROYECCIÓN DE CONSUMO ESTIMADO DE LOS HFC Y OTRAS SUSTANCIAS ALTERNATIVAS AL 2045

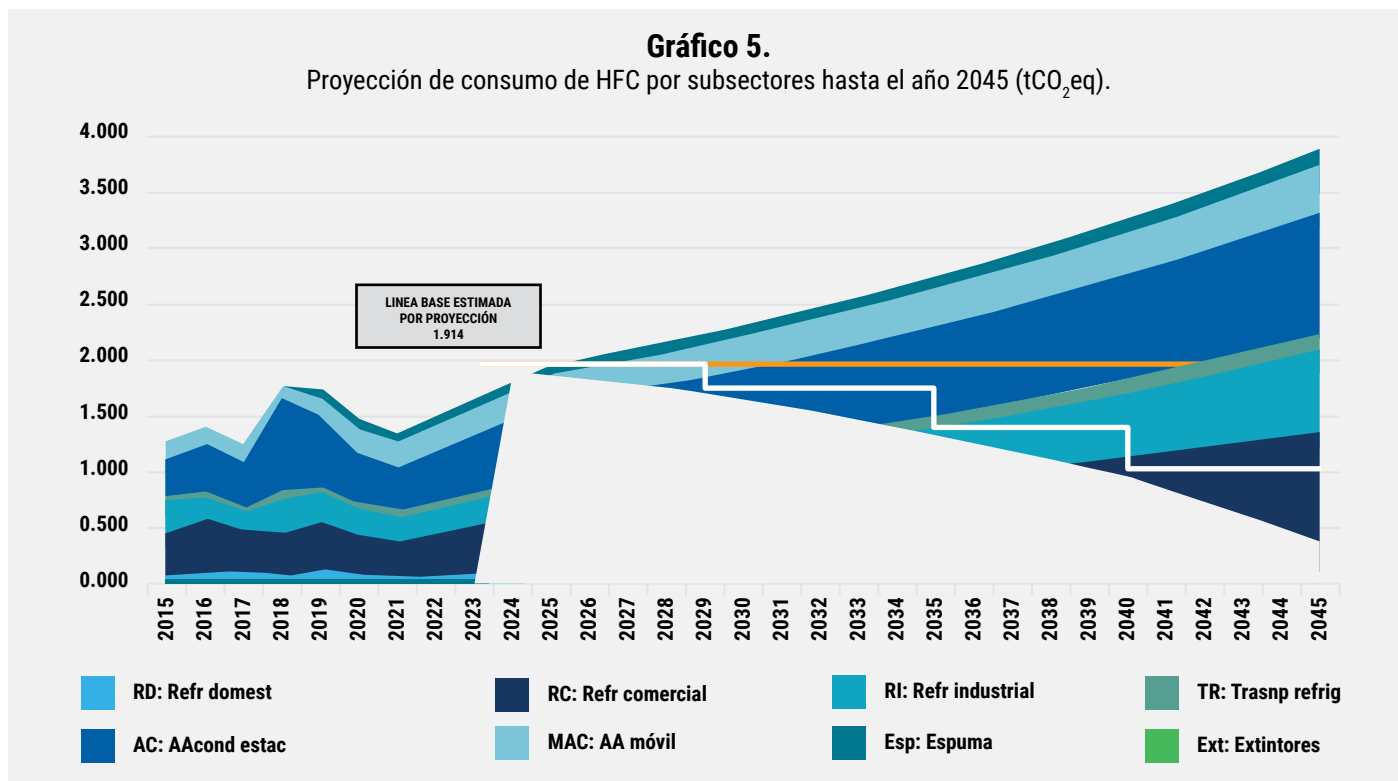
Con base en los datos de consumo que ha recopilado del 2012 al 2020 se estima la proyección de consumo de sustancias HFC (puras y mezclas) y sus alternativas hasta el año 2045. Para fines prácticos, la proyección se realiza en tCO<sub>2</sub>eq.

Debido a la complejidad de simplificar los factores que determinan el comportamiento de las variables de consumo, se toman en cuenta algunos criterios para la proyección. Las proyecciones de crecimiento económico se ajustan con base en: (1) el decrecimiento económico causado por la pandemia del COVID-19 y (2) los pronósticos de diversos organismos internacionales que señalan un crecimiento mayor al estándar en los primeros años posteriores a la crisis.

En el Gráfico 4 se presenta la tendencia de consumo de los HFC hasta el año 2045. La línea base 2020-2022 se estimó en 1.914 x 10<sup>6</sup> tCO<sub>2</sub>eq y la proyección de la demanda de HFC para el año 2045 bajo un escenario BAU (por sus siglas en inglés) en 3.900 x 10<sup>6</sup> tCO<sub>2</sub>eq.



Adicionalmente, en el Gráfico 5 se muestra la proyección de consumo para cada subsector de RAC hasta 2045 y se superpone una gráfica de las reducciones de consumo de HFC que el país tendría que cumplir bajo la Enmienda de Kigali. Esto permite apreciar la demanda de sustancias que será necesaria para abastecer los diferentes subsectores RAC conforme se reduzcan los HFC.



## 6.1 Uso de sustancias alternativas en el sector de refrigeración y aire acondicionado

### Refrigeración

En el subsector de refrigeración doméstica se puede observar actualmente una fuerte transición a las sustancias alternativas de los HFC. Panamá, como país importador de refrigeradores y congeladores para el mercado residencial, ha absorbido por medio de los fabricantes las transiciones a la nueva sustancia refrigerante HC-600a. Se proyecta que para el año 2045, más del 50% del consumo de refrigerantes para el subsector doméstico sea con HC-600a u otras sustancias alternativas que puedan aparecer.

En cuanto al subsector de la refrigeración comercial, el consumo de HFC continúa con una presencia muy alta. En hoteles y restaurantes se comienza a apreciar el consumo de la sustancia HC-290 en equipos de refrigeración comercial, los cuales deben ir en aumento considerando que los fabricantes de estos productos se encuentran activamente trabajando en alternativas a los HFC. Con respecto a los supermercados, los HFC siguen siendo la principal opción; sin embargo, existen algunas cadenas de supermercados que están haciendo la transición a la utilización de sustancias naturales como lo es el CO<sub>2</sub> y los refrigerantes secundarios.

Con relación al subsector de la refrigeración industrial, las compañías de mayor producción mantienen sistemas de refrigeración mayormente con amoníaco (R-717). Pero las industrias de producción medianas y bajas continúan consumiendo HFC, donde se aprecian pequeñas incursiones en la utilización de CO<sub>2</sub>, sustancias HC y mezclas HFO+HFC.

Para el subsector de la refrigeración móvil se mantiene el consumo al 100% de los refrigerantes HFC134a y R-404A y R-507A, que son sustancias HFC. Se están implementando refrigerantes de transición que son mezclas de HFO+HFC, como el R-452A y el R-449, pero es importante mencionar que es un sector que en este momento no tiene soluciones concretas de sustancias naturales o alternativas a los HFC.

## Aire acondicionado

La utilización de HFC en el sector de aire acondicionado demuestra un crecimiento constante, pero las alternativas están menos definidas que para el de refrigeración. En el caso del aire acondicionado residencial, que incluye los mini-splits, splits y pequeñas centrales, se está comenzando a ofrecer con el uso del HFC-32 que tiene un PCG de 675 con baja flamabilidad.

Para las instalaciones de tipo comercial e industrial se matienen los sistemas de aire acondicionado en base al HFC-410A. Sin embargo, las tendencias se orientan hacia la búsqueda de refrigerantes de transición que sean mezclas de sustancias HFC-HFO, como son el caso de los R-452B, R-454B y el R-513. Igualmente se está evaluando la utilización del HFO-1234ze, un HFO puro.

En la industria del aire acondicionado móvil, que incluye autos, autobuses y otros, la tendencia actual se dirige al refrigerante HFO-1234yf. Y su incremento en el uso seguirá dándose en función de las regulaciones que tienen los países fabricantes de la industria automotriz. Con el rápido crecimiento del parque vehicular en Panamá se espera que el uso de esta alternativa, que ahora es bajo y específico de algunas marcas de carro, se extienda en los próximos años. Cabe señalar que en el caso de las sustancias HFO, como el HFO-1234yf, se están investigando los efectos que puede producir al descomponerse en la atmósfera.





## 7.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es necesario una estrategia integral para lograr una reducción controlada de las sustancias con alto potencial de calentamiento global, como los HFC puros y en mezcla.

Las compañías más entendidas en las actividades que involucran sistemas de refrigeración tienen un conocimiento claro de las sustancias con alto PCG y de que en otros países más desarrollados se han puesto normativas para la eliminación de algunas o todas ellas. La limitante principal estriba en que no todo el personal de esas empresas tiene este conocimiento. Por ejemplo, el personal de los departamentos de compras o de otras gerencias distintas a las operativas desconocen del tema, así como tampoco reconocen cuáles son los diferentes refrigerantes.

En el sector de aire acondicionado comercial, donde los usuarios no requieren personal técnico de planta, el desconocimiento es muy alto. Esto implica que los tomadores de las decisiones de compra no sepan ni siquiera considerar el tipo de sustancia refrigerante que deben comprar para los nuevos equipos.

Por otra parte, hay otras aplicaciones que están rápidamente transitando hacia el uso de sustancias naturales o HFO, debido a las regulaciones existentes en los países donde se fabrican. Este es el caso de los automóviles, los refrigeradores domésticos y armarios frigoríficos para la hostelería y tiendas de conveniencia. Sin embargo, es importante recalcar que vinculada a esta transición, debe haber un reforzamiento a los técnicos que asisten estos sectores, ya que muchas de las nuevas sustancias refrigerantes como los hidrocarburos tienen presiones de operación diferentes y son inflamables.

Para los sistemas de RAC medios y grandes asociados al sector comercial e industrial será importante preparar un plan de conversión anticipado, que identifique claramente las mejores opciones tanto de sustancias alternativas como de tecnologías. De esta manera, las empresas podrán programar sus inversiones de sustitución y lograr la transición deseada.

En este sentido, el plan de gestión para la reducción de los HFC deberá diferenciar muy bien los consumos y PCG de los HFC y alternativas, que se usan tanto en sistemas existentes, como en que están por instalarse (nuevos), estableciendo un cronograma diferenciado. De esta manera, se evita que haya nuevos equipos que se instalen con sustancias que es deseable reducir o eliminar por su alto PCG. Es importante prever esto para evitar grandes inversiones en tecnologías que pueden llegar a ser obsoletas o no deseables.

Dentro del proceso de reducción de los HFC, también cabe considerar la utilización de refrigerantes de transición que son compatibles con los actuales, los cuales ayudarán a reducir el PCG de las sustancias que se están utilizando. Por ejemplo, si un sistema opera con R-404A o R-507A se puede cambiar a R-448A o R-449A, que son mezclas de refrigerantes HFC y HFO. Si bien no se sustituye por una sustancia alternativa natural de muy bajo PCG, se estaría reduciendo el PCG de 4000 a 1400, con una transición temporal.

Para el subsector de refrigeración industrial en empresas de baja a mediana producción será importante que el Gobierno brinde estímulos y asesorías para la transición a sustancias alternativas a los HFC. Mientras que en la refrigeración comercial se debe considerar la implementación de mecanismos o programas para incentivar la adquisición de nuevos equipos frigoríficos con refrigerantes alternativos como el HC-290.

Por último, lo más importante será realizar una campaña de concientización, así como un programa de educación y actualización para los ingenieros y técnicos del sector, no sin dejar de lado una acción cruzada de sensibilización y divulgación a todos los otros sectores clave.





✉ [protocolomontreal@minsa.gob.pa](mailto:protocolomontreal@minsa.gob.pa)

📘 [unidaddeozono.panama.5](#)

📷 [@uno\\_panama](#)